

---

VERANO DE LA  
**CIENCIA**  
DE LA REGION CENTRO

---

**ANUARIO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**

**ISSN 2992-8605**

**Año I - 2021**

VERANO DE LA CIENCIA DE LA REGIÓN CENTRO, año 1, No. 1, enero - diciembre 2021, es una publicación anual publicada por el Instituto Tecnológico Superior de Monclova Ejercito Mexicano, Carretera 57 K.M. 4.5, Col. Los 90's, CP. 25733, Monclova, Coahuila de Zaragoza, México. Tel. (866) 6490379, [www.tecmonclova.edu.mx](http://www.tecmonclova.edu.mx), [info@veranoregional.org](mailto:info@veranoregional.org), Editores responsables: Laura Elena González Rodríguez, Verónica Martínez Vela, Ruben Miguel Riojas Rodríguez. Reserva de Derechos al uso exclusivo No. 04-2023-082111065800-102, ISSN 2992-8605, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Ing. Ruben Miguel Riojas Rodríguez, Coordinador de Sistemas, Comité del Verano Regional, Instituto Tecnológico Superior de Monclova Ejercito Mexicano, Carretera 57 K.M. 4.5, Col. Los 90's, CP. 25733, Monclova, Coahuila de Zaragoza, México; fecha de la última modificación: 22 de diciembre de 2021.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor responsable de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación, sin previa autorización del Instituto Tecnológico Superior de Monclova Ejercito Mexicano.



## Comité Organizador

### Instituto Tecnológico Superior de Monclova

C.P. Raúl Sergio Farias Martínez - Presidente del Comité  
Jesús Roberto de Garza de Luna - Coordinador General  
Verónica Martínez Vela - Coordinador Regional  
Laura Elena González Rodríguez - Coordinador Regional  
Rubén Miguel Riojas Rodríguez - Coordinador de Sistemas

#### Institución participante

CIATEQ, Unidad Aguascalientes  
  
Centro de Investigación en Matemáticas A.C., Unidad Aguascalientes  
Universidad Autónoma de Aguascalientes  
  
Intituto Tecnológico de Aguascalientes  
Universidad Autónoma Agraria  
  
Centro de Investigación de Química Aplicada (CIQA)  
  
Universidad Autónoma de Coahuila  
  
Instituto Tecnológico Superior de Monclova  
  
Centro de Investigación en Matemáticas A.C., Unidad Guanajuato  
Instituto Tecnológico de Abasolo  
Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Unidad Irapuato  
  
Universidad Politécnica del Bicentenario, Silao  
Instituto Tecnológico de Celaya  
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato  
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón  
  
Centro de Investigaciones en Óptica (CIO)  
Escuela Nacional de Estudios Superiores UNAM, Unidad León  
C. de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica  
  
Instituto Tecnológico de Querétaro  
Universidad Politécnica de Querétaro  
Instituto de Neurobiología, UNAM - Campus Juriquilla  
  
Instituto Tecnológico de San Juan del Río  
Escuela Nacional de Estudios Superiores UNAM, Unidad Juriquilla  
Universidad Autónoma de Querétaro  
Instituto Tecnológico de San Luis Potosí  
Escuela Normal de Estudios Superiores del Magisterio Potosino  
Instituto Estatal de Investigación y Posgrado en Educación  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí  
El Colegio de San Luis  
Centro Regional de Educación Normal  
  
Universidad Politécnica de San Luis Potosí  
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica  
Universidad del Centro de México  
Universidad Autónoma de Zacatecas

#### Coordinadores

Ing. Sergio Luna Flores  
Adriana Cecilia González Alarcón  
Jonás Velasco Alvarez  
Jesús Arturo Femat Díaz  
Yazmin Ramírez Rodríguez  
Yusahara Elizabeth Vázquez Ochoa  
Antonio Narro  
Valente Serrano Gervacio  
Victor Manuel Villaneva Coronado  
Armando Espinoza Banda  
Leticia Larios López  
Antonio Cárdenas Flores  
Dora Elia Cárdenas Elizondo  
Alejandro Herrera Hernández  
María Concepción Esparza Castro  
Verónica Martínez Vela  
Laura Elena Gonzalez Rodriguez  
Arturo Hernández Aguirre  
César Álvarez Mejía  
Jesús Vega Medina  
Luis José Delaye Arredondo  
Javier Cruz Salgado  
Esperanza Peña Morales  
Akira Torreblanca Ponce  
Carlos Alberto Sebastián Serra Martínez  
Luis Fernando Villanueva Jiménez  
Luz Adriana Gutiérrez Guerra  
Harumi Shimada Beltrán  
Maria Teresa Cordova Barrios  
Germán Orozco Gamboa  
Jose Arturo Toscano Giles  
Alondra Anahí Ortiz Verdín  
Alfredo Varela Echavarría  
Nuri Aranda López  
Sonia Elizabeth Roman Flores  
Lionor Casanova Rico  
Karina Villarauz Camargo  
Ariel Benjamin De La Rosa Zapata  
Víctor Manuel León Rodríguez  
Andrés Delgadillo Sánchez  
Laura Elena Ochoa Leija  
Raquel Soto Diez Marina  
Amina Madera Lauterio de Cedral  
Juan Manuel Rodríguez Tello  
Martín Hernández Sustaita  
Ivonne Lizette Cuevas Véliz  
Alicia Villagómez Carvajal  
Manuel Reta Hernández  
Laura Hernández Martínez





# CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS





## Índice

<i>Análisis de la radiación cósmica de fondo de microondas a través del modelo <math>\Lambda</math>CDM</i>	
M. Castillo-Santos § A. Hernández-Almada	6
<i>Etnofarmacología de la familia Asteraceae</i>	
Ana Paola Castañón Servín § Virginia Gabriela Cilia López	12
<i>Estudio de materiales Fosforescentes con Aplicaciones en revelado de huellas Dactilares y Criminalística.</i>	
Ibarra Medina María Fernanda § Rodríguez García Carlos Eduardo	17
<i>La experimentación en el aprendizaje de ciencias naturales en un contexto multigrado</i>	
Karen Alicia Alvarado Bocanegra § Estanislado Vázquez Morales	23
<i>Identificación de metabolitos secundarios en extractos de plantas</i>	
Jiménez Martínez Mariella de Jesús § Dra. Alejandra Sarahí Ramírez Segovia	31
<i>Identificación de Biomarcadores en Modelos Murinos con Síndrome Metabólico mediante el uso de Espectroscopia Raman</i>	
Valeria Jacqueline Soto Ontiveros § Miguel Ghebre Ramírez Elías	38
<i>Mecanismos de crecimiento DBQ de películas delgadas semiconductoras</i>	
Joaquín Lefranc Cabrera § Mónica Balvanera Ortuño-López	43
<i>Caracterización óptica de películas delgadas semiconductoras</i>	
Paola Dhamar Gómez Barrales § Mónica Balvanera Ortuño López	49
<i>Modelación matemática para la propagación de infecciones y el uso de mecanismos de control</i>	
Alejandro Cruz Durán § Juan Gonzalo Barajas Ramírez	54
<i>Identificación de marcadores moleculares para la identificación de <i>Planktothrix</i> a nivel de especie</i>	
Alfonso Ángel Zamacona Barrios § Laura Valdés Santiago	60
<i>Análisis de datos de antagonismo de la bacteria <i>Bacillus subtilis</i> mediante técnicas bioinformáticas y de estadística.</i>	
Aranza Jaqueline Rivas Medina § María Rico Martínez	66
<i>Estudio de Materiales Fosforescentes con Aplicaciones en revelado de huellas Dactilares y Criminalística.</i>	
Fátima Rodríguez Esparza § Carlos Eduardo Rodríguez García	72

<i>Análisis a la radiación del fondo cósmico de microondas usando <math>\Lambda</math>CDM y <math>\omega</math>CDM</i>	
Samuel Durán Martínez § Alberto Hernández Almada	78
<i>Rectificando grafos con número de cruce a lo más tres</i>	
Monica Araceli Jasso Saavedra § César Israel Hernández Vélez	84
<i>Estudio de Materiales Fosforescentes con Aplicaciones en Revelado de Huellas Dactilares y Criminalística</i>	
Ana Paloma García Razo § Carlos Eduardo Rodríguez García	90



# ANÁLISIS DE LA RADIACIÓN CÓSMICA DE FONDO DE MICROONDAS A TRAVÉS DEL MODELO $\Lambda$ CDM

M. Castillo-Santos

Universidad Autónoma de Querétaro

Cerro de las Campanas S/N, Centro Universitario, 76010, Santiago de Querétaro, Qro.

*mcastillo26@alumnos.uaq.mx*

A. Hernández-Almada

Universidad Autónoma de Querétaro

Cerro de las Campanas S/N, Centro Universitario, 76010, Santiago de Querétaro, Qro.

*ahalmada@uaq.mx*

Resumen — En este trabajo estudiamos la dinámica del Universo en su época temprana, específicamente en la época de la radiación cósmica de microondas, la cual se da después del Big-Bang, así como las perturbaciones que surgieron y sus repercusiones en la evolución hasta el día de hoy, todo esto a través del modelo  $\Lambda$ CDM, el cual nos dice que el Universo se encuentra en una etapa de expansión acelerada y haciendo uso de la librería CLASS y los datos de Planck 2011 y Planck 2013, se obtienen las características de las principales componentes del Universo, materia bariónica, materia oscura y energía oscura y como es que el valor de la constante Hubble repercute sobre ellas si su valor se varía.

Palabras clave — Cosmología, CMB, Energía oscura.

Abstract — In this work we study the dynamics of the Universe in its early epoch, specifically in the epoch of cosmic microwave radiation, which occurs after the Big-Bang, as well as the disturbances that arose and their repercussions on evolution until the day of Today, all this through the  $\Lambda$ CDM model, which tells us that the Universe is in a stage of accelerated expansion and using the CLASS library and the data from Planck 2011 and Planck 2013, the characteristics of the main components are obtained of the Universe, baryonic matter, dark matter and dark energy and how the value of the Hubble constant affects them if the value is varied..

Keywords — Cosmology, CMB, Dark Energy.



## I. INTRODUCCIÓN

La cosmología es una rama de la física que estudia las leyes generales del origen y evolución del Universo, desde el Big-Bang hasta el día de hoy y su posible desenlace. Las observaciones actuales a las Supernovas Tipo Ia (SNIa), el fondo cósmico de microondas (CMB), las oscilaciones acústicas de bariones (BAO), y las mediciones directas al Parámetro de Hubble (OHD), indican, en conjunto, que el Universo se encuentra en una expansión acelerada, además la velocidad de rotación de las galaxias apunta a un excedente de materia que aún no ha sido detectado, estos fenómenos se denominan energía oscura y materia oscura, respectivamente.

### I.I ENERGÍA OSCURA

La energía oscura es una fuerza de naturaleza desconocida causante de la expansión acelerada del Universo. En los primeros años del siglo XX, Einstein predijo la existencia de una constante cosmológica  $\Lambda$ , que representaba la energía del vacío y además mantenía al Universo estático. Años más tarde, basados en las observaciones cosmológicas realizadas por Edwin Hubble, se comprobó que el Universo se encontraba en expansión, por lo cual, Einstein eliminó la constante cosmológica de sus ecuaciones, sin embargo, la energía oscura tiene un comportamiento similar a la constante cosmológica, pues no solo equilibra la gravedad, sino que tiene una presión negativa que es lo que hace que el Universo se acelere.

El término energía oscura fue propuesto en 1998 por Michael Turner, cuando los cosmólogos anunciaron la existencia de un elemento adicional en el Universo, proveniente de las observaciones a supernovas tipo Ia realizadas por Adam Riess [ ] y confirmadas más tarde por Saul Perlmutter.

Estudios realizados por Hubble Space Telescope, aseguran que la energía oscura ha estado presente en el Universo por al menos 9000 millones de años. Aunque la energía oscura aún no ha sido detectada, ya que no interactúa con la materia bariónica, con luz o con cualquier otro tipo de radiación electromagnética, se estima que cerca del 70% de lo que compone al Universo es este tipo de energía desconocida.

### I.II MATERIA OSCURA

La materia oscura es un tipo de materia, que compone alrededor del 25 % del Universo, no interactuante con materia bariónica, ni con radiación electromagnética, y se sabe de su existencia gracias a los efectos gravitacionales que provoca. El descubrimiento de la materia oscura se dio en 1933 por Fritz Zwicky, cuando se encontró evidencia de una masa no visible, que provocaba que las observaciones de la velocidad de rotación de las galaxias no coincidieran con lo predicho por la mecánica clásica, pues se esperaba que mientras más alejado estuviera del centro de la galaxia menor sería la velocidad de rotación. Otras consecuencias de la existencia materia oscura son los lentes gravitacionales y la distribución de temperatura del gas caliente en las galaxias.

Hasta ahora se desconoce que tipo de partículas componen la materia oscura, la cual debe ser materia oscura fría, para que así se permitiera la formación de estructura, algunos candidatos son los axiones y WIMPs, que son partículas de interacción débil incluyendo neutrinos, aunque estos han sido descartados ya que viajan a velocidades relativistas. [1]

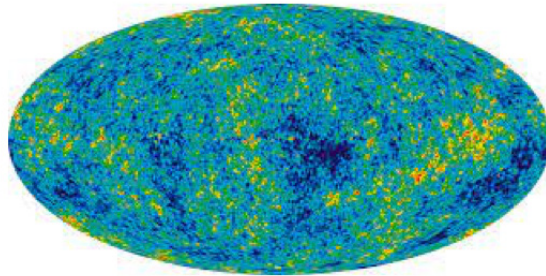
## II. MARCO TEÓRICO

### II.I FONDO CÓSMICO DE MICROONDAS

En los años cuarenta el físico George Gamow, argumentó que de haber existido el Big-Bang, deberíamos ser capaces de detectar una radiación proveniente de la gran explosión. Inicialmente su trabajo no tuvo un gran

impacto, hasta que en 1965, Robert Wilson y Arnold Penzias, dos ingenieros pertenecientes a los Laboratorios Bell Telephone, trabajaban en diseñar una antena para emitir ondas de radio de baja frecuencia, pero en todas estas frecuencias aparecía un ruido desconocido, mismo que relacionaron con palomas que habían construido su nido en las antenas, sin embargo al ahuyentar a las palomas el ruido persistió. Lo más curioso era que dicho ruido no tenía una dirección preferencial, es decir, era él mismo en cualquier dirección. James Peebles y Robert Dicke, astrofísicos del Centro de estudios avanzados de la Universidad de Princeton, explicaron que el ruido captado por las antenas era la radiación proveniente del Big-Bang, lo cual haría a Wilson y Penzias acreedores al Premio Nobel meses después.

*Fig. 1. Fluctuaciones de temperatura de fondo cósmico de microondas*



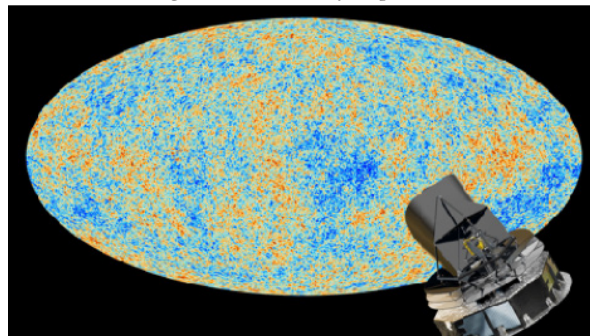
En la Figura 1, obtenida por la sonda Planck, podemos observar un mapa dónde se observan pequeñas fluctuaciones en la temperatura que se corresponden con zonas que presentaban una densidad ligeramente distinta en la etapa más temprana del Universo.

El fondo cósmico de microondas junto al corrimiento al rojo son una de las pruebas más fuertes sobre teoría del Big-Bang. [2]

## II.1 SATÉLITE PLANCK

Al inicio de sus operaciones el satélite fue llamado COBRAS/SAMBA, por sus siglas en inglés (Cosmic Background Radiation Anisotropy Satellite/ Satellite for Measurement of Background Anisotropies), aunque al principio de su operación en 1996 fue renombrado en honor al científico Max Planck. El objetivo principal de este satélite es hacer un mapa de la radiación de fondo producida en el Big-Bang con una alta resolución para probar teorías del inicio y la evolución del Universo.

*Fig. 2. Satélite Planck y mapa CMB*



Planck puede ser considerado una máquina del tiempo, pues observa lo que ocurrió hace aproximadamente 13,700 millones de años, es decir, muy cerca del Big-Bang, y analiza con gran precisión los residuos de radiación

provenientes de la gran explosión. Estos resultados ayudan a la comunidad científica a crear y descartar modelos a cerca del origen y la evolución del Universo.

Lo que diferencia a Planck de misiones previas, es que mide con mayor precisión la temperatura de la radiación de CMB, lo cual permite tener imágenes de mayor calidad de la radiación remanente del Big-Bang. La alta sensibilidad de Planck dará como consecuencia el mejor mapa de aquellas anisotropías presentes en el CMB, permitiendo a los científicos aprender más sobre la evolución de la composición del cosmos.

Para terminar estas medidas de alta exactitud, Planck observa en 9 bandas del espectro electromagnético, a partir de un centímetro a un tercio de milímetro, lo correspondiente al rango de la longitud de onda que va de las microondas al infrarrojo bastante lejano. Los detectores de Planck se enfrían a temperaturas cercanas al cero absoluto debido a que, de otro modo, su propia emisión de calor alteraría las medidas. [3]

## II.1 $\Lambda$ CDM

$\Lambda$ CDM es el modelo cosmológico más simple, representa el modelo de concordancia del Big Bang que explica las observaciones cósmicas de la radiación de fondo de microondas, así como la estructura a gran escala del Universo y las observaciones realizadas de supernovas, este toma en cuenta tres componentes,  $\Lambda$ , una constante cosmológica asociada con la energía oscura, materia oscura fría, la cual indica que la velocidad de sus partículas es mucho menor que la velocidad de la luz, lo que permite la creación de estructura, por último materia bariónica, es decir, la materia que compone todo lo que podemos observar. En este modelo se estima que el 68.4 % de lo que compone al Universo es energía oscura, el 26.4% es materia oscura y el 5% restante pertenece a la materia bariónica. Además considera el valor del parámetro de Hubble alrededor de 73.23 km/s/Mpc.

La ecuación que modela la dinámica del Universo es la ecuación de Friedmann, y se expresa en términos del corrimiento al rojo  $z$ . Para el modelo la ecuación de Friedmann esta dada por:

$$E^2(z) = \frac{H^2(z)}{H_0^2} = \Omega_{m0}(1+z)^3 + \Omega_{r0}(1+z)^4 + \Omega_{\Lambda}(1)$$

$\frac{H^2(z)}{H_0^2} = \frac{\dot{a}}{a}$ ,  $a$  es el factor de escala y  $\dot{a} = \frac{da}{dt}$ ,  $H_0$  está relacionado con el parámetro de Hubble de la siguiente manera  $H_0 = 100h$ ,  $\Omega_{r0}$  es la radiación en la época actual y es del orden de  $10^{-5}$ , mientras que el parámetro  $\Omega_{m0}$  representa la materia bariónica y oscura y  $\Omega_{\Lambda}$  representa la materia oscura.

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

### III.1 COSMIC LINEAR ANISOTROPY SOLVING SYSTEM (CLASS)

CLASS es un conjunto de códigos de uso libre y gratuito, los cuales están disponibles para Python y C++, que nos permiten simular la evolución de las perturbaciones lineales en el Universo, con lo que podemos calcular CMB y las observables a gran escala del Universo.

CLASS fue creado para dar a los cosmólogos un ámbito de codificación más flexible y simple de utilizar. CLASS está bastante estructurado, es simple de cambiar, tanto los valores de los parámetros libres, como de modelo cosmológico, CLASS incluye de manera predeterminada tres de los modelos cosmológicos más usados entre los cosmólogos, los cuales son  $\Lambda$ CDM,  $\omega$ CDM, CPL. [4]

La metodología seguida fue la siguiente:

- Se descarga los códigos de CLASS y se instalan siguiendo el tutoría en la página oficial de CLASS.
- Una vez instalados los códigos, buscamos el archivo default.ini, en donde podemos encontrar los valores de los

parámetros libres para el modelo elegido y en este caso variamos el valor del parámetro  $h$ .

c) Desde la terminal entramos a la carpeta de CLASS siguiendo la ruta a dónde se encuentra la carpeta.

d) Ya que nos encontramos en la carpeta desde la terminal, tecleamos 'make clean'.

e) Ahora tecleamos 'make class -j4', en donde '-j4' nos permite correr el código en paralelo y optimizar el tiempo de cómputo.

f) Una vez que la terminal termine este proceso tecleamos './class default.ini' y esto nos dará todos los datos necesarios para graficar.

g) Por último en un nuevo código creado por nosotros seleccionamos las columnas deseadas para cada gráfica y lo multiplicamos por un factor dado por el código de CLASS.

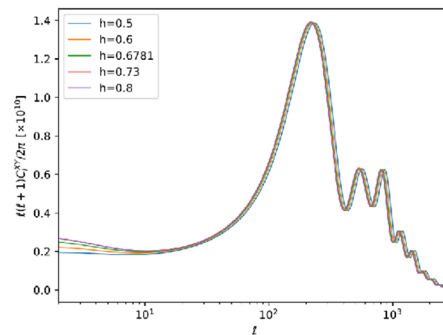
#### IV. RESULTADOS

Valores de $h$
0.5
0.6
0.6781
0.73
0.8

Tabla 1. Valores tomados para  $h$

Los valores tomados para  $h$ , se hicieron de acuerdo a los propuestos por Planck 2011 y Planck 2013 y además el cuarto valor es el obtenido por el ajuste de datos realizado en Imi-nuit.

Fig. 3. Power spectrum CMB para  $\Lambda$ CDM



#### V. DISCUSIÓN

En la Fig.3. podemos observar el power Spectrum, donde apreciamos tres picos, en donde el

1. El primero pico nos dice la geometría del Universo, en este caso, el Universo es plano, es decir, dos líneas paralelas no se interceptarán nunca.

2. El segundo pico nos dice que la materia ordinaria, es solo el 5% de la energía y materia total del Universo.

3. Y el tercer pico nos dice que el Universo esta compuesto en un 26% de materia oscura.

De estos tres picos, podemos concluir que el 31% del Universo esta compuesto por materia, ya sea materia oscura o bariónica, lo que nos lleva a concluir que el 69% del Universo esta compuesto por energía oscura.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la Fig 3. Podemos ver los tres picos que se esperaban, diciéndonos así la distribución del Universo, y podemos observar que el variar el valor de  $h$  hace diferencia principalmente en los picos, que nos indica que los valores restantes, es decir, la masa y la curvatura, han variado en el tiempo ya que el valor de  $h$  ha cambiado.

Como trabajo a futuro planeamos hacer el mismo análisis del fondo cósmico de microondas para más modelos, tales como CPL y  $\omega$ CDM, las cuales hacen correcciones a la ecuación de estado de  $\omega$  de cada modelos y hacen que dependan del corrimiento al rojo  $z$ , es decir que dependan del tiempo.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco al Dr. Alberto Hernández Almada, por los conocimientos y el tiempo brindado a lo largo de esta estancia de verano.

## REFERENCIAS

- [1] An introduction to modern cosmology. Andrew R. Liddle(. Imperial Coll., London. ) 1998.
- [2] Tonatiuh Matos. (2004). ¿De qué está hecho el Universo?. México: Fondo de cultura económica.
- [3] European Space Agency . (2013). Planck: Resumen de la misión. 23/08/21, de European Space Agency Sitio web: [https://www.esa.int/Space\\_in\\_Member\\_States/Spain/Planck\\_Resumen\\_de\\_la\\_mision](https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Spain/Planck_Resumen_de_la_mision)
- [4] M. Kilbinger, K. Benabed, O. Cappe, J. -F. Cardoso, G. Fort, S. Prunet, C. P. Robert, D. Wraith, [arXiv:1101.0950 [astro-ph.CO]].

## ETNOFARMACOLOGÍA DE LA FAMILIA ASTERACEAE

Ana Paola Castañón Servín

Universidad Autónoma de Querétaro

Centro Universitario, Cerro de las Campanas s/n C.P. 76010, Cto Universitario, Centro Universitario,  
76010 Santiago de Querétaro, Querétaro

*acastanon19@alumnos.uaq.mx*

Virginia Gabriela Cilia López

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Álvaro Obregón #64 San Luis Potosí, San Luis Potosí, México)

*gabriela.cilia@uaslp.mx*

Resumen — En este trabajo se realizó una revisión bibliográfica en diferentes bases de datos de 14 especies diferentes de Asteraceas que han sido utilizadas para investigaciones clínicas y de otra índole. Debido a que esta familia de plantas es muy conocida y ampliamente utilizada en la medicina tradicional alrededor del mundo, el conocer los compuestos activos que las hacen útiles es de gran importancia. De los 103 artículos analizados, 36 fueron descartados ya que no cumplieron con los criterios de inclusión por lo que a partir de 67 estudios se consiguió información sobre los posibles metabolitos que se pueden obtener en las muestras herbáceas, así como los compuestos responsables de actividades biológicas importantes.

Palabras clave — Asteraceae, Compositae, estudios clínicos.

Abstract — In this work, a bibliographic review was carried out in different databases of 14 different species of Asteraceae that have been used for clinical and other research. Since this family of plants is well known and widely used in traditional medicine around the world, knowing the active compounds that make them useful is of great importance. Of the 103 articles analyzed, 36 were discarded because they did not meet the inclusion criteria. Therefore, information on the possible metabolites that can be obtained from herbal samples, as well as the compounds responsible for important biological activities, was obtained from 67 studies.

Keywords — Asteraceae, Compositae, clinical studies.



## I. INTRODUCCIÓN PRINCIPAL

Las Asteráceas son una de las familias de plantas más grandes, contando con aproximadamente de 22,000 a 30,000 especies según diferentes autores (García et. al, 2004). Debido a la gran variedad de plantas florales que pertenecen a esta familia, también conocida como Compositae, a lo largo de la historia se han ido realizando diferentes clasificaciones o subdivisiones para poder entender a este grupo, siendo una de las más importantes la realizada por Alexandre-Henri-Gabriel de Cassini (Funk et. al, 2009). Actualmente se han reportado entre 950 y 1,450 géneros (Villaseñor, 2016) y de 36 a 38 tribus (Funk et al. 2009), estando presentes en todo el mundo a excepción de la región antártica. Las asteráceas suelen encontrarse principalmente en regiones con clima templado (García et. al, 2004) y se caracterizan por presentar inflorescencias agrupadas formando una inflorescencia primaria llamada capítulo (Britannica, 2015). Esta familia resulta ser evolutivamente muy exitosa ya que ha desarrollado distintos mecanismo de defensa, propiciando la producción de diferentes metabolitos como ácidos clorogénicos, isoflavonoides, lactonas sesquiterpénicas, alcoholes triterpénicos pentacíclicos, aceites esenciales, alcaloides, glúcidos y diversos derivados acetilénicos (Bohlmann, 1977).

Una gran variedad de asteráceas se han utilizado como medicinas desde la antigüedad y actualmente se han obtenido más de 7,000 compuestos de esta familia, de los cuales 5,000 presentan una actividad biológica (Panda, 2018) siendo los principales compuestos derivados de las especies los sesquiterpenos, lactonas sesquiterpénicas y flavonoides (Funk et.al, 2009). De la gran familia Compositae se conocen 420 especies medicinales (Jeschke, et. al., 2009) que tienen actividad antitumoral, antiulcerosa, antiinflamatoria, antibacteriana y para tratar tanto migrañas como problemas respiratorios (Heinrich. et.al. 1998, Lopes. et.al, 2021). En México esta familia ha sido utilizada para combatir diversas enfermedades infecciosas gastrointestinales, respiratorias y dentales (Cilia, et.al., 2021). Algunas de las especies más utilizadas son *Arnica Montana*, *Calendula officinalis*, *Matricaria chamomilla* y *Taraxacum officinale*.

Debido a que la familia Asteraceae es una de las familias más reconocidas y utilizadas a nivel mundial, este estudio tiene como objetivo analizar e identificar las especies que cuentan con usos en la medicina tradicional que actualmente están siendo utilizadas en estudios clínicos con humanos, con la finalidad de conocer los compuestos que les brindan las actividades deseadas.

## II. METODOLOGÍA

Se realizó una búsqueda en las siguientes bases de datos ScienceDirect, Springerlink, Scopus, PubMed, Redalyc, Scielo y google Scholar, usando como motores de búsqueda las palabras Asteraceae, Compositae, Asteraceae clinical studies y Compositae clinical studies. Se recopilaron todos los artículos científicos cuyos temas abarcan estudios preclínicos, caracterizaciones fitoquímicas y estudios de actividad farmacológica sin discriminar el año en que fueron publicados. Los estudios que se incluyeron en este metanálisis se definieron como aquellos que brindaran información acerca del sitio de recolección, las especies identificadas y la muestra de herbario, según lo recomendado por las Directrices sobre buenas prácticas de procesamiento de hierbas medicinales a base de hierbas (OMS 2018). Otros detalles extraídos de los artículos confirmados fueron la parte utilizada, dosis administradas, efectos y compuestos evaluados. La información recabada se ordenó alfabéticamente por tribu, género, especie y estudios farmacológicos/fitoquímicos. Los estudios cubrieron un período de 1998 al 2021.

## III. RESULTADOS

Se encontraron 14 asteráceas con estudios clínicos. Se encontró un total de 103 artículos que estudiaron actividades farmacológicas, de los cuales se descartaron 36 porque no cumplieron los criterios de inclusión. De

los 67 trabajos que cumplieron los criterios de inclusión, 22 de utilizaron para su análisis formulaciones y/o compuestos purificados, así como extractos comerciales de las plantas.

**Tabla 1. Compuestos identificados en distintas especies de la familia Asteracea**

Especie	Terpenos	Esteroides	Aceites volátiles	Alcaloides	Fenoles	Glicósidos	Carbohidratos	Proteína	Referencias
<i>Achillea millefolium</i>	x	x		x	x	x	x	x	(Ajaz, et al., 2019), (Ayoobi, et al., 2018), (Dall'Acqua, et al., 2011)
<i>Ageratina pinchichensis</i>	x	x			x			x	(Romero, et al., 2014), (Torres, et al., 2013)
<i>Arnica Montana</i>	x				x				(Sharma, et al., 2015), (Todorova, et al., 2016), (Torres, et al., 2013)
<i>Artemisia Afra</i>	x	x	x		x	x	x		(Braunlich, et al., 2018), (More, et al., 2012)
<i>Calendula Officinalis</i>	x			x	x	x	x	x	(Das, et al., 2019), (Gunasekaran, et al., 202)
<i>Centipeda Minima</i>	x				x				(Chan, et al., 2016), (Wang, et al., 2019)
<i>Chamaemelum nobile</i>					x				(Sándor, et al., 2018)
<i>Cynara cardunculus</i>	x				x				(Kuczmarnová, et al., 201)
<i>Echinacea angustifolia</i>		x			x				(Ramasahayam, et al., 20)
<i>Erigeron breviscapus</i>	x				x	x			(Han, et al., 2019)
<i>Matricaria chamomilla</i>	x				x		x	x	(Awaad, et al., 2018)
<i>Stevia rebaudiana</i>				x	x	x		x	(Chaudhary, et al., 2017) (Zhang, et al., 2017)
<i>Silybum marianum</i>					x				(Fallah, et al., 2006)
<i>Taraxacum officinale</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	(Ajaz, et al., 2019), (Ghaima, et al., 2013)

A pesar de que las investigaciones se lleven a cabo con 14 especies y en países diferentes, es notable que las partes aéreas y las hojas son los más utilizados para la obtención de extractos. En la tabla 1, se muestran los principales grupos de metabolitos secundarios encontrados a partir de muestras recolectadas y formulaciones compradas a laboratorios o farmacias.

**Tabla 2. Compuestos identificados en Asteracea con actividad biológica provada**

Especie	Actividad	Compuestos responsables	Referencias
<i>Achillea millefolium</i>	Inhibición de la muerte neuronal	Apigenina y luteolina	
	Efectos beneficiosos sobre la memoria y el aprendizaje	Apigenina y luteolina	(Andrade, et al., 2004), (Ayoobi, et al., 2018)
<i>Ageratina pinchichensis</i>	Antiespasmódico	Quercetina, apigenina y luteolina	
	Antiinflamatorio	(2S, 3R)-5-acetil-7,3-dihidroxi-2-(1-isopropenil)-2,3-dihydrobenzofurano	(Sánchez, et al., 2018)
<i>Artemisia Afra</i>	Antimicrobial	(1-isopropenil)-2,3-dihydrobenzofurano	
	Antimicobacterial	Artemin y Arsubin	(Nlutela, et al., 2009)
<i>Calendula officinalis</i>	Efecto estimulante para la producción de ácido hialurónico	Ácido 28-O-β-D-glucopiranosil-oleanólico ácido 3-O-β-D-glucopiranosil (1,3)-β-D-glucopiranosidurónico	
	Efecto estimulante de la biosíntesis de melanina	Ácido 28-O-β-D-glucopiranosil-oleanólico ácido 3-O-β-D-glucopiranosil (1,3)-β-D-glucopiranosidurónico	(Zaki, et al., 2018)
	Efecto estimulante sobre la lipasa	ácido oleanólico 3-O-β-D-glucopiranosil(1,3)-β-D ácido glucopiranosidurónico	
<i>Centipeda Minima</i>	Neuroprotección	ácido oleanólico 3-O-β-D-glucopiranosil(1,3)-β-D ácido glucopiranosidurónico	
	Anticancer	Brevelin A y Arnicolide D	(Ding, et al., 2009), (Liu, et al., 2019), (Saleem, et al., 2020)
	Antitumoral	6-O-angeloilplenolina y timol-b-glucopiranosido	
<i>Erigeron breviscapus</i>	Neuroprotección	Escutellarina, brevisterpeno C20H34O7 y brevisterpeno C20H34O7	
	Inhibición de la formación de adherencias	Breviscapina	(Han, et al., 2019), (Zhang, et al., 2016)
<i>Silybum marianum</i>	Protección contra la disfunción y el daño endotelial inducidos por el estrés oxidativo	Escutellarina	
	Antioxidante	Silimarina	
	Galactagogo	Silibinin	(Fallah, et al., 2006).
<i>Stevia rebaudiana</i>	Ovulatorio	Silibinin	
	Cardioprotector	Silymarin	
<i>Taraxacum officinale</i>	Antiinflamatorio	Estevióside	(Chaudhary, et al., 2017)
	Hepatoprotector	Estevióside	
	Antiviral	Taraxasterol	(Yang, et al., 2020)



La Asteraceae con mayor cantidad de grupos de compuestos reportados en los estudios encontrados fue *Taraxacum officinale*, presentando al menos un metabolito de cada grupo, mientras que la especie con menor información fue *Chamaemelum nobile*.

Si bien las diferentes Compositae investigadas han sido utilizadas en la medicina tradicional para el tratamiento de dolor menstrual, (Dall'Acqua, et. al., 2011) infecciones respiratorias, dolencias digestivas infecciones cutáneas, heridas, (Torres et. al., 2013, Zaki, et. al., 2016) tos, resfriados, diarrea (More, et. al., 2021) enfermedades inflamatorias (Wang, et. al., 2016), entre otras, actualmente se han encontrado más actividades biológicas importantes derivadas de compuestos aislados de extractos herbáceos, las cuales se muestran en la tabla 3.

#### IV. CONCLUSIONES

En este proyecto se realizó la revisión bibliográfica de distintos artículos de investigación con el fin de encontrar los compuestos que le brindan a las plantas de la familia Asteraceae las actividades biológicas importantes para su uso en la medicina tradicional. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios ya que de las 14 especies revisadas, se ubicó al menos un compuesto de 13 de ellas.

#### V. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la doctora Virginia Gabriela Cilia López por aceptarme en su proyecto y por el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

#### REFERENCIAS

- Bohlman, F., (1977). Summary of the chemistry of the Compositae. En: Heywood, Harborne & Turner (eds.), *The Biology and Chemistry of the Compositae*, 2: 1097-1104. London, Academic Press
- Britannica, The Editors of Encyclopaedia. (2015). "Asteraceae". *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/plant/Asteraceae>.
- Dall'Acqua, S., Bolego, C., Cignarella, A., Gaion, R. M., y Innocenti, G. (2011). Vasoprotective activity of standardized *Achillea millefolium* extract. *Phytomedicine*, 18(12), 1031–1036. doi:10.1016/j.phymed.2011.05.005
- Cilia V., Cariño R., y Zurita L. (2021). Ethnopharmacology of the Asteraceae family in Mexico. *Botanical Sciences*, 99(3), 455-486. <https://doi.org/10.17129/botsci.2715>
- Funk V., Susanna A., Stuessy T y Bayer R. (2009). Systematics, evolution, and biogeography of Compositae. *Iapt. International Association for Plant Taxonomy*.
- García A., de Jesús M. y Briones M. (2004). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de biología Universidad Nacional Autónoma de México. Primera edición.
- Heinrich, M., Robles, M., West, J. E., Ortiz de Montellano, B. R., y Rodriguez, E. (1998). ETHNOPHARMACOLOGY OF MEXICAN ASTERACEAE (COMPOSITAE). *Annual Review of Pharmacology and Toxicology*, 38(1), 539–565. doi:10.1146/annurev.pharmtox.38.1
- Jeschke, E., Ostermann, T., Lüke, C., Tabali, M., Kröz, M., Bockelbrink, A., Witt, C. M., Willich, S. N., y Matthes, H. (2009). Remedies containing Asteraceae extracts: a prospective observational study of prescribing patterns and adverse drug reactions in German primary care. *Drug safety*, 32(8), 691–706. <https://doi.org/10.2165/00002018-200932080-00007>.
- Lopes, D., de Oliveira, T. B., Viçosa, A. L., Valverde, S., y Ricci Júnior, E. (2021). Anti-Inflammatory Activity of the Compositae Family and Its Therapeutic Potential. *Planta medica*, 87(1-02), 71–100. <https://doi.org/10.1055/a-1178-5158>.
- More, G., Lall, N., Hussein, A., y Tshikalange, T. (2012). Antimicrobial Constituents of *Artemisia afra* Jacq.

- ex Willd. against Periodontal Pathogens. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 1–7. doi:10.1155/2012/252758
- OMS (2018). Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2014-2023. Organización mundial de la salud.
- Panda S. y Luyten W. (2018) Antiparasitic activity in Asteraceae with special attention to ethnobotanical use by the tribes of Odisha, India. EDP Science. Parasite 25, 10. <https://doi.org/10.1051/parasite/2018008>
- Torres L., Rojas J., Morales A., Rojas L., Lucena M., y Buitrago A. (2013). Chemical composition and evaluation of antibacterial activity of essential oils of *Ageratina jahnii* and *Ageratina pichinchensis* collected in Mérida-Venezuela. Bol Latinoam Caribe Plant
- Wang S., Wang Y., Liu X., Guan L., Yu L. y Zhang X. (2016). Anti-inflammatory and anti-arthritic effects of taraxasterol on adjuvant induced arthritis in rats. Journal of Ethnopharmacology 187.42–48
- Zaki, A., Ashour, A., Mira, A., Kishikawa, A., Nakagawa, T., Zhu, Q., y Shimizu, K. (2016). Biological Activities of Oleanolic Acid Derivatives from *Calendula officinalis* Seeds. Phytotherapy Research, 30(5), 835–841. doi:10.1002/ptr.5589

# ESTUDIO DE MATERIALES FOSFORESCENTES CON APLICACIONES EN REVELADO DE HUELLAS DACTILARES Y CRIMINALÍSTICA.

Ibarra Medina María Fernanda  
 Universidad Autónoma de Querétaro  
 Facultad de Química  
 Cerro de las campanas s/n, Centro Universitario, C.P. 76010 Santiago de Querétaro, Qro.  
*mibarra05@alumnos.uaq.mx*

Rodríguez García Carlos Eduardo  
 Universidad Autónoma de Coahuila  
 Prof. David Berlanga S/N Edif. A. Unidad Camporredondo, Saltillo, Coah.  
*crodriguezgarcia@uadec.edu.mx*

Resumen — Los materiales luminiscentes, especialmente los fosforescentes, han demostrado una capacidad relevante para el área de criminalística por su aplicación que tienen en el revelado de huellas dactilares sobre distintas superficies. Los cuales se obtienen bajo sencillas síntesis y presentan mejores ventajas sobre métodos de revelado tradicionales o en donde se emplean materiales comerciales. Estos compuestos fosforescentes se caracterizan por ser dopados con una o más tierras raras. Teniendo como objetivo, la síntesis de aluminato de estroncio dopado con europio ( $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{+2}$ ) mediante un tratamiento térmico y revelar con él, una huella dactilar impresa en papel aluminio.

Palabras clave — Luminiscencia, fosforescencia, aluminato, huellas dactilares.

Abstract — Luminescent materials, particularly phosphorescent ones, have demonstrated to have a relevant capacity for the forensic science due to their application in the development of fingerprints revealing on different surfaces. Phosphorescent materials were synthesized by combustion method, which show better advantages over traditional methods or where commercial materials are used. These materials were doped with one or more rare earths. The objective is the synthesis of strontium aluminate doped with europium ( $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{+2}$ ) through a thermal treatment and test the finally compound for revealing fingerprint on aluminum foil.

Keywords — Luminescence, phosphorescence, aluminate, fingerprints.

## I. INTRODUCCIÓN

Todos los individuos tienen una serie de características que los hacen auténticos, diferenciándolos unos de otros, que al emplear las herramientas idóneas se puede llevar a cabo el reconocimiento de alguna cualidad para identificar a una persona.

Un buen ejemplo son las huellas dactilares. Al ser intransferibles, presentando señales únicas, su identificación ha sido empleada como mecanismo de seguridad para la adquisición de datos o validar identidades, así como también para la resolución de casos penales dado que es un elemento jurídicamente reconocido para argumentos sostenibles [1].

Existen diversos métodos de revelado, que dependiendo del estado en donde se encuentra la huella, emplean diferentes técnicas para que el resultado sea el óptimo. Estas técnicas siempre se encuentran en una mejora continua, siendo la biometría empleada con mayor frecuencia por su universalidad, diferenciación, estabilidad, capacidad de evaluación, rendimiento y aceptabilidad [2].

Generalmente, las huellas dactilares se pueden observar por la cantidad de polvo o grasa acumulada en ellas y debido a que no se pueden observar a simple vista se ha propuesto el uso de polvos luminiscentes que con el respaldo del Sistema Automatizado de Identificación de Huellas Dactilares (AFIS) ayuda al proceso de conservación, búsqueda y comparación de estas [3].

La presente investigación tiene como objetivo la síntesis de un material fosforescente dopado con Europio, mediante un tratamiento térmico con la técnica de combustión, con una mezcla de nitratos y urea, para darle una aplicación en el revelado de huellas dactilares y criminalística.

## II. MARCO TEÓRICO

Las huellas dactilares son la reproducción de la epidermis, formadas por crestas y surcos, que en conjunto comprenden un patrón. En dichos patrones, se pueden observar bucles, espirales y arcos. Los analistas identifican estos puntos específicos para comparar los detalles y declarar si coinciden entre la huella dactilar sospechosa y la digital conocida [4].

Las muestras de huellas dactilares pueden ser encontradas en superficies blandas como impresiones tridimensionales, en superficies duras como impresiones patentes (visibles) o latentes (invisibles). Siendo necesario emplear de polvos, reactivos químicos o fuentes de luz alternativas para la detección de las latentes [4].

Antes de emplear polvos que puedan contaminar las evidencias, cuando la cantidad depositada es en exceso, suelen exponerse a vapores de cianocrilato cuando son superficies no porosas (como metal, vidrio o plástico), adhiriéndose a las posibles impresiones y de esta manera serán visibles ante luz ambiental oblicua o una fuente de luz blanca. También, suelen emplear dispositivos láser o LED con diferentes filtros, empleados como fuentes de luz alternativa para proporcionar una variedad de espectros en donde pudieran existir impresiones latentes de huellas dactilares [4].

En el caso de llevar a cabo un análisis en superficies porosas (como papel, tela o madera), se procesan con productos químicos para que reaccionen con los residuos de aminoácidos y sales orgánicas de las impresiones latentes. Un ejemplo de estos son los polvos luminiscentes, su aplicación hace que las huellas dactilares brillen cuando se iluminan con una lámpara UV (ultravioleta), luz blanca u otro tipo de luz según sea el caso. Pueden ser fosforescentes o fluorescentes, la diferencia entre estos depende del tiempo de luminiscencia que presente, después de ser excitados con luz UV o IR (infrarroja) [3,4].

Un material fácil de sintetizar y a bajo costo, es el aluminato de estroncio dopado con iones de europio ( $\text{SrAl}_2\text{O}_4: \text{Eu}^{2+}$ ), su síntesis es posible mediante combustión, en estado sólido o por co-precipitación hidrotermal. Se ha reportado que emite luz verde a 526 nm bajo excitación de luz ultravioleta, sin embargo, también se ha

exhibido un color cian cuando confiere una estructura ortorrómbica después de la excitación de 365 nm con un pico de emisión a 495 nm y dopado no sólo con Eu+2, incluyendo disprosio (Dy+3) y su fase monoclinica presenta una longitud de onda de emisión de 518 nm con un pico de excitación a 365 nm con una coloración verde [4].

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### III.1 SÍNTESIS DE ALUMINATO DE ESTRONCIO DOPADO CON EUROPIO (SrAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>: Eu+2)

La síntesis emprendida fue mediante combustión del compuesto SrAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>: Eu+2. Se pesó 0.583 g de nitrato de estroncio (Sr(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), 5.058 g de nitrato de aluminio (Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>•9H<sub>2</sub>O), 0.085 g de nitrato de europio pentahidratado (III) (EuNO<sub>3</sub>•5H<sub>2</sub>O) y 3.239 g de urea (CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>). En un vaso de precipitado se colocó 15 ml de agua destilada para diluir los compuestos previamente pesados, con ayuda de un plato con agitación para evitar la formación de grumos. Se colocó sobre el vaso un vidrio de reloj para después meterlo a la mufla por 20 minutos a 650°C [4].

#### III.2 TRATAMIENTO TÉRMICO

Una vez sintetizado el SrAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>: Eu+2, se molió con ayuda de un mortero y pistilo hasta obtener un polvo fino. Se agregó 12 gotas de polivinil alcohol y se continuó moliendo para formar una mezcla homogénea, que posteriormente se colocó en una prensa para formar una pastilla. Por último, en un crisol de alúmina, se le dio un tratamiento térmico con atmósfera de carbón a 1100°C por 6 horas en la mufla [4].

#### III.3 REVELADO DE HUELLAS DACTILARES

Se imprimieron una serie de huellas dactilares en papel aluminio, una tarjeta de crédito y una cerradura. Tras moler finamente la pastilla formada, se esparció sobre las huellas dactilares de forma uniforme y retirando el exceso del polvo [4]. También se reveló una huella dactilar con un material comercial y uno fluorescente, para comparar los resultados obtenidos.

### IV. RESULTADOS

*Fig. 1. Pastillas de SrAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>: Eu+2 bajo la irradiación de luz UV*

*Fig. 2. Revelado de una huella dactilar sobre papel aluminio con SrAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>: Eu+2, bajo la irradiación de luz UV.*

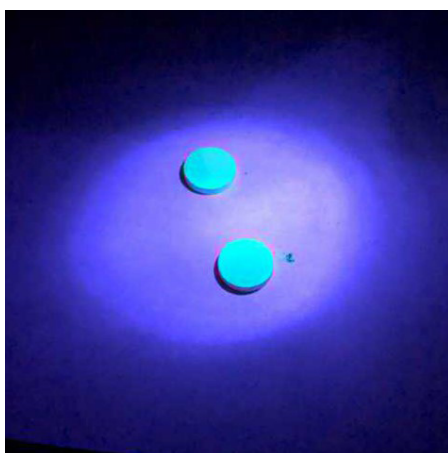


Fig. 3. Revelado de una huella dactilar sobre papel aluminio con un material fosforescente comercial, bajo la irradiación de luz UV.

Fig. 4. Revelado de una huella dactilar sobre papel aluminio con un material fluorescente, bajo la irradiación de luz UV.

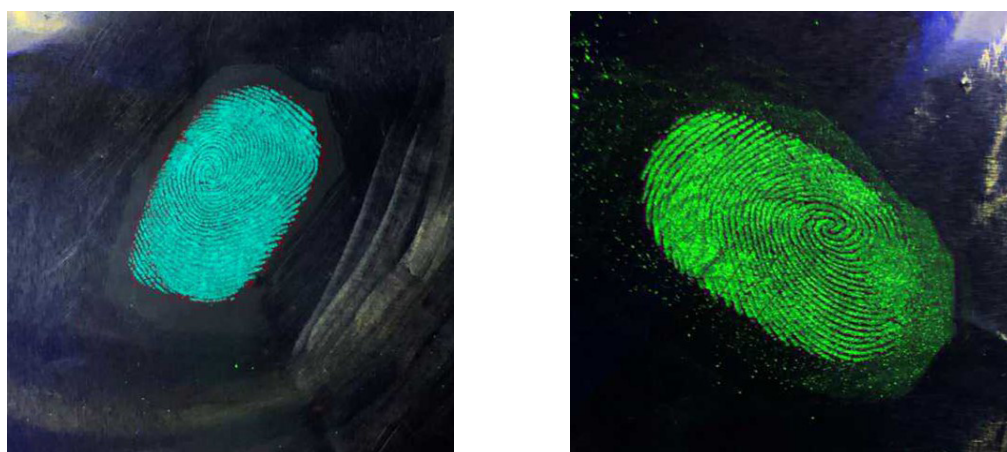
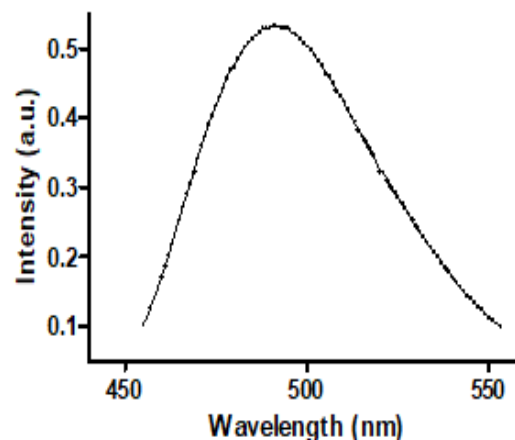
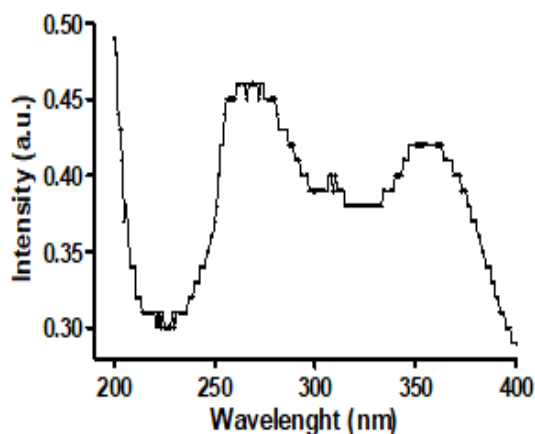


Fig. 5. Espectro de excitación de  $\text{SrAl}_2\text{O}_4: \text{Eu}^{+2}$ , monitoreando la luz UV a 493 nm.

Fig. 6. Espectro de emisión de  $\text{SrAl}_2\text{O}_4: \text{Eu}^{+2}$ , bajo irradiación de luz UV a 265 nm.



## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

El material fosforescente sintetizado, se observa en la figura 1, irradiado con una lámpara de luz UV, en donde se puede observar con claridad el color verde azulado que emite, el cual; absorbe la energía de onda corta (UV) y la disipa de manera gradual en la oscuridad en una longitud de onda más larga.

Los iones de las tierras raras aumentan la intensidad de las propiedades luminiscentes, ya que tienen la capacidad de reemplazar ciertos iones, para este caso los de Sr, confiriéndole una alta eficiencia cuántica y estabilidad por su transición foto-electrónica ( $4f^5d$ ), por lo que los iones  $\text{Eu}^{+2}$  le brindan una persistencia más prolongada a su actividad luminiscente, por ser iones activadores para la red cristalina del  $\text{SrAl}_2\text{O}_4$ , siendo directamente proporcional el aumento de intensidad y duración de fosforescencia con la cantidad de iones de esta tierra rara, aunque por falta de pruebas no se puede dar a conocer la concentración máxima y óptima para que este com-



puesto presente la mejor eficiencia posible. Se ha demostrado que al dopar con  $Dy^{+3}$ , además de  $Eu^{+2}$ , mejora su fosforescencia porque la composición de sus iones repercute para que su emisión sea más intensa, debido a que crean niveles trampa entre la banda de valencia y la banda de conducción cuando se excitan los electrones del material fosforescente, siendo ideal para el revelado de huellas dactilares en escenas de crímenes [4-5].

Sobre una hoja de papel aluminio se realizó el revelado de huellas dactilares (figura 2, 3 y 4), mostrando con nitidez la impresión de esta cuando fue aplicada el polvo sintetizado de  $SrAl_2O_4:Eu^{+2}$ , sin embargo, a pesar de que se dispersa con facilidad generando un contraste alto para diferenciar a detalle cada zona que conforma una huella dactilar sin esfuerzo, es decir, a simple vista, presentó el inconveniente de que la molienda de la pastilla no haya sido lo más fina posible, dado que al esparcir el polvo produjo manchas indeseables, la problemática podría interferir para el estudio con AFIS. Siendo esa la ventaja que se observó al usar el material fosforescente comercial, ya que, al tener una molienda más fina y tamizada, su esparcimiento sobre la impresión fue más uniforme por lo que no generó manchas como interferencia para analizar los detalles de la huella dactilar.

En la figura 4 se presenta la evidencia de un revelado utilizando un material fluorescente, el cual, demostró una ventaja sobre los fosforescentes al revelar huellas dactilares latentes aun cuando no se excite con alguna fuente de luz alternativa, es decir; con la luz blanca o natural fue suficiente para poder observar los detalles del revelado, con un alto contraste y definición. Aunque, la síntesis de materiales fosforescentes brinda una amplia apertura por la variedad de colores que pueden originar, considerando durante el desarrollo la mejora para su intensidad de resplandor, también presentan la ventaja de que pueden ser aplicados en diferentes superficies, por lo que siguen siendo buenos candidatos para su uso [3]

Fue empleado el software GraphPad 5.00 para realizar los gráficos que se muestran en las figuras 5 y 6, en donde se midió la longitud de onda excitada (493 nm) y emitida (265 nm) de nuestro material fosforescente monitoreando e irradiando con luz UV, respectivamente. Con estos datos, y sin contar con algún otro parámetro de medida, podemos tener una prueba de que presenta una estructura cristalina ortorrómbica, dado que coinciden sus características, incluso del color que emite, con el reportado en el artículo de investigación en D. Chávez, a pesar de que no se haya dopado con  $Dy^{+3}$  y porque las propiedades que se describen para la morfología de una estructura monoclinica no coinciden con las que presentó el  $SrAl_2O_4:Eu^{+2}$  [4].

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se sintetizó aluminato de estroncio dopado con europio ( $SrAl_2O_4:Eu^{+2}$ ), empleando la técnica de combustión, con una mezcla de nitratos y urea. El cual, bajo luz ultravioleta emitió a 493 nm y excitó a 265 nm un color verde azulado.

Se reveló una huella dactilar impresa sobre papel aluminio con el material fosforescente obtenido, sin embargo; se desconoce el tiempo de persistencia de su emisión, por lo que se recomienda que en un estudio posterior se realicen pruebas con un fluorómetro y se respalde la estructura con un difractograma de rayos X, al igual, observarlo bajo microscopía electrónica de barrido, contribuyendo a una mejora de sus propiedades para que sea un material más competente con los que ya se cuentan.

## VII. AGRADECIMIENTOS

Como un testimonio de gratitud a la Facultad de Química de la Universidad Autónoma de Querétaro y a la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Autónoma de Coahuila por hacer posible esta investigación durante el verano de la ciencia.

Expreso mi especial agradecimiento al Dr. Carlos Eduardo Rodríguez García por su asesoría brindada durante la investigación y a la M. en C. Alma Delia Bertadillo Jilote por formar parte de mi desarrollo como estudiante

de QFB.

Así como a Nelson Oshogwue Etafo, Jesús Iván Ruíz Martínez y Joshua Omar Carranza, por su atenta guía brindada.

#### REFERENCIAS

- [1] J. J. Pinzón García, J. Riaño Torres y H. J. Robles Martínez. Usos ilícitos que puede darse a la trasplatación de huellas dactilares en documentos privados [PhD Tesis]. Universidad La Gran Colombia, Bogotá D. C., Colombia, 2018.
- [2] S. J. Ríos Rodríguez. Verificación del proceso de autenticación biométrica en entidades bancarias, como herramienta para la prevención de falsedad personal [PhD Tesis]. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia, 2020.
- [3] D. Chávez, C. R. García, J. Oliva y L. A. Díaz-Torres. “A review of phosphorescent and fluorescent phosphors for fingerprint detection”, *Ceramics International*. Vol 47, Issue 1, pp 10-41. Disponible en: A review of phosphorescent and fluorescent phosphors for fingerprint detection - ScienceDirect [consultado en 2021]
- [4] Centro Nacional de Tecnología de Ciencias Forenses (NFSTC). “A Simplified Guide To Fingerprint Analysis”. Disponible en: Fingerprint Analysis: Introduction (forensicsciencesimplified.org) [consultado en 2021]
- [5] H. Nath Luitel, T. Watari, R. Chand, T. Torikai y M. Yada. “Giant Improvement on the Afterglow of Sr<sub>4</sub>Al<sub>14</sub>O<sub>25</sub>:Eu<sup>2+</sup>, Dy<sup>3+</sup> Phosphor by Systematic Investigation on Various Parameters”, *Journal of Materials*. Vol 2013, Article ID 613090, 10 pages. Disponible en: Giant Improvement on the Afterglow of Sr<sub>4</sub>Al<sub>14</sub>O<sub>25</sub>:Eu<sup>2+</sup>, Dy<sup>3+</sup> Phosphor by Systematic Investigation on Various Parameters (hindawi.com) [consultado en 2021]



## LA EXPERIMENTACIÓN EN EL APRENDIZAJE DE CIENCIAS NATURALES EN UN CONTEXTO MULTIGRADO

Karen Alicia Alvarado Bocanegra  
 Centro Regional de Educación Normal “Profra. Amina Madera Lauterio”  
 Prowl. Manuel José Othón S/N  
*karen.alvarado.bocanegra2018@gmail.com*

Estanislado Vázquez Morales  
 Centro Regional de Educación Normal “Profra. Amina Madera Lauterio”  
 Pról. Manuel José Othon S/N  
*estanisaid@gmail.com*

Resumen —La investigación se llevó a cabo en un contexto multigrado con alumnos ubicados en la escuela primaria de Cerro de Flores Cedral San Luis Potosí. En la asignatura de ciencias naturales de educación primaria, se focalizó la importancia que tiene la experimentación en el aprendizaje y desarrollo del alumno.

Esta investigación tuvo el objetivo de analizar los procesos de la experimentación en ciencias naturales para fortalecer el aprendizaje de los alumnos de cuarto a sexto grados a partir de un diagnóstico situado, análisis de la información, diseño de una propuesta de intervención y aplicar ciertos experimentos para comprobar su aprendizaje. Se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, con un paradigma interpretativo. En su desarrollo se generó excelente aceptación en los alumnos.

Palabras clave — Aprendizaje, alumnos, experimentación, multigrado, proceso.

Abstract — The research was carried out in a multigrade context with students located in the primary school of Cerro de Flores Cedral San Luis Potosí. In the subject of natural sciences in primary education, the importance of experimentation in student learning and development was focused. This research aimed to analyze the processes of experimentation in natural sciences to strengthen the learning of students from fourth to sixth grades from a situated diagnosis, analysis of the information, design an intervention proposal and apply certain experiments to check your learning. It was developed under a qualitative approach, with an interpretive paradigm. In its development, excellent acceptance was generated in the students.

Keywords — Learning, students, experimentation, multigrade, process.

## I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación expone la importancia del desarrollo de la experimentación en el aprendizaje de los alumnos en un contexto multigrado, se llevó a cabo en un contexto multigrado con alumnos de 4°,5°y 6°. El objetivo fue lograr que los docentes implementaran estrategias que favorecieran el ambiente y el aprendizaje dentro de las aulas; así mismo, relacionar la experimentación a los contenidos de ciencias naturales para fortalecer el aprendizaje de los alumnos.

A lo largo de la síntesis se muestran diseños de las estrategias que ayudaron a lograr combatir la problemática que se presentó dentro del aula.

## II. MARCO TEÓRICO

La experimentación en palabras de Vega (1996) la plantea como una estrategia didáctica que genera poner en práctica la hipótesis y explicaciones, para poder determinar lo que se observa y sacar propias deducciones de los resultados de la experimentación. Siempre hemos sabido que el hacer experimentos en infantil es una actividad que a los niños les emociona y motiva mucho, por los materiales que utilizan y las reacciones que observan.

El aprendizaje es un proceso mediante el cual el sujeto, a través de la experiencia, la manipulación de objetos, la interacción con las personas, genera o construye conocimiento, modificando, en forma activa sus esquemas cognoscitivos del mundo que lo rodea. Para Vygotsky el aprendizaje es una actividad social, y no sólo un proceso de realización individual como hasta el momento se ha sostenido; una actividad de producción y reproducción del conocimiento mediante la cual el niño asimila los modos sociales de actividad y de interacción, bajo condiciones de orientación e interacción social.

Se comprende el aprendizaje como un proceso mediante el cual modificamos y adquirimos habilidades, destrezas, conocimientos, conductas y valores, adquirido a través de experiencias, la observación y la interacción con el entorno y su contexto de manera significativa.


Zabalza (1990) enuncia a la enseñanza como una comunicación en la medida en que responde a un proceso estructurado, en el que se produce intercambio de información (mensajes entre profesores y alumnos). Mientras que Stenhouse (1991, 53) describe a la enseñanza como estrategias que adopta la escuela para cumplir con su responsabilidad de planificar y organizar el aprendizaje de los niños. Se comprende que enseñanza es la transmisión de conocimientos, técnicas, estrategias, normas y habilidades por medio de la interacción en un contexto social.

Para Vygotsky, el contexto social influye en el aprendizaje más que las actitudes y las creencias; tiene una profunda influencia en cómo se piensa y en lo que se piensa. Para Piaget, el contexto es en el cual el sujeto aprende por un proceso de maduración individual, a través de sus propias acciones y en interacción con la realidad. Al analizar los conceptos de los dos autores en lo personal, entiendo como contexto al entorno en el que el alumno se desenvuelve y se enfrenta a situaciones en las que existe un proceso de comunicación ya sea con un individuo o más para así producir un mensaje.

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

*Tabla 1. Conoce la acción capilar*

Propósito: Logre abrir su imaginación y entender la acción capilar.	
<b>SECUENCIA DE ACTIVIDADES</b>	<b>RECURSOS</b>


<p>Actividad inicial</p> <p>Introducir a los alumnos al tema el cual será “la acción capilar” comenzando interrogando a los alumnos_</p> <p>¿Alguna vez han escuchado que es la acción capilar?</p> <p>¿A qué crees que se refiera cuando hablamos de la acción?</p>	<p>-6 vasos de vidrio</p> <p>Toallas de papel o servilletas.</p> <p>- Colorante alimenticio</p> <p>- Agua</p>
<p>Actividad de desarrollo</p> <p>Explicar el concepto de acción capilar.</p> <p>Preparar los materiales para realizar el experimento: Junta 3 de los frascos y rellénalos con agua, 10 gotas de colorante alimentario, luego coloca los 3 vasos restantes intercalados, coloca las servilletas en cada vaso, luego observen como los colores se van mezclando y dando origen a otros nuevos.</p>	
<p>Actividad de cierre</p> <p>Socializar la clase aclarando dudas por medio de la lluvia de ideas.</p> <p>Pedir a cada alumno realizar un escrito sobre su experiencia y el aprendizaje que les dejo.</p>	

## EVALUACIÓN

MOMENTO	EVIDENCIA/PRODUCTO	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Inicio	Participación individual	Observación/Lista de cotejo
Desarrollo	Desarrollo del experimento	Observación/Lista de cotejo
Cierre	Participación individual	Observación/Lista de cotejo

Tabla 2. Vive la erupción de un volcán

<p>Propósito: Desarrolle la curiosidad sobre las reacciones químicas y así conozcan cómo es un volcán y vean cómo surge la erupción.</p>	
<p><b>SECUENCIA DE ACTIVIDADES</b></p> <p>Actividad inicial</p> <p>Introducir a los alumnos al tema el cual será “la erupción volcánica” por medio de una dinámica llamada “enanos y gigantes” el alumno que vaya perdiendo tendrá que responder los siguientes cuestionarios:</p> <p>¿Alguna vez has escuchado el por qué la reacción de un volcán?</p> <p>¿Qué sustancias crees que erupciones si las mezclas?</p> <p>¿Dónde se encuentran los volcanes?</p>	<p><b>RECURSOS</b></p> <p>Tazas de harina</p> <p>- ½ taza de agua tibia.</p> <p>- Botella de plástico (tamaño personal)</p> <p>- 4 cucharadas de aceite de cocina.</p> <p>- 2 tazas de sal</p> <p>- Una base de cartón.</p>


<p>Actividad de desarrollo</p> <p>Explicar por medio de una exposición lo referente a los volcanes.</p> <p>Entregar el material para realizar el experimento y explicar el procedimiento: Lo primero que tienes que hacer es la masa para el volcán. Toma la taza y la cuchara para medir los ingredientes y mezcla 6 tazas de harina, 2 tazas de sal, ½ taza de agua y 4 cucharadas de aceite de cocina. Una vez que la mezcla esté suave y firme, pega la botella sobre el cartón y forma el volcán agregando la masa alrededor de ella hasta que luzca como una montaña. No olvides dejar libre la boca de la botella, esta hará las veces de cráter. Puedes agregar agua para suavizar la masa.</p> <p>Cuando termines el volcán déjalo secar (puede tardar de 3 a 5 días en secarse por completo). Si lo deseas, puedes pintarlo.</p> <p>Ahora que terminaste el volcán. Con un embudo, llena la botella hasta la mitad con agua tibia y unas gotas de colorante de alimentos, preferiblemente rojo. Luego, coloca alrededor de 6 gotas de detergente líquido en la mezcla, 2 cucharadas de bicarbonato de sodio y, por último, vinagre. Observa tu volcán entrar en erupción y no olvides hacer tus anotaciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pintura verde y marrón (opcional)</li> <li>- ¼ Bicarbonato de sodio</li> <li>- ½ taza de vinagre</li> <li>- 3 cucharadas de detergente líquido para vajilla.</li> <li>- Colorante para alimentos rojo (opcional)</li> <li>- Agua tibia</li> </ul> 
<p>Actividad de cierre</p> <p>Terminar la clase con un escrito de manera individual en el cual el alumno debe escribir su experiencia con el experimento.</p> <p>Socializar la actividad y responder dudas si es que se presentan.</p>	

## EVALUACIÓN

MOMENTO	EVIDENCIA/PRODUCTO	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Inicio	Participación individual	Observación/Lista de cotejo
Desarrollo	Desarrollo del experimento	Observación/Lista de cotejo
Cierre	Participación individual	Observación/Lista de cotejo

Tabla 3. La vela que hace subir el agua


<p>Propósito: Entienda la función que tiene el oxígeno y que sucede cuando el aire pierde la presión.</p>	
<p><b>SECUENCIA DE ACTIVIDADES</b></p>	<p><b>RECURSOS</b></p>
<p>Actividad inicial</p> <p>Comenzar la clase con una dinámica llamada “la papa caliente” con el objetivo de realizar interrogaciones a los alumnos que vayan perdiendo:</p> <p>¿Qué es para ti el oxígeno?</p> <p>¿El oxígeno y el aire son lo mismo?</p> <p>¿Qué entiendes por presión?</p> <p>¿Qué función cumple el oxígeno?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Una vela</li> <li>- Vaso transparente</li> <li>- Plato hondo con agua</li> </ul>

<p>Actividad de desarrollo</p> <p>Explicar por medio de diapositivas a lo que se refiere el oxígeno, la presión y el aire y lograr que el alumno entienda el concepto en si para después pasar a realizar el procedimiento del experimento: Primeramente, pega la vela al fondo del plato con la misma cera, llena el plato con agua a una altura de 3cm aproximadamente, coloca el vaso boca abajo, de tal forma que tape la vela, observarás que por falta de oxígeno la vela se apagará. Luego, el agua que estaba en el plato empezará a filtrarse dentro del vaso.</p>	
<p>Actividad de cierre</p> <p>Socializar las actividades realizadas a lo largo de la clase y resolver dudas.</p>	

## EVALUACIÓN

MOMENTO	EVIDENCIA/PRODUCTO	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Inicio	Participación individual	Observación/Lista de cotejo
Desarrollo	Desarrollo del experimento	Observación/Lista de cotejo
Cierre	Participación individual	Observación/Lista de cotejo

Tabla 4. Conozcamos el aparato respiratorio

<p>Propósito: Conozcan el proceso que se realiza en el aparato respiratorio y así mismo la función del aire para saber cómo es que se crea nuestra respiración.</p>	
<p><b>SECUENCIA DE ACTIVIDADES</b></p>	<p><b>RECURSOS</b></p>
<p>Actividad inicial</p> <p>Comenzar la clase con una dinámica llamada “stop de aparato respiratorio” la cual consiste en facilitar a cada alumno una parte del aparato respiratorio, los alumnos tienen que estar en un círculo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Una botella de plástico vacía</li> <li>o Unas tijeras</li> <li>o 3 popotes.</li> <li>o Un corcho</li> </ul>
<p>Actividad de desarrollo</p> <p>Comenzamos la clase con ayuda de una exposición amplia que le brindare a los alumnos sobre la función del aparato respiratorio y así mismo lo fortalecí con ayuda de un video que explicaba ampliamente todo lo que los alumnos deben conocer sobre el tema.</p> <p>Pedir a los alumnos preparar su material para comenzar con el experimento: comenzar cortando la parte de debajo de la botella, con ayuda de las tijeras perfora la tapa de la botella, mete el popote y haz como un tubo que baje y conecte con los dos lados de los pulmones (globos) para que así pueda circular el aire, después conecta los globos asegúrate que no tenga fugas de aire, para finalizar pones el guante de látex en la parte de debajo de la botella y listo, jalas el guante sin zafarlo para que circule el aire a los pulmones y puedas conocer la función del aparato respiratorio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Guante de latex (un par)</li> <li>o Cinta aislante</li> <li>o Globos</li> <li>o Video <a href="https://youtu.be/LbqH-ZAstRcQ">https://youtu.be/LbqH-ZAstRcQ</a></li> </ul> 

Actividad de cierre Socializar la clase por medio de lluvia de ideas y aclarar dudas.	
--	--

## EVALUACIÓN

MOMENTO	EVIDENCIA/PRODUCTO	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Inicio	Participación individual	Observación / Lista de cotejo
Desarrollo	Desarrollo del experimento	Observación / Lista de cotejo
Cierre	Participación individual	Observación / Lista de cotejo

## IV. RESULTADOS

El resultado que se dio en cada experimento fue sorprendente, los alumnos fueron más participativos, positivos y siempre comentaron que les gustó trabajar con base a experimentos. Fue más comprensible para que el alumno dé una explicación de algo después de haberlo manipulado. Dentro del contexto donde se desarrolló la investigación a pesar de ser un poco complicado encontrar el material, los experimentos seleccionados para su aplicación fueron muy enriquecedores y tuvieron muy buen resultado. Los investigadores estuvieron satisfechos del trabajo que se realizó y espero esta investigación oriente a más docentes a conocer la importancia de la experimentación dentro de cualquier contexto ya que es muy enriquecedora para cambiar la ideología de los alumnos.

Durante el análisis se logró contestar muchas interrogantes personales; también, se encontró respuesta al supuesto porque, si los alumnos llevaron consigo la experimentación fortalecieron mucho más sus aprendizajes que los ayudó a elevar aún más la creatividad y la autonomía por innovar cosas nuevas, encontrar respuesta a teorías científicas que no quedan claras como a ellos les gustaría.

Se comprendió que si el docente promueve la experimentación en ciencias naturales ayudara al alumno a ser crítico, autónomo, creativo e inteligente, ya que, fortalecerá muchísimo su aprendizaje en cada una de las actividades que desarrolle a lo largo de su vida cotidiana.

## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Se tuvo la ideología de que sería complicado aplicar cada una de las propuestas, sin embargo, como docente en formación se realizó bien, existió satisfacción a pesar de que no fueron aplicados todos los experimentos; pero, el recibimiento de los alumnos hacia nuevas formas de trabajo fue muy bueno. Los alumnos durante el proceso de cada experimento se motivaron y demostraron que estuvieron entusiasmados pues no se les brindó una clase totalmente común.

Los docentes de las escuelas en contextos multigrado, al saber de esta propuesta, demostraron disposición por aplicar los experimentos de la propuesta de intervención para que sus alumnos estén un poco más motivados a la hora de trabajar.

Me satisface el hecho de que mis alumnos estuvieran contentos con la aplicación de cada uno de los experimentos, la mayoría de ellos fueron insistentes a que se aplicara la mayor parte de trabajos en los que podían interactuar para que así mismo generar en ellos la creatividad, el interés y lograr que los alumnos tuvieran una visión más amplia en lo que realizaran en su vida cotidiana.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La experimentación es un factor importante en el desarrollo del estudiante, ya que orilla a los alumnos a ampliar más su conocimiento sobre los temas científicos que se están llevando a cabo, de la misma manera crea alumnos

con pensamiento crítico y creativo.

El contexto en el que se realizó la investigación. Dejó infinidad de aprendizajes, ya que como docentes, se observó que los alumnos no tienen las mismas oportunidades en cuanto al aprendizaje, ya que, a pesar de la gestión por las escuelas rurales, es muy poco el resultado. La experimentación en aulas multigrado es poco complicada de aplicar; pero, puede beneficiar a los alumnos por individual a resolver situaciones o encontrar respuesta a ellas con los recursos que ellos tienen sin buscar fuera de su entorno.

Sin embargo, los experimentos que propone el plan y programa son flexibles para moldearse con recursos que pueden encontrar los alumnos de comunidades rurales, aun así, existen docentes que los dejan de lado por miedo a salir de la cotidianidad.

Por otro lado, están los alumnos, quienes muestran mucha accesibilidad a la hora de trabajar con experimentos ya que les parece menos rutinario y cansado. Durante la aplicación de los experimentos se identificaron diversas formas para que los alumnos elaboren infinidad de experimentos que les generen aprendizajes significativos sin tener que complicar su desarrollo con recursos costosos.

Como docentes debemos estar al pendiente de las inquietudes de los alumnos, es decir, tenemos que generar en ellos la confianza de preguntar sobre las dudas que se les presenten a lo largo de la realización de los experimentos. Se consideró a la intervención docente de mucha ayuda, se dio cuenta que la experimentación si generó cierto tipo de duda en los alumnos y ellos fueron capaces de investigar o preguntar sobre los temas vistos y con ellos generó en los estudiantes un aprendizaje enriquecedor, permanente y significativo. La manera en que el docente aceptó la propuesta amplía mucho la oportunidad de aprendizaje en los alumnos y en el docente en formación ya que con su ayuda en la implementación de la propuesta ambos finalizaron con una reflexión donde estuvieron de acuerdo que la experimentación abre la imaginación del alumno. Es decir, lograron diversas competencias, como generar ambientes formativos para proponer la autonomía y promover el desarrollo de las competencias en los alumnos de educación básica.

Por último, creo necesario recalcar que mi investigación en lo personal fue muy enriquecedora ya que a lo largo de ella se respondieron cada una de las preguntas generadas al iniciar la investigación, así como también se dio respuesta al supuesto.

## V. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco a mis alumnos que fueron parte de este proceso de experimentación a mi tutor quien siempre confió en mí, a mi asesor metodológico quien me dio las facilidades para desarrollar los procesos de experimentos y a mi alma mater quien me dio el cobijo durante esta formación.

## REFERENCIAS

- Cazares M. A. G. (2014). La actividad experimental en la enseñanza de las ciencias naturales. México.
- Cruz Andrea S.R. (2001). La experimentación en la clase de ciencias naturales en primero como eje de procesos de conocimiento científico. Chile.
- De la Blanca Soledad; Hidalgo, José, Burgos, Consuelo (2013), Escuela infantil y ciencia: la indagación científica para entender la realidad circundante. Barcelona.
- Morillas Vanessa (2014) La manipulación y la experimentación en Educación infantil. Cádiz.
- Rivera Monroy M.A (2016). La experimentación como estrategia para la enseñanza aprendizaje del concepto de materia y sus estados. México.
- Sampieri R. H. (2006). Metodología de la información. En R.H. Sampieri, Metodología de la investigación (pág. 882). México: Ricardo A. del bosque Alayón.

Tamayo y Tamayo, M. (2012). El Proceso de la Investigación Científica. México: editorial Limusa, p. 122.  
Tourrián José, Sáez Rafael (2006) La metodología de la investigación y la construcción del conocimiento de la educación. Ensino.



## IDENTIFICACION DE METABOLITOS SECUNDARIOS EN EXTRACTOS DE PLANTAS

Jiménez Martínez Mariella de Jesús  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí  
Facultad de Ciencias Químicas.  
Av. Dr. Salvador Nava s/n  
C.P. 78290, San Luis Potosí, S.L.P.  
*a296383@alumnos.uaslp.mx*

Dra. Alejandra Sarahí Ramírez Segovia  
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato  
Carr. Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821  
Irapuato, Gto.  
*alejandra.rs@irapuato.tecnm.mx*

Resumen — En este trabajo se realizó la investigación teórica sobre metabolitos secundarios presentes en extractos de albahaca blanca (*Ocimum basilicum* L.), guayaba (*Psidium guajava*) y té verde (*Camellia sinensis*), a fin de realizar una comparación que correlacione las diferentes propiedades atribuidas a estas plantas. Se dió un enfoque a la presencia de flavonoides y la variedad de estructuras de este grupo de metabolitos cuyas propiedades moleculares les otorgan una actividad farmacológica y se investigó la metodología para la determinación de la actividad antioxidante presente en extractos de las especies mencionadas. Se reunió información de diferentes bases de datos y revistas estandarizadas como PubMed, PubChem, ElSevier y Annual Reviews.

Palabras clave — Flavonoides, antioxidante, extractos.

Abstract — In this work, the theoretical research on secondary metabolites present in extracts of white basil (*Ocimum basilicum* L.), guava (*Psidium guajava*) and green tea (*Camellia sinensis*) was carried out, in order to make a comparison that correlates the different properties attributed to these plants. A focus was given to the presence of flavonoids and the variety of structures of this group of metabolites whose molecular properties give them a pharmacological activity and the methodology for determining the antioxidant activity present in extracts of the mentioned species was investigated. Information was gathered from different databases and standardized journals such as PubMed, PubChem, ElSevier and Annual Reviews.

Keywords — Flavonoids, antioxidant, extracts.

## I. INTRODUCCIÓN

A través de la historia las plantas medicinales se han instituido como un agente de la salud en diferentes culturas y a través de este conocimiento que se ha transmitido de generación en generación estableciendo las bases de la medicina tradicional que dio lugar a la medicina moderna. Se han estudiado aquellas especies cuyos metabolitos poseen actividad farmacológica y durante años se ha referido a conocimientos y prácticas de comunidades indígenas para pulir las técnicas a fin de validar de manera científica sus usos, promoviendo el desarrollo de fitomedicamentos seguros y eficaces.

Los flavonoides se producen en el metabolismo secundario de las plantas mediante una ruta biosintética mixta a través de la ruta del ácido shikímico y la ruta de los policétidos. [1] Se sabe que estos metabolitos se distribuyen principalmente en las partes aéreas jóvenes y más expuestas al sol ya que la luz solar favorece su síntesis, se encuentran de manera abundante en las hojas, flores y frutos de las plantas. [2]

Dadas las propiedades y la evidencia de las mismas que se les han atribuido a estos metabolitos han atraído el interés en los últimos años, y debido a la amplia variedad de plantas que los producen se han vuelto los principales polifenoles de estudio. [3]

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Daño Oxidativo

Las células y tejidos continuamente se ven amenazados por el daño causado por radicales libres y especies reactivas del oxígeno, producidas durante el metabolismo normal del oxígeno o inducidos por daños exógenos. Esto interfiere con las funciones celulares, uno de los eventos más importantes parece ser la peroxidación de lípidos, que da como resultado el daño de la membrana celular, este daño celular provoca un cambio en la carga neta de la célula, cambiando la presión osmótica, lo que lleva a la hinchazón y, finalmente, a la muerte celular. [4]

Los radicales libres pueden atraer varios mediadores inflamatorios, contribuyendo a una respuesta inflamatoria general y daño tisular, mismo que se relaciona con el origen y desarrollo de ciertas enfermedades multifactoriales de carácter crónico, como la oxidación de las LDL y la enfermedad cardiovascular, el daño oxidativo al ADN y el cáncer y la oxidación de las proteínas de las lentes oculares y la alteración de la visión. [5]

### B. Flavonoides como antioxidantes

Los flavonoides son compuestos fenólicos diaril-propánicos, siendo su estructura del tipo C6-C3-C6, con dos anillos aromáticos (bencénicos) unidos entre sí por una cadena de 3 carbonos ciclada a través de un oxígeno. Se considera que su estructura deriva de la g-cromona (o benzo- -pirona) con un fenilo en posición 2. [2] Se les ha caracterizado como antioxidantes dado que inhiben la peroxidación lipídica, reducen radicales libres, tienen la capacidad de quelar metales, Interfieren con la actividad inducible de óxido nítrico sintasa e inhiben la actividad de la xantina oxidasa

### C. Diabetes, polifenoles y proteínas

La diabetes se caracteriza por niveles altos de glucosa en sangre, en los últimos años se ha convertido en un problema de salud a nivel mundial, se ha estudiado la interacción entre polifenoles y proteínas. Esto dado que la glucosa puede reaccionar con las proteínas plasmáticas a través de un proceso no enzimático para formar hemoglobina glucosilada y albúmina sérica glucosilada, que se han utilizado como controles a largo y corto plazo de la diabetes, sin embargo esta glicación no enzimática de las proteínas plasmáticas es un factor importante que contribuye al desarrollo de complicaciones de la diabetes, aunque, no está claro cómo influye la glucosa en la interacción entre los flavonoides y las proteínas plasmáticas humanas. [3,6]

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

a) De manera teórica y general se establecieron los fundamentos de las pruebas para la determinación de la actividad antioxidante. Los métodos para esta determinación se basan en la comprobación del daño oxidativo inducido por un agente oxidante y como este efecto se ve inhibido o reducido en presencia de un antioxidante. De modo que la actividad antioxidante del compuesto será proporcional a la inhibición observada. [5]

Algunos otros métodos se basan en la cuantificación de los productos formados tras el proceso oxidativo, sin embargo, la mayoría de estos ensayos son realizados con radicales que no tienen significado biológico.

b) Establecido el punto anterior se investigó en diversas fuentes la metodología para la simulación de plasma sanguíneo para en un futuro realizar las determinaciones en este medio a fin de darle mayor relevancia biológica al establecerse una diana fisiológica.

Se estableció el fundamento de la simulación de plasma sanguíneo (SBF, por sus siglas en inglés “simulated body solution”). Medio en el cual se simulan las concentraciones plasmáticas de iones, sin embargo, estas concentraciones en el método convencional de este medio son ligeramente diferentes, por lo cual se presentó el método convencional y un reajuste con  $\text{CaCl}_2$  anhidro 2 como la fuente de calcio, y que no utiliza  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ . [7] Volviendo las concentraciones más cercanas a las plasmáticas y se realizó el reajuste de reactivos para 10mL.

c) Se recabó información sobre las tres especies a partir de artículos científicos y se obtuvieron los metabolitos secundarios presentes, además de caracterizar superficialmente las especies comparando la actividad farmacológica que estas presentan.

### IV. RESULTADOS

Los flavonoides y sus metabolitos se intercambian rápidamente entre formas libres y unidas dentro de la circulación. La unión reversible a las proteínas plasmáticas puede tener consecuencias para el suministro de flavonoides y sus metabolitos a las células y tejidos. [6]

Se encontraron similitudes entre las propiedades de las tres especies que de una perspectiva muy general se pueden atribuir a los componentes que estos presentan en común, los cuales se conjuntan en la tabla 1.

Albahaca Blanca:

La albahaca blanca (*Ocimum basilicum* L.) se ha destacado por sus usos tanto culinarios como farmacéuticos, centrándonos a esta última área cabe mencionar sus propiedades como antiséptico, analgésico antiulcerogénico, estimulante cardíaco, antioxidante, antimicrobiano, antifúngico, antiinflamatorio y antituberculoso.

Se le han atribuido metabolitos que incluyen alcaloides, flavonoides, fenólicos y terpenoides, estos son los que les brindan sus propiedades, aunque estos pueden variar según los factores ambientales. [8]

Guayaba:

La guayaba se ha caracterizado como una excelente fuente de fitoquímicos, en el extracto metanólico de las hojas se ha observado una alta actividad antioxidante en tanto que al extracto acuoso se le atribuyen propiedades antibacterianas. Además, uno de sus compuestos llamado quercetina el cual es un flavonoide presenta actividad espasmolítico, a esta especie se le han atribuido propiedades cardioprotectoras, hepatoprotectoras y anti mutagénicas por los flavonoides, terpenos y sesquiterpenos que contienen. [9]

Té Verde:

Las catequinas en esta bebida son fuertes antioxidantes, el contenido de minerales y vitaminas aumenta ese potencial antioxidante, estudios demuestran que reduce el riesgo de la enfermedad cardiovascular y algunas formas de cáncer, además de la actividad antibacteriana y neuroprotectora.

Tabla 1. Metabolitos en las tres especies [8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18]

	Albahaca	Guayaba	Té Verde
Monoterpenos	Eucaliptol Linalol Humuleno Alcanfor Cis- $\beta$ -ocimeno Trans Ocimeno $\beta$ -linalol $\beta$ -pineno $\alpha$ -pineno Sabineno Limoneno	Epiglobulol $\beta$ -copaneno $\alpha$ -pineno $\beta$ -pineno Linalol Humuleno $\alpha$ -Terpineol	$\beta$ -ocimeno Óxido trans- dehidroxi- linalol Cis -óxido de linalol (piranoide) Cis -óxido de linalol (furanoide) (E, E) -Allo-ocimeno $\beta$ -Mirceno Linalol
Triterpenos	Ácido ursólico Ácido betulínico Ácido oleanólico	Ácido ursólico Ácido oleanólico Ácido guavacumarico Ácido jacumarico	
Terpeno	Myrtenal	Aromandendrene Aloarmadendrene Fitol	Sulcatona
Sesquiterpeno	$\beta$ -selineno $\alpha$ -farneseno Trans – Cariofileno $\beta$ - bisaboleno Germacreno D	Farneseno Cariofileno $\gamma$ -muuroleno $\beta$ - bisaboleno $\beta$ –Chamigrene $\alpha$ -Calacorene $\alpha$ – Bulneseno Nerolidol $\beta$ -selineno	Farneseno trans - $\alpha$ -bergamoteno
Flavonoides	Orientina Vicenina	Guaijaverina Tamarixetin Catequina	Catequina Teasinensina A Epiatzelechín 3-galato

Flavonoles	Rutina Isoquercetina	Quercetina hexóxido Quercetina pentosida Miricetina Glucurónido de Kaempferol Glucorónido de Quercetina Catequina Galocatequina Hidrato de Catequina Avicularina Rutina Gossypetin	Quercetina glucosa Quercetina galactosa Quercetina rutinosa Miricetina Kanferol Epicatequina Epigalocatequina Epicatequina galato Epigalocatequina galato
Flavonas	Apigenina Luteolina Vitexina Isovitexina	Luteolina	
Ácido Fenólicos	Ácido rosmarínico Ácido cafeico		
Fenilpropanoides	Metil eugenol Eugenol Ácido chicórico	Metil Isoeugenol	
Antocianinas	Peonidina Cianidina	Leucocianidina	
Cumarinas	Esculetina Bergamoteno	Amritósido	
Ácidos dihidroxi- benzoicos	Ácido protocatecuico Ácido vanílico Ácido 4-hidroxibenzoico, vainillina, 4-hidroxibenzal- dehído		
Ésteres	Metilcinamato Acetato de bornilo Éster metílico del ácido gá- lico Éster etílico del ácido gálico	Acetato de etilo	
Ácidos Hidroxici- námicos	Ácido cafeico Ácido clorogénico		
Taninos			estricтинina
Carotenoides		Licopeno	
		β-caroteno	

## V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los diferentes compuestos presentados en la tabla 1, muestran una mayor cantidad de metabolitos presentes en las primeras dos especies si se comparan con los presentados en la columna referente al té verde, esto puede ser un marcador de mayor actividad farmacológica en las hojas de las especies de guayaba y albahaca blanca con respecto al té verde, además, dados los compuestos en los que estos coinciden se entiende la similitud en la actividad que estos presentan.

Realizando la comparación en el apartado de flavonoles se observa variantes de carbohidratos unidos a quercetina, flavonol que se ha estudiado como suplemento alimenticio y se ha comprobado la mejora en el progreso de enfermedades. [18]

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este proyecto propone la comparación de los metabolitos secundarios presentes en Albahaca blanca, guayaba y té verde a fin de fomentar y promover la utilización de las especies mexicanas para el tratamiento y prevención de enfermedades, además de la conservación de la salud. Estableciendo mayor contenido de flavonoides en los extractos se entiende una mayor actividad antioxidante y múltiples efectos benéficos, tales como los efectos sobre el sistema cardiovascular y la actividad hipoglucemiante que ha presentado, aun se desconoce como se produce esta interacción sin embargo se ha demostrado la actividad.

## VII. AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al comité organizador del verano de la ciencia regional por la oportunidad de ser participe de un proyecto de esta índole dando comienzo a un área de oportunidad y crecimiento.

## REFERENCIAS

- [1] Kuklinski C. Farmacognosia. Barcelona: Omega, 2000
- [2] LUENGO, M. T. (2002). Flavonoides: Fitoterapia. Offarm, 108-113.
- [3] Du, Shaolong & Xie, Yixi & Chen, Xiaoqing. (2012). Influence of glucose on the human serum albumin–flavone interaction and their antioxidant activity. *Molecular bioSystems*. 9. 10.1039/c2mb25351h.
- [4] Robert J Nijveldt, Els van Nood, Danny EC van Hoorn, Petra G Boelens, Klaske van Norren, Paul AM van Leeuwen, Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications, *The American Journal of Clinical Nutrition*, Volume 74, Issue 4, October 2001, Pages 418–425, <https://doi.org/10.1093/ajcn/74.4.418>
- [5] Fernández-Pachón, M<sup>a</sup> Soledad, Villaño, Débora, Troncoso, Ana M<sup>a</sup>, & García-Parrilla, M<sup>a</sup> Carmen. (2006). Revisión de los métodos de evaluación de la actividad antioxidante in vitro del vino y valoración de sus efectos in vivo. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 56(2), 110-122. Recuperado el 18 de Junio de 2021, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S000406222006000200002&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000406222006000200002&lng=es&tlng=es).
- [6] Wang Y, Zhao Y, Yang F, Yuan Y, Wang H, Xiao J. Influences of glucose on the dietary hydroxyflavonoid-plasma protein interaction. *J Agric Food Chem*. 2012 Dec 12;60(49):12116-21. doi: 10.1021/jf303094e. Epub 2012 Nov 28. PMID: 23163621.
- [7] Tas, A. C. (2014). How to prepare SBF-solution C. *Journal of non-crystalline solids, Non-crystalline Solids*, 120, 138-151, 1990)
- [8] Muhammed Akif Açıkgoz, Establishment of cell suspension cultures of *Ocimum basilicum* L. and enhanced production of pharmaceutical active ingredients, *Industrial Crops and Products*, Volume 148, 2020, 112278, ISSN 0926-6690, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112278>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669020301941>)

- [9] Ngbolua, J. (2018). A review on the Phytochemistry and Pharmacology of *Psidium guajava* L. (Myrtaceae) and Future direction. *Discovery Phytomedicine*, 5(2). doi:<http://dx.doi.org/10.15562/phytomedicine.2018.58>
- [10] Ahmed AF, Attia FA, Liu Z, Li C, Wei J, Kang W (2019) Antioxidant activity and total phenolic content of essential oils and extracts of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) plants. *Food Sci Hum Wellness*. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2019.07.004>
- [11] Ashraf A, Sarfraz RA, Rashid MA, Mahmood A, Shahid M, Noor N. Chemical composition, antioxidant, antitumor, anticancer and cytotoxic effects of *Psidium guajava* leaf extracts. *Pharm Biol*. 2016 Oct;54(10):1971-81. doi: 10.3109/13880209.2015.1137604. Epub 2016 Feb 3. PMID: 26841303.
- [12] Dörr OS, Brezina S, Rauhut D, Mibus H. Plant architecture and phytochemical composition of basil (*Ocimum basilicum* L.) under the influence of light from microwave plasma and high-pressure sodium lamps. *J Photochem Photobiol B*. 2020 Jan;202:111678. doi: 10.1016/j.jphotobiol.2019.111678. Epub 2019 Oct 31. PMID: 31734433.
- [13] Green tea extract does not affect exogenous glucose appearance but reduces insulinemia with glucose ingestion in exercise recovery Brian J. Martin, Chris McGlory, Martin J. MacInnis, Mary K. Allison, Stuart M. Phillips, and Martin J. Gibala *Journal of Applied Physiology* 2016 121:6, 1282-1289
- [14] Hyung Won Ryu, Heung Joo Yuk, Ju Hyeon An, Doo-Young Kim, Hyuk-Hwan Song, Sei-Ryang Oh, Comparison of secondary metabolite changes in *Camellia sinensis* leaves depending on the growth stage, *Food Control*, Volume 73, Part B, 2017, Pages 916-921, ISSN 0956-7135, <https://doi.org/10.1016/j.food-cont.2016.10.017>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713516305606>)
- [15] Liu X, Yan X, Bi J, Liu J, Zhou M, Wu X, Chen Q. Determination of phenolic compounds and antioxidant activities from peel, flesh, seed of guava (*Psidium guajava* L.). *Electrophoresis*. 2018 Jul;39(13):1654-1662. doi: 10.1002/elps.201700479. PMID: 29756280.
- [16] Singh, B. and Sharma, R.A. (2020). *Ocimum* Species. In *Secondary Metabolites of Medicinal Plants* (eds B. Singh and R.A. Sharma). <https://doi.org/10.1002/9783527825578.c02-60>
- [17] Vicente-Vicente, L., & Prieto, M., & Morales, A. I. (2013). Eficacia y seguridad de la quercetina como complemento alimenticio. *Revista de Toxicología*, 30(2),171-181.[fecha de Consulta 18 de Junio de 2021]. ISSN: 0212-7113. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91931189008>



# IDENTIFICACIÓN DE BIOMARCADORES EN MODELOS MURINOS CON SÍNDROME METABÓLICO MEDIANTE EL USO DE ESPECTROSCOPIA RAMAN

Valeria Jacqueline Soto Ontiveros  
Universidad Autónoma de Querétaro  
Cerro de las Campanas S/N, Centro Universitario, 76010 Santiago de Querétaro, Qro.  
*vsoto20@alumnos.uaq.mx*

Miguel Ghebre Ramírez Elías  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí  
Av. Parque Chapultepec 1570, 78210 San Luis, S.L.P.  
*miguel.ghebre@uaslp.mx*

Resumen — La espectroscopia Raman ha demostrado ser una herramienta valiosa para la detección de biomarcadores de manera no invasiva. Con el objetivo de identificar posibles biomarcadores en Síndrome Metabólico (SM) y generar las bases de un modelo diagnóstico estandarizado y de fácil procesamiento, se propuso el uso de la espectroscopia Raman. Se tomaron mediciones Raman de dos grupos de ratas, uno control y otro con SM y se procesaron informáticamente, aunado a un Análisis de Componentes Principales (ACP). Resultando que los espectros Raman obtenidos de cada grupo eran diferentes entre sí y presentaban picos característicos. Así pues, identificando las moléculas asociadas a cada espectro en cada condición se puede establecer en un futuro un método diagnóstico exitoso.

Palabras clave — Biomarcador, Espectroscopia Raman, Síndrome Metabólico, Análisis de Componentes Principales.

Abstract — Raman spectroscopy has proven to be a valuable tool for the non-invasive detection of biomarkers. In order to identify possible biomarkers in Metabolic Syndrome and to generate the basis for a standardized and easy to process diagnostic model, the use of Raman spectroscopy was proposed. Raman measurements were taken from two groups of rats, one control and the other with MS (MS) and were computer processed, together with a Principal Component Analysis (PCA). It turned out that the Raman spectra obtained from each group were different from each other and presented characteristic peaks. Thus, by identifying the molecules associated with each spectrum in each condition, a successful diagnostic method can be established in the future.

Keywords — Biomarker, Raman Spectroscopy, Metabolic Syndrome, Principal Components Analysis.

## I. INTRODUCCIÓN

El Síndrome Metabólico (SM) es definido por un conjunto de desórdenes metabólicos (Tabla 1). El grado de prevalencia en la población varía en función de los criterios utilizados para la definición del SM; se calcula que alrededor del 20-45% de la población adulta mundial padece SM y la prevalencia es mucho mayor entre las mujeres que entre los hombres [1, 2].

Tabla 1. Definición de Síndrome Metabólico

Factor de riesgo	Definición del nivel
Obesidad abdominal	Cintura >94 cm (hombre) Cintura >80 cm (mujer)
Triglicéridos	>150 mg/dL
Colesterol HDL	<40 mg/dL (hombre) <50 mg/dL (mujer)
Presión arterial	≥130/≥85 mm Hg
Glucosa en ayunas	≥100 mg/dL

De acuerdo a los factores establecidos por la Federación Internacional de Diabetes (IDF). HDL: Lipoproteínas de Alta Densidad [2].

Los problemas de salud asociados al SM son una mayor incidencia en obesidad, diabetes tipo 2 (hasta 5 veces más riesgo), hipertensión y dislipidemias. Además, las personas con SM tienen el doble de probabilidades de morir y el triple de probabilidades de sufrir un infarto o un ictus en comparación con las personas que no padecen el síndrome [2, 3].

Recientemente se ha generado gran interés por encontrar metodologías que permitan la detección de biomarcadores de manera no invasiva para el diagnóstico temprano de enfermedades, para esto se ha propuesto el uso de la espectroscopia Raman, la cual presenta numerosas ventajas con respecto a otros métodos de detección: mantiene la composición química y estructural de la muestra (es decir, no la destruye), no se requiere de preparación previa de la misma, permite análisis in vivo, así como in situ y es altamente sensible a pequeños cambios en la composición de la muestra [4, 5].

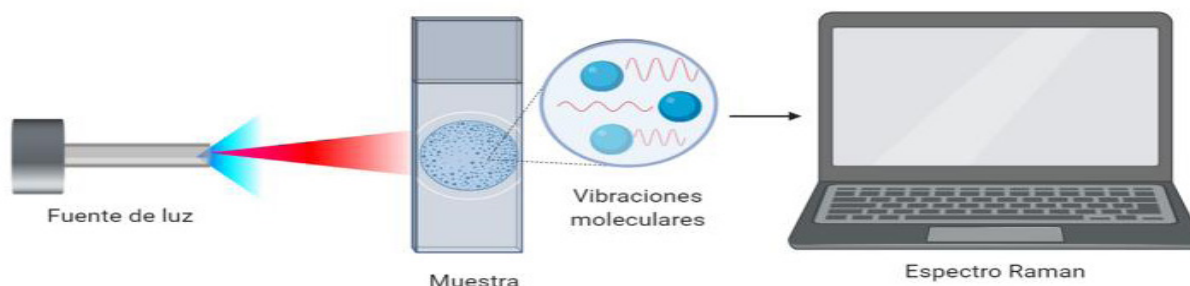
El objetivo del presente trabajo fue identificar posibles biomarcadores de SM en piel de modelos murinos haciendo uso de la espectroscopia Raman para generar las bases de un modelo diagnóstico económico, de fácil procesamiento y que permita estandarizar a nivel mundial el diagnóstico de SM.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Espectroscopia Raman

Cuando una muestra es iluminada con una fuente de luz, los fotones incidentes se absorben o dispersan. Si se absorben, la energía del fotón se transfiere a las moléculas; si se dispersan y la energía se conserva se denomina dispersión elástica, mientras que si el fotón dispersado presenta un ligero cambio de energía se denomina dispersión inelástica (1 de cada 10 000 millones de fotones pueden presentar este tipo). Esta pequeña diferencia de energía entre el fotón incidente y el fotón dispersado es el efecto Raman, el cual proporciona información a nivel molecular, ya que los fotones interactúan con las moléculas de una muestra produciendo diferentes estados vibracionales moleculares característicos que permiten obtener un espectro único para una muestra, también conocida como “huella digital” (Figura 1) [4].

Fig. 1. Metodología de la espectroscopia Raman [4].



### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### A. MODELOS ANIMALES

Se utilizaron ratas macho Wistar de veintiocho semanas de edad, mantenidas individualmente en jaulas de plástico transparente, a  $23 \pm 1$  °C con 12:12 h luz oscuridad, con comida y agua ad libitum. Las ratas control fueron alimentadas con una dieta estándar (LabDiet 5001) y las ratas con síndrome metabólico con una dieta alta en grasas (LabDiet Rodent 5001 con un 40.0% de grasa adicional). Previo a las mediciones Raman la piel del abdomen de las ratas donde se realizó la medición se rasuró y limpió.

#### B. MEDICIONES RAMAN

Los espectros Raman se adquirieron utilizando un sistema Raman portátil (PeakSeeker, Agiltron Inc.) (Figura 2 a) con un rayo láser de 785 nm y 90 mW. Se colocó la sonda Raman con los parámetros anteriores ya establecidos sobre el abdomen de las ratas (Figura 2 b) y se recogieron cinco escaneos con una resolución de 10  $\text{cm}^{-1}$  para cada muestra, con un tiempo de exposición total de 15 s. La adquisición del espectro Raman de la piel se hizo por triplicado. Todas las mediciones Raman se realizaron en las mismas condiciones experimentales. Los espectros promedio adquiridos de cada animal se procesaron para eliminar el fondo de auto fluorescencia utilizando un algoritmo de ajuste polinómico iterativo [6]. Cada espectro Raman medido se estandarizó para tener un área unitaria bajo la curva.

Fig. 2. a) Equipo Raman portátil. b) Toma de espectros Raman.



#### C. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

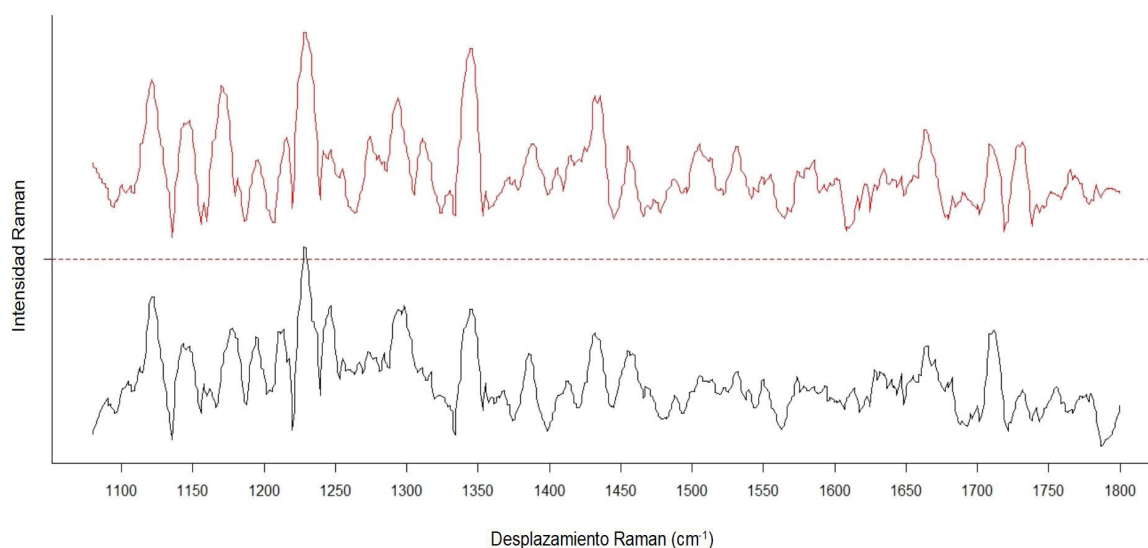
Todos los espectros Raman de piel se evaluaron mediante el análisis de componentes principales (ACP). El número de componentes principales a retener se determinó en base a la varianza acumulada explicada por los componentes principales [7].

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los espectros Raman promedio obtenidos a través del procesamiento y agrupación de los espectros individuales de cada grupo se muestran en la Figura 3. Al comparar los espectros obtenidos podemos observar que existen diferencias evidentes entre picos del grupo control (negro) y del grupo con SM (rojo); por ejemplo, en el grupo control el pico adyacente al desplazamiento Raman de 1700  $\text{cm}^{-1}$  es seguido por uno de aproximadamente un tercio de su intensidad, mientras que en el grupo con SM estos dos picos tienen una intensidad Raman similar. Aplicar la técnica de ACP nos permitió reducir la dimensionalidad de los datos e identificar de manera más sencilla los cambios entre los grupos. Tras el ACP de los datos procesados y normalizados, se encontró que la combinación de los dos primeros Componentes Principales (CP) fue la que presentó una mejor separación de los datos y en conjunto explican el 36.38% de la varianza total.

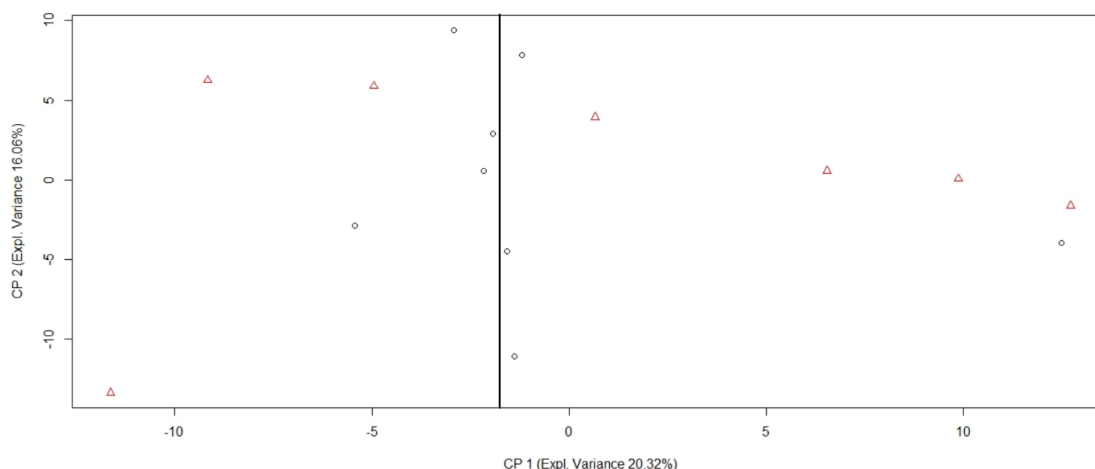
El gráfico de puntuaciones resultante de CP1 frente a CP2 (Figura 4) mostró la separación entre los dos grupos. El grupo control (círculos de color negro) resultó ser un grupo más homogéneo que se dispersó principalmente de manera vertical sobre el valor aproximado de -2; por su lado el grupo de SM (triángulos de color rojo) fue un grupo más heterogéneo disperso tanto de manera negativa y positiva alrededor del grupo control.

Fig. 3. Espectros Raman medios de piel para los grupos de ratas control (negro) y con síndrome metabólico (rojo), en el rango de 1080 a 1800  $\text{cm}^{-1}$ .



La dispersión del grupo SM hacia negativos y positivos nos indican que probablemente dentro del síndrome pueden existir dos diferentes desórdenes metabólicos al verse involucradas diferentes moléculas, un conjunto de moléculas para los que se dispersaron de manera negativa y otro conjunto para aquellas que se dispersaron de manera positiva.

Fig. 4. Resultado del ACP: gráfica de las puntuaciones 1 y 2 comparadas entre sí. Grupo Control;  $\Delta$  Grupo Síndrome Metabólico.



## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La información obtenida a través de los espectros y el ACP nos muestra que existen diferencias moleculares entre los grupos control y con Síndrome Metabólico, confirmando el potencial del uso de la espectroscopia Raman como herramienta de diagnóstico tras la estandarización de la metodología, la identificación y caracterización de picos representativos, y la identificación de las moléculas a las cuales se encuentran asociados.

La identificación y caracterización de picos representativos de cada grupo (llevando a cabo estudios más detallados) nos permitirá en un futuro cercano diagnosticar a los pacientes con SM con una mayor certeza y confiabilidad.

## VI. AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer al Dr. Miguel G. Ramírez Elías por recibirme como estudiante de verano y compartirme de sus proyectos de investigación, así como por las atenciones y tiempo brindado. También me gustaría agradecer a la Dra. Maritza Fabiola León Bejarano y a la Dra. Guadalupe Donjuán Loredo por sus atenciones y disposición a compartir sus conocimientos. Finalmente, también agradezco al Verano de la Ciencia 2021.

## REFERENCIAS

- [1] Engin, A. & Engin, A. (2017). Obesity and Lipotoxicity. Springer Publishing. 10.1007/978-3-319-48382-5
- [2] International Diabetes Federation. (2006). The IDF consensus worldwide definition of the Metabolic Syndrome. <https://www.idf.org/e-library/consensus-statements/60-idfconsensus-worldwide-definition-of-the-metabolic-syndrome.html>
- [3] Saklayen, M. G. (2018). The Global Epidemic of the Metabolic Syndrome. *Current Hypertension Reports*, 20(2). <https://doi.org/10.1007/s11906-018-0812-z>
- [4] Donjuán-Loredo, G. E. & Ramírez-Elías, M. G. (2021). El efecto Raman: descubrimiento y aplicaciones en el diagnóstico médico. *Universitarios Potosinos*, 257, 10–15. <http://www.uaslp.mx/Comunicacion-Social/Documents/Divulgacion/Revista/Diecisiete/257/257-03.pdf>
- [5] Ramírez-Elías, M. G., & González, F. J. (2018). Raman Spectroscopy for In Vivo Medical Diagnosis. *Raman Spectroscopy*. Published. <https://doi.org/10.5772/intechopen.72933>
- [6] Zhao, J., Lui, H., McLean, D. I., & Zeng, H. (2007). Automated Autofluorescence Background Subtraction Algorithm for Biomedical Raman Spectroscopy. *Applied Spectroscopy*, 61(11), 1225–1232. <https://doi.org/10.1366/000370207782597003>
- [7] Jolliffe, I. T. (2006). Principal Component Analysis. Springer Publishing.

# MECANISMOS DE CRECIMIENTO DBQ DE PELÍCULAS DELGADAS SEMICONDUCTORAS

Joaquín Lefranc Cabrera  
Instituto Tecnológico de Querétaro  
Av. Tecnológico s / n, esq. Gral. Mariano Escobedo., Colonia Centro Histórico.  
Querétaro, Querétaro  
117140499@queretaro.tecnm.mx

Mónica Balvanera Ortuño-López  
Instituto Tecnológico de Querétaro  
Av. Tecnológico s / n, esq. Gral. Mariano Escobedo., Colonia Centro Histórico.  
Querétaro, Querétaro  
*monica.ol@queretaro.tecnm.mx*

Resumen — En este trabajo se presenta la variación de las condiciones en la síntesis de películas cerámicas semiconductoras, al momento de la síntesis se van alternando los parámetros a fijar como la composición química la cual está directamente relacionada con el pH, la temperatura, y para todas las películas se fijó un tiempo de depósito de 120 minutos, a un método de deposición por baño químico (CBD), se depositó el CdS sobre el sustrato de vidrio. Se muestra cómo a una mayor concentración molar de azufre en relación con el cadmio, favorece el espesor de las películas., esto se comprueba mediante la caracterización óptica con ayuda de un espectrofotómetro de absorción molecular, donde se muestra una comparativa en los espectros de transmisión.

Palabras clave — Películas delgadas semiconductoras, Deposición por baño químico, espectroscopía UV-VIS.

Abstract — In this work, the variation of the conditions in the synthesis of semiconductor ceramic films is presented, at the time of synthesis the parameters to be set are alternated, such as the chemical composition which is directly related to pH, temperature, and for all films, a deposit time of 120 minutes was set, through the chemical bath deposition method or CBD, the CdS was deposited on the glass substrate. These types of semiconductors are used in a wide variety of materials. Higher sulfur molar ratio on cadmium favors thin film thickness. This is verified by optical characterization with the help of a molecular absorption spectrophotometer, where a comparison is shown in the transmission spectra.

Keywords — Semiconductor thin films, Chemical bath deposition, UV-VIS spectroscopy.



## I. INTRODUCCIÓN

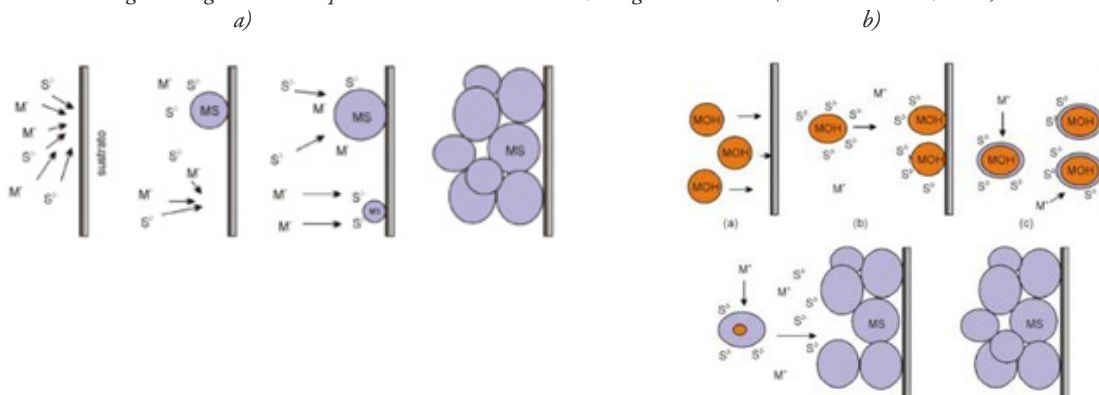
Las películas semiconductoras, son un tipo de cerámica avanzada, las cuales son de alto interés para ciencia para aplicaciones fotovoltaicas y su filtración de la radiación UV. El método de baño químico para la deposición de esta película sobre el sustrato, se basa en la inmersión de los sustratos en la solución, los cuales con las condiciones óptimas de pH, temperatura, concentración y tiempo de deposición. El espesor de dicha película depende ampliamente de los factores, previamente mencionados. (Hop et al., 2008)

## II. MARCO TEÓRICO

La técnica CBD, se basa en la precipitación controlada de un material que se deposita homogéneamente sobre el sustrato. Este proceso fisicoquímico puede ser controlado por las condiciones de la reacción. A través de los métodos CBD se puede obtener películas delgadas a un costo muy bajo, con características muy buenas para aplicaciones en dispositivos semi conductores como fotodiodos (XIMELLO, 2005).

Debido a la alta demanda tecnológica que se vive hoy en día, los materiales semiconductores se han vuelto una necesidad del ser humano. Este tipo de materiales, son la principal fuente de materia prima en la fabricación de dispositivos electrónicos. En las últimas décadas diversos autores han hechos múltiples investigaciones del CdS, debido a su naturaleza, este es usado en fotorresistencias, filtros de radiación y celdas fotovoltaicas. (M. Loeza-Poot, n.d.)

Fig. 1. Diagrama de los tipos de mecanismos de reacción, imagen obtenida de (Andrés & Lozada, 2011).



En la figura 1, se muestra esquemáticamente en el apartado a) el mecanismo de reacción homogéneo para el depósito de películas delgadas sobre un sustrato de vidrio, este es comúnmente conocido como ion-ion. En este tipo de mecanismo se generan los núcleos los cuales se forman en la superficie del sustrato, mientras que con el tiempo se van adhiriendo nuevos núcleos formados por los iones de azufre y los del metal respectivamente.

En el apartado b) de la figura 1, se puede ver un tipo de reacción distinto. Este se forma por precipitación heterogénea, o también conocido como clúster-clúster. En este mecanismo se forma una solución de tipo coloide con un intermediario como iones OH, o también con los iones de azufre en la solución. Para el crecimiento de los núcleos sobre el sustrato se da de la misma forma que en el mecanismo anterior (Lozada, 2011). La banda prohibida del sulfuro de cadmio se encuentra entre los valores de 2.57 a 2.40 eV, esto aplica únicamente a una temperatura ambiente y cuando son estructuras hexagonales y cúbicas, respectivamente. Este posee un coeficiente de absorción muy alto, siendo que 0.1  $\mu\text{m}$  de sulfuro de cadmio llega a absorber hasta el 63% de radiación incidente con energía de fotones, lo cual es mayor que la energía de banda prohibida. Por ello, generalmente las películas foto detectoras de sulfuro de cadmio poseen espesores pequeños de aproximadamente 200 Armstrong, con el fin de maximizar la fotocorriente ( Ochoa F., 2018)



El autor Nick Connor, (2020) define a la Energía Gap ( $E_g$ ) como “intervalo de energía o intervalo de banda es un rango de energía entre la banda de valencia y la banda de conducción donde los estados de electrones están prohibidos”. Esta energía puede ser calculada con la ecuación de Tauc, la cual se expresa de la siguiente forma;

$$\alpha h\nu = A(h\nu - E_g)^n$$

Donde  $h\nu$  es la energía de fotón, y  $E_g$  es el band gap óptico del semiconductor,  $A$  es una constante y  $n = 1/2$  para band gap directos de semiconductores tal como lo es el CdS. (Ouachtari et al., 2011)

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

Los reactivos utilizados en la síntesis, fueron todos los contenidos en la tabla 1, además de anticongelante para el baño maría. Estos reactivos fueron utilizados en la síntesis de las relaciones molares de la tabla 2.

Tabla 1. Reactivos utilizados, y su concentración.

NO. DE SUSTANCIA	REACTIVOS	FÓRMULA QUÍMICA	CANTIDAD UTILIZADA	CONCENTRACIÓN
1	Cloruro de cadmio	CdCl <sub>2</sub>	20 ml	/ ver tabla 2
2	Citrato de Sodio	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> O <sub>7</sub> Na	2.5ml	1M
3	Hidróxido de Potasio	KOH	0.5ml	1M
4	Buffer	10ml		NA
5	Tiourea	CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> S	5ml	/ ver tabla 2
6	Agua	H <sub>2</sub> O	12ml	NA

Tabla 2. Variación de las concentraciones.

Relación molar	Variación de concentración de Tiourea	Variación de concentración de CdCl <sub>2</sub>
1:1	0.1M	0.1 M
1:3	0.1M	0.3 M
1:6	0.1M	0.6M
1:9	0.1M	0.94M
3:1	0.3M	0.1M
6:1	0.6M	0.1M
9:1	0.9M	0.1M

Una vez preparada las formulaciones se procede a colocar cada uno de los sustratos dentro del vaso de precipitados con la solución, y medir con una tira reactiva el pH de la solución previo al introducirla al baño de temperatura controlada y después de retirar la última película.

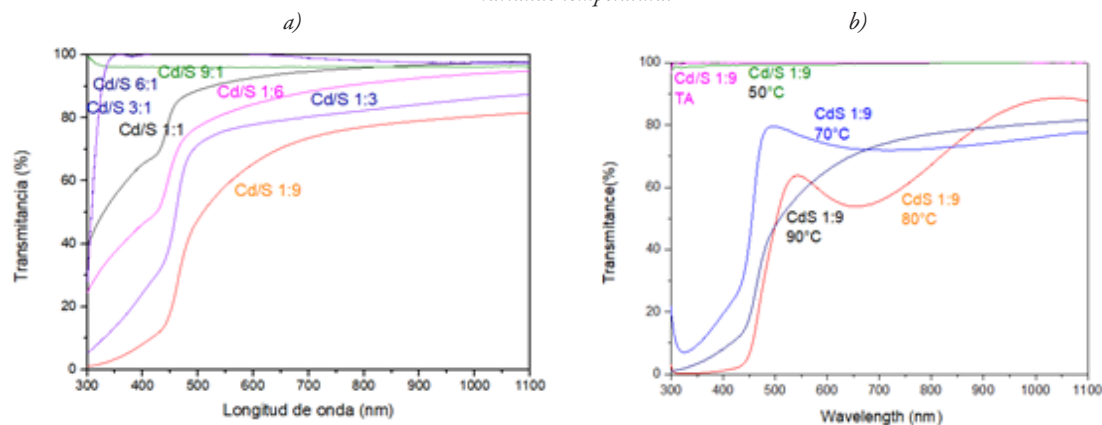
Los tiempos de depósito para las películas fueron de 15, 30, 60, 90 y 120. Al momento de retirar cada película (se toma con pinzas metálicas la película y con otras pinzas se sujeta un algodón), se lava al chorro de agua y se limpia el material no adherido al sustrato.

La caracterización óptica se realizó obteniendo los espectros de absorción y transmisión en un rango de 300 a 1100nm, con un espectrofotómetro de absorción molecular Hach DR6000.

#### IV.RESULTADOS

Con la finalidad de conocer la influencia de las condiciones de síntesis en el crecimiento de las películas, se hicieron varias iteraciones fijando los factores; temperatura, relación molar Cd/S y tiempo de depósito.

Fig. 2 Transmitancia de películas delgadas de CdS de 2 horas de tiempo de depósito, a) Variando las relaciones molares Cd/S depositadas por CBD y b) Variando temperatura.



Las relaciones molares con mayor concentración de tiourea (1:9, 1:6 y 1:3) que fueron probadas en el baño químico, con un pH inicial de 10 y final de 8 respectivamente. Además, en el residuo de la solución de la síntesis de las películas, estas presentan un polvo de color amarillo-blancuzco.

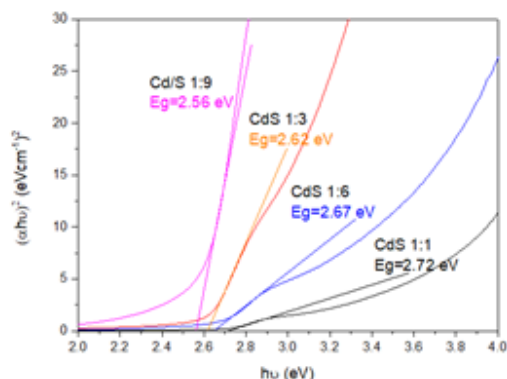
Tabla 3. Porcentaje de transmitancia obtenida a 480nm.

VARIABLE	T%	VARIABLE	T%	VARIABLE	T%
90°C	40.1	1:1	74.8	1:9	40.1
80°C	31.8	3:1	100	1:6	87.2
70°C	77.9	6:1	100	1:3	66.4
50°C	99.3	9:1	96		
TA	100				

Para las relaciones 3:1 y 6:1 sucedió algo particular, su depósito fue muy similar y en ambas soluciones, se formaron unos cristales blancuzcos los cuales fueron disolviéndose con el transcurso del tiempo, y se obtuvo un pH final de 10, la solución apenas se comenzó a tonar amarilla pasadas las 2 horas, mientras que en los otros casos la solución se había tornado amarilla a los pocos minutos de síntesis (de 20-30 minutos).

Para la variación de la temperatura se decidió fijar la composición de la proporción molar Cd/S 1:9, ya que visualmente, sus características, eran las mejores en comparación de las otras proporciones molares. A partir de la observación de los espectros de la figura 2b, se logra demostrar que, en temperaturas mayores a 70°C, se logra depositar el CdS sobre el sustrato, pero en temperaturas de 50 o temperatura ambiente (TA), no se obtienen buenos resultados en el crecimiento, lo que se corrobora con los espectros de transmitancia con una transmitancia promedio cercana al 100%, como se observa en la figura 2b.

Fig. 3. Band gap de sustratos variando la relación molar (variación de tiourea) depositadas por CBD.



Se muestran los datos de % de transmitancias en 480 nm, debido a que es el punto de inflexión más notorio en los espectros de transmisión, en la misma se ve que para la variante de 80°C, es la de menor transmitancia, seguida de la relación 9 a 1 a 90°C. En la figura 3 se muestran las gráficas de Tauc para el cálculo de la energía gap, por extrapolación de la porción recta de la línea de la gráfica  $(h\nu)^2$  vs la energía del fotón.

#### V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

En el caso de las relaciones molares Cd/S 1:9, 1:6, 1:3 y 1:1, debido al polvo amarillo- blanquecino presentado al final de la solución, nos indica que el mecanismo de crecimiento fue clúster por clúster, ya que es un crecimiento heterogéneo. Mientras que las películas que crecieron con una relación molar de 3:1, 6:1 y 9:1, presentaron una solución semi transparente, con tonalidad amarilla lo cual indica que el crecimiento para un tiempo de 2 horas el homogéneo o ion por ion.

En la tabla 3 se muestra el porcentaje promedio de transmitancia en 480 nm, para cada una de las relaciones molares. Se observa numéricamente las que tiene una mayor relación molar de azufre y mayor temperatura al momento de la síntesis, tienden a tener porcentajes de transmitancia menores. Los resultados son congruentes con los reportados por autores como Enríquez & Mathew (2003), reportaron una banda gap para películas de sulfuro de Cadmio de hasta 2.48 eV, mientras que Liu et al., (2010) reporta valores de hasta 2.56 eV, esto se le atribuye a la estructura hexagonal formada sobre el sustrato de vidrio.

#### VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los crecimientos obtenidos con valores de pH cercanos a 10 favorecieron un mejor crecimiento de las películas de CdS por CBD. La relación molar Cd/S afecta el crecimiento de las películas, siendo mayor a medida que aumenta la concentración de azufre hasta la relación 1: 9. Se encontró una asociación entre las relaciones molares con el gap de energía, encontrándose datos de hasta 2.72 eV a medida que la relación molar entre los iones Cd y S se equilibra en la solución reactiva; mientras que se reduce hasta 2.56 eV, con el aumento de la proporción de azufre con respecto al cadmio.

Las proporciones 3: 1, 6: 1 y 9: 1 fueron ineficaces para la formación de películas homogéneas y bien adheridas al sustrato. Con base en las observaciones experimentales y las características de los residuos, el mecanismo de reacción que se propone para estos casos es el llamado clúster por clúster. La temperatura está directamente relacionada con el crecimiento de películas delgadas por DBQ, a medida que disminuye, la transmisión promedio aumenta debido a la disminución de espesores. 70 ° C es una temperatura óptima para el crecimiento de CdS.

## VII. RECONOCIMIENTOS

Agradezco infinitamente a las doctoras Mónica Ortuño López y Yolanda Jiménez Flores, por compartir sus conocimientos, además de su paciencia y su interés por apoyar a los estudiantes. Al Tecnológico Nacional de México campus ITQ, por prestar sus instalaciones ya que sin ellas no se hubiera podido llevar a cabo esta investigación.

## REFERENCIAS

- Andrés, W., & Lozada, V. (2011). Desarrollo De Materiales Fotovoltaicos Usados Como Ventana Optica En Celdas Solares.
- Connor, N. (2020). Energy Gap in Semiconductors. <https://www.radiation-dosimetry.org/es/que-es-band-gap-energy-gap-in-semiconductors-definition/>
- Enríquez, J. P., & Mathew, X. (2003). Influence of the thickness on structural, optical and electrical properties of chemical bath deposited CdS thin films. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 76(3), 313–322. [https://doi.org/10.1016/S0927-0248\(02\)00283-0](https://doi.org/10.1016/S0927-0248(02)00283-0)
- Francisco Ochoa. (2018). Estudio de las estructuras CdS/ZnTe:Cu para el desarrollo de fotodetectores (Vol. 33, Issue 11). <https://landsat.usgs.gov/documents/Landsat8DataUsersHandbook.pdf><http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Algorithm+Theoretical+Basis+Document+for+ASTER+Level-1+Data+Processing#4%0Ahttp://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/8785%0Ahtt>
- Hop, B. X., Trinh, H. Van, Dat, K. Q., & Bao, P. Q. (2008). Growth of CdS thin films by chemical bath deposition technique. *VNU Journal of Science, Mathematics -Physics*, 24, 119–123.
- Liu, F., Lai, Y., Liu, J., Wang, B., Kuang, S., Zhang, Z., Li, J., & Liu, Y. (2010). Characterization of chemical bath deposited CdS thin films at different deposition temperature. *Journal of Alloys and Compounds*, 493(1–2), 305–308. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2009.12.088>
- M. Loeza-Poot. (n.d.). COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES ÓPTICAS Y MORFOLÓGICAS DE LAS PELÍCULAS DELGADAS DE CDS Y CDS : O DEPOSITADAS POR RF-SPUTTERING.
- Ouachtari, F., Rmili, A., Elidrissi, B., Bouaoud, A., Erguig, H., & Elies, P. (2011). Influence of Bath Temperature, Deposition Time and S/Cd Ratio on the Structure, Surface Morphology, Chemical Composition and Optical Properties of CdS Thin Films Elaborated by Chemical Bath Deposition. *Journal of Modern Physics*, 02(09), 1073–1082. <https://doi.org/10.4236/jmp.2011.29131>
- XIMELLO, N. (2005). Propiedades de Películas Delgadas de CdS Depositadas por Baño Químico-Sputtering en celdas solares de CdS / CdTe.

# CARACTERIZACIÓN ÓPTICA DE PELÍCULAS DELGADAS SEMICONDUCTORAS

Paola Dhamar Gómez Barrales

Instituto Tecnológico Nacional de México Campus Querétaro.

Av. Tecnológico s/n, Colonia Centro Histórico. Querétaro, Querétaro.

*paoladhamar.gb@gmail.com*

Mónica Balvanera Ortuño López

Instituto Tecnológico Nacional de México Campus Querétaro

Av. Tecnológico s/n, Colonia Centro Histórico. Querétaro, Querétaro.

*monica.ol@queretaro.tecnm.mx*

Resumen — En este trabajo se comparan las propiedades ópticas de 7 series de películas delgadas de CdS sintetizadas mediante la técnica de depósito por baño químico, en función de la concentración de sus reactivos precursores. Se ha creado una variación en la relación molar entre el cadmio y azufre, con el objetivo de conocer la influencia de las diferentes proporciones Cd/S en las propiedades, con base a datos obtenidos por espectroscopia UV-Vis. La serie D exhibe espesores más altos, la serie C presenta una mejor cinética de crecimiento. Se encontró que la formulación adecuada para la formación del CdS se construye con una mayor proporción de tiourea. La energía de banda prohibida se encontró entre 2.3 a 2.7 eV.

Palabras clave — DBQ, películas delgadas de CdS, relación molar Cd-S

Abstract — In this work, the optical properties of 7 series of CdS thin films synthesized by the chemical bath deposition technique are compared as a function of the concentration of their precursor reagents. A variation in the molar ratio between cadmium and sulfur has been created, in order to know the influence of different Cd/S proportions on the properties, based on data obtained by UV-Vis spectroscopy. The D series exhibits higher thicknesses, the C series presents better growth kinetics. It was found that the suitable formulation for CdS formation is constructed with a higher proportion of thiourea. The bandgap energy was found to be above 2 eV.

Keywords — CBD, CdS thin films, molar relation CdS

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el papel de los materiales semiconductores ha tomado gran importancia debido a las propiedades que estos presentan y todas las áreas posibles de su aplicación. Los semiconductores obtenidos de los calcogenuros como es el caso del CdS, que es reconocido como un semiconductor con aplicaciones amplias en el área electrónica y optoelectrónica, captando la atención de la comunidad científica por su uso en la fabricación de celdas solares (Optics OI, 2015) y otros dispositivos electrónicos.

Existen diversos métodos para la síntesis de estas películas como lo es spray pirolisis o sputtering, sin embargo, entre ellos destaca uno por su sencilla instrumentación, bajo costo y eficacia. El Depósito por Baño Químico (DBQ) es una técnica relativamente sencilla que puede realizarse con un vaso de precipitado en un baño con temperatura controlada y menores a 90°C. DBQ consiste básicamente en el crecimiento de la película sobre un sustrato que se encuentra sumergido en una solución acuosa compuesta de diversas sustancias que reaccionan entre sí, formando películas con espesores de entre los 20-1000 nm (Mazón, 2009). A pesar de ser sencilla su ejecución, el principio químico debajo de esto presenta una complejidad mayor al intervenir una serie importante de variables que afectaran directamente en las cinéticas de crecimiento, y las propiedades ópticas, eléctricas, morfológicas y estructurales de las películas. Las principales variables del DBQ son el pH, la temperatura de depósito, la naturaleza del sustrato, así como la relación molar que existe entre el cadmio y el azufre. En este trabajo se establecen diferentes relaciones en donde la concentración de los agentes precursores; cloruro de cadmio y tiourea, varían en proporciones molares distintas, con el objetivo de identificar los cambios en las propiedades ópticas de las películas para reconocer una fórmula ideal mediante la cual el mecanismo de depósito presenta la mejor cinética de crecimiento y mejores cualidades, para las aplicaciones potenciales de estos materiales.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales: vaso de precipitado de 100 ml, sustratos de vidrio, soluciones correspondientes, baño caliente, termómetro de mercurio, tiras indicadoras de pH, 5 probetas, agua desionizada, papel aluminio, pinzas de metal, algodón, etiquetas.

Tabla 1. Planteamiento de las proporciones molares de los agentes precursores

SERIE	A	B	C	D	E	F	G
[[CdCl]] _2	1	1	1	1	9	6	3
CH]] _4 N_2 S	1	3	6	9	1	1	1

Se sintetizaron 7 series distintas de películas delgadas de CdS en las cuales uno de los agentes precursores fue afectado en su concentración para evaluar los efectos.

Con referencia en el trabajo publicado por Contreras, Copado, Ortuño, Barreiro, Sánchez, (2018), y realizando una modificación en la cantidad de [[CdCl]] \_2, la fórmula base de las películas de CdS en orden fue la siguiente; 20 ml de [[CdCl]] \_2 (0.05M), 2.5 ml de citrato de sodio C\_6 H\_5 O\_7 [[Na]] \_3 (1M), 0.5 ml de KOH (1M), 10 ml de Buffer de Borato, 5 ml de tiourea CH \_4 N\_2 S (0.94M) y lo que resta para 50 ml de agua (12 ml). Partiendo de esta fórmula, se plantearon otros métodos cambiando la proporción entre el cloruro de cadmio y la tiourea sin variar el resto de la formulación, tal como se muestra en la tabla 1.

En cada reactor se colocaron 5 sustratos de vidrio formando un pentágono, estos fueron previamente limpiados y mantenidos en agua desionizada. El reactor de cada serie fue colocado en el baño caliente a una temperatura de 90°. Con ayuda de una tira indicadora de pH, se midió el pH de la reacción al inicio y al final de cada proceso de depósito, además, debido a la cercanía con la temperatura de ebullición, el vaso de precipitado fue tapado con

una capa de papel aluminio para evitar pérdidas por evaporación. Una vez comenzado el depósito, los sustratos fueron retirados uno a uno en tiempos de 15, 30, 60, 90 y 120 minutos, buscando controlar el espesor de los recubrimientos obtenidos.

### III. RESULTADOS

La caracterización óptica se realizó con un espectrofotómetro UV-Vis Hach DR6000, el escaneo de longitud de onda se estableció desde los 280 nm hasta los 1100 nm con un intervalo de barrido de 1 nm. Los resultados siguientes corresponden a las series más representativas. Se realizó una aproximación de la energía de banda prohibida mediante el método de Tauc.

Fig. 1 Espectros de absorción y transmisión de la serie A (relación 1:1 Cd/S)

Fig. 2 Espectros de absorción y transmisión de la serie D (relación 1:9 Cd/S)

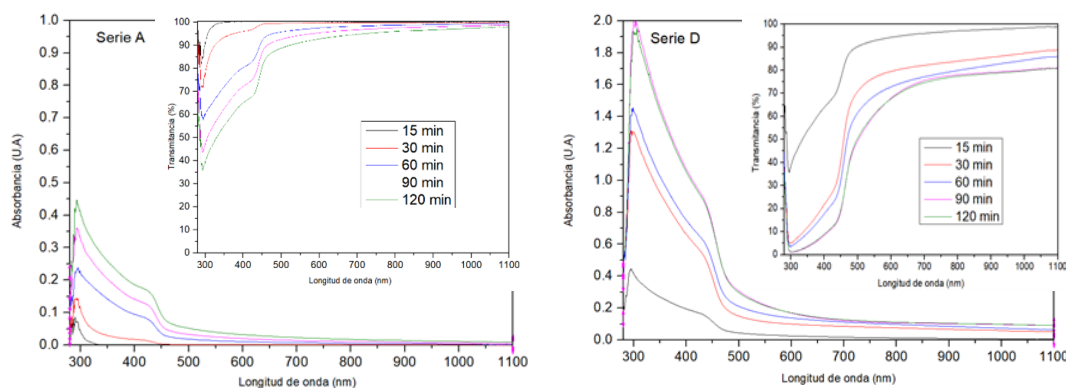
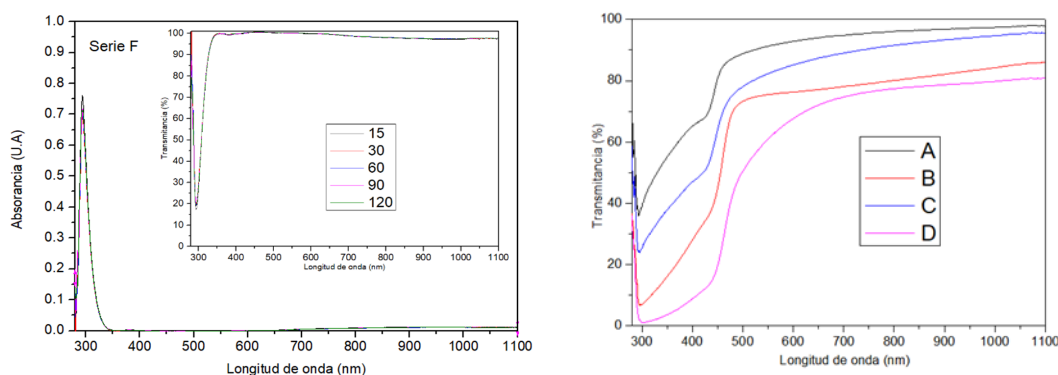


Fig. 3 Espectros de absorción y transmisión de la serie F (relación 6:1 Cd/S)

Fig. 4 Espectros de transmisión de las series A- D, de las películas de 120 min.



### IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La serie A (Fig. 1), con una relación Cd/S 1:1 reportó porcentajes de transmitancia mayores al 90% por encima de los 440 nm, siendo los valores más altos correspondientes a las películas con menor tiempo de depósito. Por su parte, los bordes de absorción característicos se encontraron cercanos a los 440 nm de longitud de onda. Las series B y C mostraron espectros similares, pero con valores menores de transmitancia comparados con la serie A y, al contrario, valores de absorbancia superiores, lo que indica que los espesores de estas películas fueron mayores en relación con cada tiempo de depósito.

Por otro lado, la serie D (Fig. 2), serie con la mayor proporción del precursor de azufre (1:9 Cd/S), mostró un



rango de porcentaje de transmitancia por encima del 70%, los espectros de las películas de 90 y 120 minutos demuestran que la reacción de crecimiento llegó a su fin a los 90 minutos.

Al analizarse la serie F (Fig.3), en donde la proporción de agentes precursores fue mayoritaria para el Cd se demostró que el crecimiento de la película fue mínimo, pues, el espectro de transmitancia muestra un traslape de todas las películas de diferente tiempo de depósito en un valor muy cercano al 100% de transmitancia. Así mismo, el espectro de absorbancia no exhibe pendiente alguna asociada con el borde de absorción característico del sulfuro de cadmio. Las series E y G plasmaron resultados similares a la serie F.

Tabla 2. Energías de banda prohibida (eV) para las diferentes series de películas

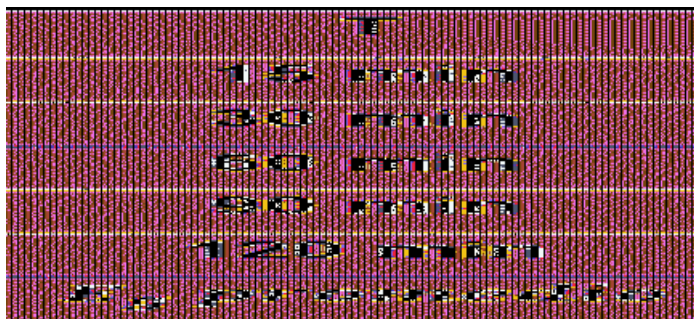
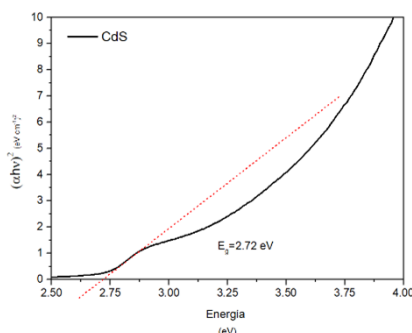


Fig. 5 Cálculo de Energía de Banda Prohibida de la película de 120 min de la serie A (1:1 Cd/S).



La Fig. 4 exhibe las curvas de transmisión de las películas correspondientes a 120 minutos de las series A, B, C y D, se observó que la transmitancia disminuye conforme la tiourea aumenta.

En base a los espectros de absorción obtenidos con la caracterización UV-Vis y, mediante la aplicación del método de Tauc, se realizó una aproximación de las energías de banda prohibida correspondientes a cada serie como se indicó en la tabla 2 y se muestra en la Fig. 5

Algunos valores de  $E_g$  fueron incalculables por este método, debido a los bajos espesores de las películas de las series E, F y G, así como las de las películas de menor tiempo de depósito de las series A y B. En la tabla 2 se observa claramente que la  $E_g$  aumenta significativamente cuando la proporción S disminuye en el baño.

## V. CONCLUSIONES

Con base a los espectros de absorción y transmisión de las películas de CdS estudiadas en este trabajo, se demuestran las propiedades ópticas características de estos materiales, tales como altas transparencia por encima del borde ubicado alrededor de los 440-500 nm, baja transmisión de la radiación UV y energías gap promedio

de 2.5 eV. Con lo que se puede comprobar la identidad de los materiales estudiados. Se logró reconocer el efecto de las proporciones molares Cd/S en el crecimiento de las películas, identificando la relación entre una mayor proporción S en el baño y una menor transparencia de las películas. Lo que sin dudar podemos relacionar con un mayor índice de crecimiento y por tanto con aumento en el espesor de los materiales. Se identificó a las relaciones Cd/S 1:6 y 1:9, como las que proporcionan las mejores cinéticas de crecimiento de todas las formulaciones probadas. Sin embargo, la cinética de crecimiento de fórmula 1:9 Cd/S concluye a los 90 minutos. Se logró la sintonización de las  $E_g$  de las películas delgadas de CdS en un intervalo aproximado de 2.3 a 2.7 eV, mediante el control de la composición del baño mediante las relaciones molares Cd/S con lo que puede esperarse el control de cierta variación en las propiedades eléctricas las películas.

## VI. AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Tecnológico Nacional de México Campus Querétaro, al comité organizador del Verano de la Ciencia Región Centro, así como a la Dra. Mónica Balvanera Ortuño López por todo el apoyo y herramientas otorgadas para llevar a cabo la estancia de verano 2021. A si mismo, al laboratorio de materiales y sus auxiliares por brindar toda su disposición para llevar a cabo este proyecto.

## REFERENCIAS

- Optics OI (2015). Effect of cu-doping on structural, optical and photoluminescence properties of CdS thin films. M. Muthusamy, S. Muthukumaran
- Mazón Montijo D. A. (2009). Síntesis de películas delgadas de sulfuro de cadmio (CdS) en diferentes sustratos por depósito en baño químico: Estudio de su proceso de crecimiento. (Tesis de maestría, Universidad de Sonora). Repositorio Nacional. <https://www.repositorionacionalcti.mx/recurso/oai:www.repositorioinstitucional.uson.mx:unison/302>
- Ortuño López, M. B., Ochoa-Landín, R., Sandoval-Paz, M. G., Sotelo-Lerma, M., Flores-Acosta, M., & Ramírez-Bon, R. (2013, 28 junio). Studies on the properties of CdS films deposited from pH-controlled growth solutions. <https://doi.org/10.1590/S1516-14392013005000103>
- Liu, F., Lai, Y., Liu, J., Wang, B., Kuang, S., Zhang, Z., Li, J., & Liu, Y. (2009, 15 diciembre). Characterization of chemical bath deposited CdS thin films at different deposition temperature. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2009.12.088>
- Santos-Cruz, J., Mayén-Hernández, S. A., Coronel-Hernández, J., & de Moure-Flores, F. (2013). Obtención de sulfuros metálicos semiconductores por la técnica de baño químico. Disponible en <https://acortar.link/sApgl6>
- Heredia Cancino J. A. (2013). Efecto del tratamiento térmico con Cloruro de Cadmio sobre películas de CdS libres de amonio. (Examen profesional). Universidad de Sonora, Sonora.
- Oliva, A. I., Solís Canto, O., Castro-Rodríguez, R., & Quintana, P. (2001, 29 junio). Formation of the band gap energy on CdS Thin films growth by two different techniques. ELSEVIER. [http://dx.doi.org/10.1016/S0040-6090\(01\)00830-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0040-6090(01)00830-6)
- Contreras Serrato, A., Copado Padilla, B. P., Ortuño López, M. B., Barreiro Rodríguez, G., & Sánchez, J. (2018). Estudio de condiciones idóneas para la síntesis química sostenible de materiales semiconductores con propiedades optoelectrónicas, estudio de repetibilidad. NTHE, 81–86. <http://www.nthe.concyteq.edu.mx/>

# MODELACIÓN MATEMÁTICA PARA LA PROPAGACIÓN DE INFECCIONES Y EL USO DE MECANISMOS DE CONTROL

Alejandro Cruz Durán  
Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Av. Universidad #940, C.P 20100,  
Aguascalientes, Ags.  
*alex\_5\_a@yahoo.com*

Juan Gonzalo Barajas Ramírez  
Instituto Potosino de Investigación científica y  
tecnológica  
Camino a la Presa de San José #2055, C.P. 78216  
San Luis Potosí, SLP.  
*jgbarajas@ipicyt.edu.mx*

Resumen - Las enfermedades infecciosas son un problema de salud mundial que a lo largo de la historia han causado epidemias devastadoras. Por ello, los modelos matemáticos que describen su comportamiento son una herramienta fundamental de cualquier sistema de salud, ya que nos permiten evaluar y diseñar estrategias para evitar la propagación continua de estas enfermedades. El objetivo de esta investigación fue diseñar y evaluar un modelo matemático que describa el comportamiento de ciertas enfermedades. Para ellos se realizó una investigación bibliográfica acerca de la modelación matemática sobre la propagación de infecciones e información de distintas infecciones a modelar. A su vez se trabajó con el programa GNU-Octave para la modelación y simulación de las enfermedades.

Palabras clave: Infecciones, modelación, enfermedades

Abstract - Infectious diseases are a global health problem that throughout history have caused devastating epidemics. For this reason, mathematical models that describe their behavior are a fundamental tool of any health system, since they allow us to evaluate and design strategies to avoid the continuous spread of these diseases. The objective of this research was to design and evaluate a mathematical model that describes the behavior of certain diseases. For them, a bibliographic research was carried out on the mathematical modeling of the spread of infections and information on different infections to be modeled. In turn, it worked with the GNU-Octave program for the modeling and simulation of diseases.

Keywords: Infections, modeling, diseases

## I. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades infecciosas, aquellas que pueden ser transmitidas de un individuo a otro a través de un mecanismo de transmisión, son un problema para el sistema de salud de todo el mundo. Esto se debe a que su rápida transmisión y propagación puede originar brotes que a su vez pueden dar inicio a epidemias en una región. Siendo así, la aparición de varias epidemias alrededor del mundo se denominará pandemia. Los modelos matemáticos tienen como objetivo describir el comportamiento de una enfermedad y el proceso de transmisión, en función de ciertos datos y suposiciones obtenidos de la enfermedad infecciosa. Estos mismos, nos permiten responder varias incógnitas que pueden surgir sobre una enfermedad, como lo son su severidad, duración, pico máximo, efectividad de una vacuna o medidas de prevención, entre otras.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. MODELOS EPIDEMIOLÓGICOS DETERMINISTAS DE ENFOQUE COMPARTIMENTAL

En estos modelos la población se clasifica dentro de distintos compartimentos, los cuales dependen de la historia natural de la enfermedad. Los compartimentos para una enfermedad infecciosa simple serían:

- S: susceptibles
- I: infectados
- R: recuperados

El objetivo del modelo matemático es determinar el número de hospederos en cada uno de los 3 compartimentos en cualquier momento ( $t$ ), estos números los denominamos  $S(t)$ ,  $I(t)$  y  $R(t)$ .

1. La transmisión de la enfermedad ocurre de forma horizontal a través de contacto directo entre individuos
2. La distribución de los hospederos en la población es homogénea y sigue la ley de acción de masas la cual nos dice que el número de contactos entre hospederos de distintos compartimentos depende únicamente del número de hospederos en estos compartimentos. En particular la tasa de incidencia puede ser expresada como:  $\lambda I(t)S(t)$ , donde  $\lambda$  es llamado tasa de transmisión.
3. La tasa de transmisión de un compartimento es directamente proporcional al número de hospederos en este. Por ejemplo, la tasa de transferencia de I a R depende de la tasa de recuperación ( $\gamma$ ) y puede ser expresada como  $\gamma I(t)$ .
4. Los individuos infectados se vuelven infecciosos sin un periodo de latencia.
5. No hay pérdida de inmunidad o posibilidad de reinfección.
6. No hay ingreso de nuevos susceptibles y tampoco hay salidas de los compartimentos.
7. El total de la población se mantiene como una constante. (1)

### B. DEMOGRAFÍA, NACIMIENTOS, MUERTES Y CRECIMIENTO POBLACIONAL.

Para incorporar la demografía al modelo de Kermack McKendrick es necesario hacer algunas suposiciones, entre las cuales, la tasa de nacimientos y defunciones es proporcional al tamaño de la población. (1,2) Otro aspecto para tomar en cuenta es la inmigración y emigración. Para añadirlo al modelo solo hay que asumir que la inmigración es una constante por unidad de tiempo y la denominamos  $A$ . Para la emigración, pueden estar incluidos en  $d1S$ ,  $d2I$  y  $d3R$ .

### C. PERIODOS DE LATENCIA

Para incorporar el periodo de latencia a un modelo matemático tenemos que hacer ciertas suposiciones. Primero

al grupo de infectados se divide en dos, un grupo para el periodo de latencia E y el grupo de pacientes que ya son infecciosos I, la transferencia de individuos entre estos dos grupos ocurrirá de manera proporcional a la población de E y con una tasa de transferencia que asumiremos y llamaremos  $\hat{I}$  la cual permanece constante. (1,3)

#### D. INMUNIDAD ADQUIRIDA

En los modelos compartimentales, las personas que pierden la inmunidad pasas de R a S. Asuminmos que la tasa de transferencia es proporcional al tamaño de la población de R. (1)

#### E. RUTAS DE TRANSMISIÓN: HORIZONTAL Y VERTICAL

Una transmisión vertical se refiere cuando un patógeno pasa de la madre a su hijo durante el embarazo y el niño nace infectado. Para modelarlo, se toma a  $r$  como una fracción de los recién nacidos que nacen infectados. Y esta es multiplicada por la fracción de nacidos de madres infectadas. (1)

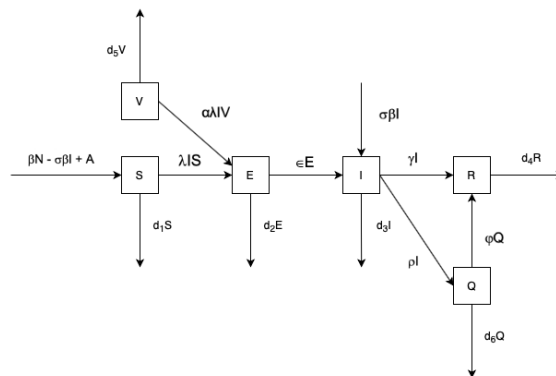
#### F. VACUNACIÓN Y CUARENTENA

Para modelar la vacunación, es necesario añadir un nuevo compartimento para los vacunados y un termino nuevo de incidencia  $\alpha\lambda IV$ , donde  $\alpha$  es la probabilidad de que una persona vacunada pueda infectarse y donde gamma es la tasa de transmisión, V los vacunados e I los infectados. (1,4)

Para modelar la cuarentena se añade un nuevo compartimento Q, el cual ingresan infectados en proporción de  $r$  que preresenta la tasa de infectados que relizan cuarentena y tiene egresos en proporción al numero de personas en cuarentena con  $j$  que representa la tasa de recuperación de las personas en cuarentena. (5)

Considerando todas esta variables y suposiciones, obtenemos el siguiente diagrama. de flujo (Figura 1) y sistema de ecuaciones diferenciales para describir una enfermedad. (Ec.1)

Figura 1. Diagrama de flujo del modelo SIERVQ con variables demográficas y transmisión vertical.



Sistema de ecuaciones del modelo SEIRVQ con variables demográficas y transmisión vertical. (Ec.1)

$$N(t) = S(t) + V(t) + E(t) + I(t) + R(t) + Q(t)$$

$$S'(t) = \beta N(t) - \sigma \beta I(t) + A - \lambda I(t)S(t) - d_1 S(t)$$

$$E'(t) = \lambda I(t)S(t) + \alpha \lambda I(t)V(t) - \epsilon E(t) - d_2 E(t)$$

$$I'(t) = \epsilon E(t) + \sigma \beta I(t) - \gamma I(t) - \rho I(t) - d_3 I(t)$$

$$R'(t) = \gamma I(t) + \varphi Q(t) - d_4 R(t)$$

$$V'(t) = -\alpha \lambda I(t)V(t) - d_5 V(t)$$

$$Q'(t) = \rho I(t) - \varphi Q(t) - d_6 Q(t)$$

Donde: N: Población total, S: Susceptible, E: Infectados latentes, I: Infectados sintomáticos, R: Recuperados, V: Población inmunizada, Q: Infectados en aislamiento, l: Tasa de transmisión, g: Tasa de recuperación, b: Tasa de nacimientos, d1: Tasa de remoción de S, d2: Tasa de remoción de E, d3: Tasa de remoción de I, d4: Tasa de remoción de R, d5: Tasa de remoción de V, d6: Tasa de remoción de Q, A: Tasa de emigración,  $\hat{I}$ : Tasa de transferencia de asintomáticos a sintomáticos, s: Tasa de transmisión vertical,  $\epsilon$ : Tasa de ineficacia de la inmunización, r: Tasa de infectados que realizan aislamiento y j: Tasa de recuperación de individuos aislados.

### III. MATERIALES Y METODOS

La investigación consistió en una revisión bibliográfica, donde se consultaron diversas fuentes, entre ellos artículos y libros en los idiomas inglés y español. Se tomó como base inicial el libro "An introduction to mathematical modeling of infect" de Michael Y. Li, el cual fue proporcionado por el investigador.

Para la modelación de infecciones se utilizó el programa GNU-Octave, donde se realizó un programa el cual fuera capaz de simular la infección deseada, y se procedió a graficar los resultados.

### IV. RESULTADOS

Se modelaron 3 enfermedades, las cuales fueron COVID-19, Influenza H1N1 y una enfermedad teórica. A cada una de estas enfermedades se le realizaron simulaciones desde un modelo SIR básico hasta uno que incluyera todos los conceptos mencionados en el marco teórico. Los valores para las constantes y compartimentos de cada enfermedad se obtuvieron mediante una investigación bibliográfica de ellas. Con base a esto se obtuvieron los siguientes resultados.

Figura 2. Gráfica del modelo SEIRVQ con variables demográficas y transmisión vertical para la enfermedad teórica.

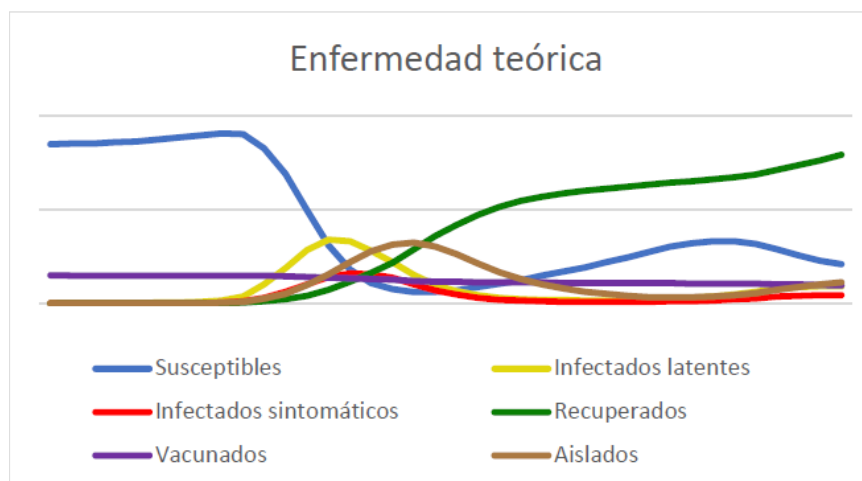


Figura 3. Grafica del modelo SEIRVQ con variables demográficas

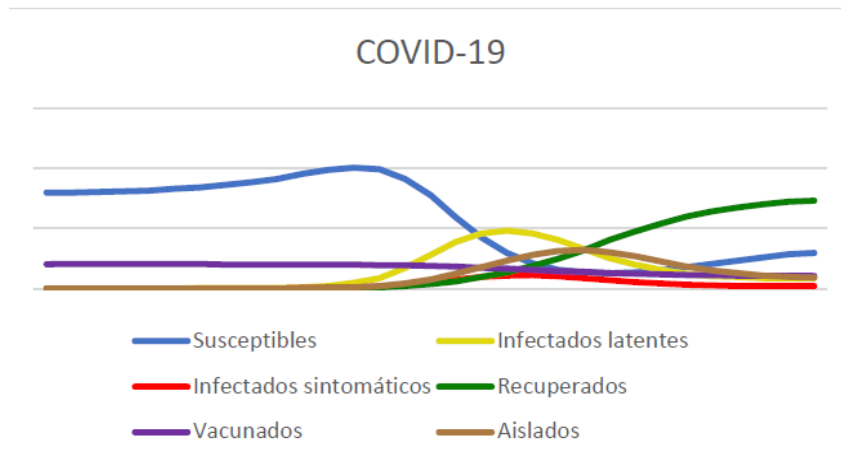


Figura 4. Grafica del modelo SEIRVQ con variables demográficas y transmisión vertical para Influenza H1N1.

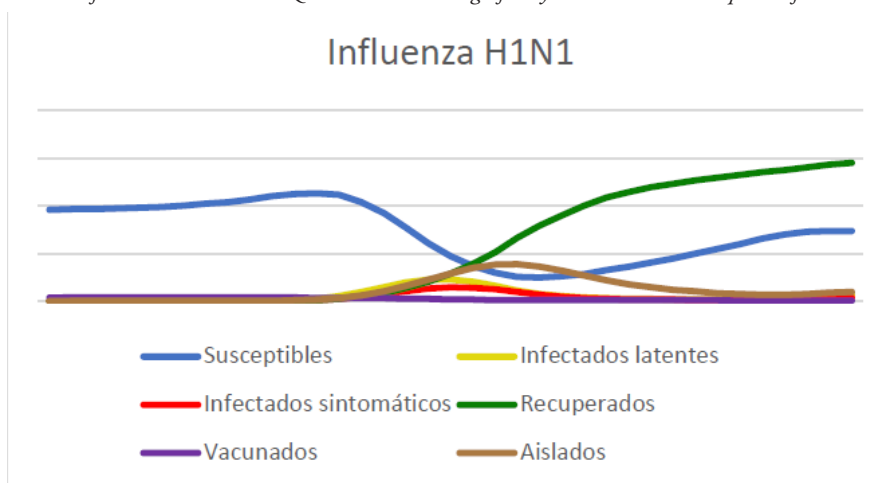


Tabla 1. Valores de las constantes del modelo SEIRVQ para la enfermedad teórica, COVID-19 e Influenza H1N1.

Variable/Enfermedad	Valores		
	Hipotética	COVID-19	Influenza H1N1
$\lambda$	3.5	2.5	1.5
$\gamma$	0.1	0.071	0.14
$\beta$	0.017	0.017	0.017
$D_2$	0.001	0.001	0.001
$D_2$	0.001	0.001	0.001
$D_3$	0.100	0.095	0.023
$D_4$	0.001	0.001	0.001
$D_5$	0.001	0.001	0.001
$D_6$	0.100	0.095	0.023
$A$	0.0016	0.0016	0.0016
$\epsilon$	0.4	0.179	0.5
$\sigma$	0.5	0.5	0.5
$\alpha$	0.05	0.10	0.5
$\rho$	0.60	0.60	0.60
$\varphi$	0.1	0.071	0.14



## V. ANALISIS DE RESULTADOS

En el caso de la enfermedad teórica y COVID-19 tienen un comportamiento muy similar. (Figura 2,3) En ambos casos presentan un crecimiento acelerado de los recuperados y los infectados sintomáticos se mantienen bajos, esto gracias a las medidas de control como la cuarentena y la inmunización.

Por otra parte, la influenza H1N1 tuvo un comportamiento más sencillo, (Figura 4) debido a sus bajas tasas de transmisión, sus tasas de recuperación alta y las medidas de control, los infectados tanto latentes como sintomáticos nunca superan al número de susceptibles y la epidemia desaparece con rapidez.

## VI. CONCLUSIÓN

En este proyecto se propuso realizar y analizar simulaciones de modelos matemáticos de enfermedades reales con datos reales obtenidos mediante investigación bibliográfica. Los resultados obtenidos muestran que en efecto las medidas de control atenúan los efectos de una enfermedad infecciosa. Esto nos permite concluir que esta investigación tiene un gran valor para el entendimiento de la propagación de enfermedades por parte del sistema de salud.

## VII. AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Aguascalientes y al Dr. Juan Gonzalo Barajas Ramírez por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de esta investigación.

## REFERENCIAS

1. Li MY. An Introduction to Mathematical Modeling of Infectious Diseases. 2 edition. Golden K, Lewis M, Nishiura Y, Sambridge M, Tribbia J, Passamani Zubelli J, editors. Canada: Springer; 2018. 163 p.
2. Liu C, Wu X, Niu R, Wu X, Fan R. A new SAIR model on complex networks for analysing the 2019 novel coronavirus (COVID-19). *Nonlinear Dyn* [Internet]. 2020;101(3):1777–87. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11071-020-05704-5>
3. Manrique-Abril FG, Agudelo-Calderon CA, González-Chordá VM, Gutiérrez-Lesmes O, Téllez-Piñerez CF, Herrera-Amaya G. Modelo SIR de la pandemia de Covid-19 en Colombia. *Rev Salud Pública*. 2020;22(2):1–9.
4. Espinola-Sánchez M, Racchumí-Vela A, Sanca-Valeriano S, Espinola-Sánchez S, Arango-Ochante P, Saldaña-Díaz C, et al. Pandemia de Covid-19 y efecto de medidas de contención en población Peruana: Un modelamiento matemático SIR. *Rev del Cuerpo Médico del HNAAA*. 2020;13(2):110–5.
5. Fernández Viso D. Modelos Mecanísticos Determinísticos con Ecuaciones Diferenciales Sistemas de Ecuaciones Diferenciales [Internet]. *Rpubs*. 2018 [cited 2021 Jul 31]. p. 1–15. Available from: <https://rpubs.com/dsfernandez/422937>

# IDENTIFICACIÓN DE MARCADORES MOLECULARES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE *PLANKTOTHRIX* A NIVEL DE ESPECIE

Alfonso Ángel Zamacona Barrios  
Instituto tecnológico superior de Irapuato  
Carretera Irapuato – Silao km 12.5. Col. El Copal  
C.P. 36821 Irapuato, Gto.  
*LIS17111658@irapuato.tecnm.mx*

Laura Valdés Santiago  
Instituto tecnológico superior de Irapuato  
Carretera Irapuato – Silao km 12.5. Col. El Copal  
C.P. 36821 Irapuato, Gto.  
*laura.vs@irapuato.tecnm.mx*

Resumen - Las proliferaciones cianoalgales en cuerpos de agua continentales y artificiales son cada vez más frecuentes, lo que pone en riesgo el suministro de agua. La identificación de los grupos taxonómicos permitiría determinar el nivel de peligro, y conocer si las especies presentes son potencialmente tóxicas. *Planktothrix* es un género conocido por producir microcistinas, potentes hepatotoxinas. En este trabajo se presenta la metodología empleada para seleccionar regiones del genoma de *Planktothrix* que puedan ser marcadores moleculares para la identificación de *Planktothrix* a nivel de especie. Se analizaron diferentes regiones del genoma de *Planktothrix agardhii* y *Planktothrix rubescens*, como el gen que codifica la 16S ARNr, la 23S ARNr y el espaciador transcrito interno (ITS) contenido entre las regiones 16S y 23S, con el objetivo de identificar la región adecuada para la identificación de *Planktothrix* a nivel de especie. La construcción de los árboles filogenéticos de máxima verosimilitud, utilizando regiones seleccionadas de los genes, reflejaron que no son las adecuadas para la identificación a nivel de especie, ya que las dos especies (*agardhii* y *rubescens*) aparecen en el mismo clado, es necesario analizar otras regiones que puedan ser útiles.

Palabras clave - *Planktothrix rubescens*, marcadores moleculares, *Planktothrix agardhii*, 16S ARNr, 23S ARNr, ITS.

Abstract - Cyanobacterial blooms in inland and artificial water bodies are becoming more frequent, putting the water supply at risk. The identification of the taxonomic groups would allow to de-

termine the level of danger, and to know if the species present are potentially toxic. *Planktothrix* is a genus known as microcystines producer, potent hepatotoxins. This research contains the methodology used to select regions of the genome of *Planktothrix* that may be molecular markers for the identification of *Planktothrix* at the species level. Different regions of the genome of *Planktothrix agardhii* and *Planktothrix rubescens*, such as the gene encoding 16S rRNA, 23S rRNA and the internal transcribed spacer (ITS), contained between the 16S and 23S regions, were analyzed with the aim of identifying the suitable region for the identification of *Planktothrix* at the species level. Maximum likelihood phylogenetic trees, constructed with selected regions of the mentioned genes, showed that, them are not suitable for the identification at specie level, since both species (*agardhii* and *rubescens*) appeared at the same clade, it is necessary to analyze other genome regions.

Keywords - *Planktothrix rubescens*, molecular markers, *Planktothrix agardhii*, genome, RNAr 16S, RNAr 23S, ITS

## I. INTRODUCCIÓN

Las cianobacterias son un componente natural en los sistemas acuáticos y, en baja abundancia, su presencia es importante en el ecosistema. Como las plantas o algún otro microorganismo, estas requieren de nutrientes, como fósforo o nitrógeno para su crecimiento; sin embargo, cuando estos nutrientes están en exceso, estimulan el crecimiento acelerado y descontrolado de las cianobacterias hasta producir floraciones, proliferaciones o blooms que pueden ser nocivas para el ecosistema [1].

*Planktothrix* es un género cianobacterial presente en la presa “El Palote” en León, Gto.; se trata de una floración nociva potencialmente tóxica, ya que, además de utilizar el oxígeno disuelto en la presa y obstruir el paso de la luz solar, lo que afecta la biodiversidad microbiana natural, es capaz de producir microcistinas y anatoxinas [2]. En un estudio de metagenómica realizado a muestras ambientales, donde se amplificó la región V3-V4 del gen que codifica la rARN 16S, con los oligonucleótidos 341f (CCTACGGGNGGCWGCAG) y 805r (GAC-TACHVGGGTATCTAATCC), no reveló la especie de *Planktothrix* presente en la presa, por lo que surgió la necesidad de buscar otras regiones.

El diseño de oligonucleótidos específicos, en regiones del genoma diferenciales entre diferentes aislados de este género, permitirá su identificación, al menor nivel taxonómico, de manera que pueda proponerse algún tratamiento, ya sea preventivo o remedial dirigido para su control en cuerpos de agua que presenten floraciones dominadas por *Planktothrix* y así evitar, posibles eventos de intoxicación [2].

## II. MARCO TEÓRICO

### A. *Planktothrix* spp.

El género *Planktothrix* constituye una de las primeras cianobacterias descritas formadoras de floraciones en la superficie de aguas dulces. Al principio, fue clasificada bajo el género de *Oscillatoria*; sin embargo, en 1998 se separó con el género *Planktothrix* debido a sus características ultraestructurales únicas a su estrategia de vida. Posteriormente, esta separación de géneros fue confirmada mediante la secuenciación de la región 16S ADNr (ADN ribosomal) [3].

Esta cianobacteria filamentosa se forma a partir de la división binaria. Comúnmente, estas células son cilíndricas,

poco más cortas que anchas y los tricomas están solos. Hoy en día, se han clasificado nueve morfoespecies de este género, mismas que se clasificaron en tres categorías. 1) Morfoespecies formadoras de filamentos ondulados y enroscados. 2) Morfoespecies formadoras de filamentos muy rectos, no atenuados y sin tapa. 3) filamentos atenuados con ahusamiento hacia los extremos que pueden formar una caliptra. En esta última categoría, se encuentran las especies *P. agardhii* y *P. rubescens* [3].

La ocurrencia o coocurrencia de estas dos especies es dominante en el fitoplancton de los ecosistemas marinos. Por otro lado, estas dos especies son muy conocidas por ser cosechadoras eficientes de la luz, debido a sus pigmentos. Pueden sobrevivir en condiciones de auto-sombra, aprovechar la poca luz y acumular más biomasa por unidad de fósforo, produciendo una floración cianobacterial, causando mayor turbidez que alguna otra especie en el fitoplancton [3].

La diferenciación morfológica entre estas dos especies frecuente y abundantemente encontradas en cuerpos de agua puede hacerse morfológicamente, ya que *P. agardhii*, tiene tricomas verde-azules abriendo hacia los extremos sin ficoeritrina; por otro lado, *P. rubescens* presenta tricomas rojizas o rosas que también abre hacia los extremos [3]. La morfología es importante cuando se observa bajo el microscopio o en la coloración de la superficie del cuerpo de agua, sin embargo, para conocer con exactitud la especie en cuestión, la identificación molecular es más precisa.

#### B. Identificación molecular

Los métodos moleculares permiten la evaluación de la composición taxonómica de la cianobacteria y, también, se permiten identificar a los grupos de cianobacterias que contienen el cluster del gen *mcy*, responsable de la síntesis de microcistinas, toxinas producidas por especies como *P. agardhii* y *P. rubescens* [4].

Existen diferentes técnicas para conocer la especie de algún microorganismo. Normalmente consisten en la separación de dos fragmentos amplificados de ADN de igual longitud que solo difieren en la composición de nucleótidos. Estos fragmentos son específicos para el microorganismo en cuestión y debe ser variable para ser distinguido entre los diferentes grupos. Las regiones que se utilizan para amplificar con los marcadores moleculares previamente diseñados son: la región 16S ARNr, la 23S ARNr o bien el espaciador transcrito interno (ITS, por sus siglas en inglés), que es una región localizada entre las dos mencionadas anteriormente [6].

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

La creación de árboles filogenéticos de máxima verosimilitud consta de una serie de pasos que se enlistan a continuación:

1. Se consultó información sobre los genes codificantes de las regiones 16S, 23S y el espaciador transcrito interno (ITS, por sus siglas en inglés) en la base de datos para nucleótidos de la plataforma NCBI (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide/>), con el fin de obtener las secuencias de los genomas pertenecientes a *Planktothrix agardhii-rubescens*.
2. Una vez obtenidas la o las secuencias de interés, se procedió a utilizar la herramienta de búsqueda de alineación local básica (BLAST) para nucleótidos de la plataforma NCBI ([https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PROGRAM=blastn&PAGE\\_TYPE=BlastSearch&LINK\\_LOC=blasthome](https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PROGRAM=blastn&PAGE_TYPE=BlastSearch&LINK_LOC=blasthome)). De los resultados arrojados, se seleccionaron aquellos pertenecientes a las especies en cuestión y las que tenían entre 90-95 % de similitud. Estas, se adjuntaron en un archivo de texto para su posterior alineación en el programa MEGA-X.
3. Utilizando el programa MEGA-X, se alinearon las secuencias con la herramienta Clustal W para ADN, para visualizar los espacios vacíos o gaps, al inicio o final de la misma para eliminarlos. También, se observó en toda la secuencia la presencia de estos y se eliminaron.
4. Posteriormente se guardó el archivo.FAS como archivo.MEGA (.meg) para encontrar el modelo ade-

cuado para construir el árbol filogenético de máxima verosimilitud. En la ventana principal de MEGA, se eligió la opción Models y se encontró el modelo óptimo.

5. Por último, se eligió la opción Phylogeny, dentro de la ventana principal, se eligió el modelo óptimo y se construyó el árbol filogenético de máxima verosimilitud.

#### IV. RESULTADOS

Con la finalidad de observar si los genes que codifican las regiones 16S del ARN ribosomal, 23S del ARN ribosomal o el Espaciador transcrito interno (ITS) contenido entre las regiones 16S-23S, se construyeron los árboles filogenéticos correspondientes a cada gen mencionado.

En la Figura 1, se observa una fracción del árbol construido para el gen que codifica la región ITS. Ambas especies de *Planktothrix* están contenidas en el mismo clado. En la Figura 2, se muestra una fracción del árbol construido para el gen que codifica la región 23S. De la misma manera, *P. agardhii* y *P. rubescens* se encuentran en el mismo clado. Por último, en la Figura 3, se visualiza una fracción del árbol construido para el gen que codifica la 16S; nuevamente se puede observar que ambas especies están situadas en el mismo clado.

Figura 1. Fragmento del árbol filogenético de máxima verosimilitud para la región seleccionada del espaciador transcrito interno (ITS).

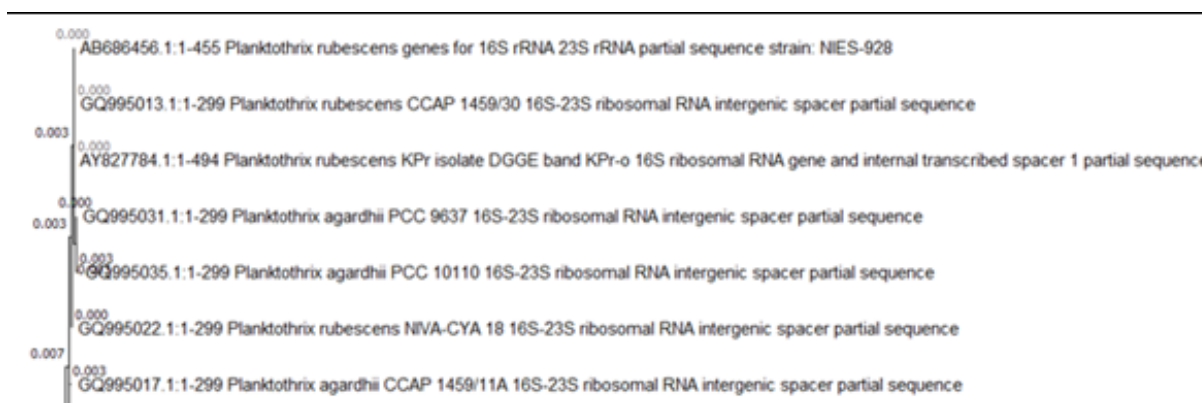
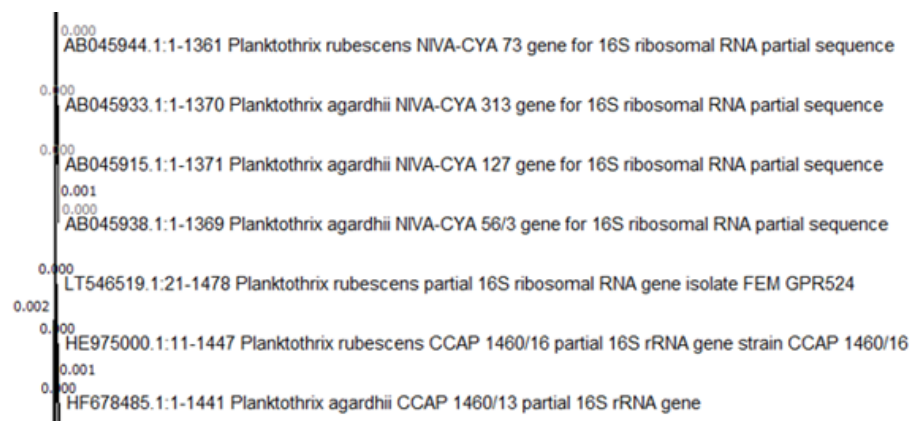


Figura 2. Fragmento del árbol filogenético de máxima verosimilitud para la región del gen que codifica la rARN 23S (16S-23S-ITS).



Figura 3. Fragmento del árbol filogenético de máxima verosimilitud para la región del gen que codifica para la rARN16S.



## V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados anteriores sugieren que las regiones seleccionadas de los genes que codifican para la 16S ARNr, la 23S ARNr y el ITS, no son elegibles para diseñar los marcadores moleculares e identificar la especie de Planktothrix, ya sea *P. agardhii* o *P. rubescens*.

Dentro de las secuencias de estos genes, puede existir diferencias en los nucleótidos de ambas especies, es decir, que *P. agardhii* posea uno de ellos y *P. rubescens* otro, de esta forma, se recortan las secuencias dejando estos nucleótidos en el centro y se construye el árbol. El resultado es el mismo, el árbol filogenético obtenido sitúa a ambas especies en el mismo clado, por lo que es necesario, buscar otras regiones u otros genes que sirvan de marcadores moleculares; por ejemplo, Rodríguez (2020) empleó el gen *mcyD*, contenido en el operón de microcistina (operón *mcy*) para diseñar oligonucleótidos específicos (el directo 5'-GTATGGCGCGACTAATTTTC-3'; y el reverso (5'-AATTTTTGGGGTTTAAAAACAT-3') y así poder identificar a Planktothrix a nivel de especie, los que no fueron probados a nivel experimental, por lo que es necesario validarlos.

## VI. CONCLUSIONES

Las secuencias de los genes que codifican la 16S, la 23S o la ITS seleccionadas, no sirvieron para el diseño de marcadores moleculares para la identificación de Planktothrix a nivel de especie, ya que ambas aparecen en el mismo clado de los árboles filogenéticos de máxima verosimilitud.

## VII. RECONOCIMIENTOS

Agradezco profundamente a la Dra. Laura Valdés Santiago y al Dr. Noé García Chávez por su apoyo, guía y paciencia en la elaboración de este trabajo.

## REFERENCIAS

- [1] Bonilla, S. & Aubriot, L. (2019). Las cianobacterias invaden las playas de nuestro país: ¿qué son estos organismos, de dónde vienen y qué podemos hacer? Facultad de Ciencias de la UDELAR, sección de Limnología. <http://www.universidad.edu.uy/prensa/renderItem/itemId/44083>
- [2] Valdés-Santiago, L., J. N. García-Chávez & J. L. Castro-Guillén. 2021. Caracterización de las comunidades microbianas asociadas a un florecimiento cianoalgal en una presa de León, Gto. México mediante secuenciación de regiones variables de los genes que codifican la rARN 16S y 18S. *Hidrobiológica* 31(1): 93-105.
- [3] Kurmayer, R., Deng, L., & Entfellner, E. (2016). Role of toxic and bioactive secondary metabolites in colo-



nization and bloom formation by filamentous cyanobacteria *Planktothrix*. *Harmful algae*, 54, 69–86. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2016.01.004>

[4] Bukowska, A., Bielczy ska, A., Karnkowska, A., Chróst, R. J., & Jasser, I. (2014). Molecular (PCR-DGGE) versus morphological approach: analysis of taxonomic composition of potentially toxic cyanobacteria in freshwater lakes. *Aquatic biosystems*, 10(1), 2. <https://doi.org/10.1186/2046-9063-10-2>

[5] Rodríguez, A. (2020). Análisis de la diversidad bacteriana de un florecimiento algal en la presa “El palote” León Gto. Por medio de metagenómica y diseño de una estrategia para la identificación de *Planktothrix* a nivel de especie [Tesis de Licenciatura no publicada]. ITESI.



## ANÁLISIS DE DATOS DE ANTAGONISMO DE LA BACTERIA *BACILLUS SUBTILIS* MEDIANTE TÉCNICAS BIOINFORMÁTICAS Y DE ESTADÍSTICA.

Aranza Jaqueline Rivas Medina  
Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Avenida Universidad # 940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.  
*rivas.medina.uaa@outlook.com*

María Rico Martínez  
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo  
Cuitzeo de 401 Cuitzeo de los Naranjos 36976, Los Naranjos, Abasolo, Gto.  
*maria.rico@tecabasolo.edu.mx*

Resumen — La investigación se basa en el análisis de la influencia de *B. subtilis* en la germinación y crecimiento de vegetales aunado a la utilización del programa RStudio para un análisis estadístico a una base de datos, donde se rescataron resultados obtenidos a partir de una investigación previa enfocada a observar el papel que jugaba *B. subtilis* en el crecimiento de la calabaza y el tomate. Se realizó el análisis estadístico con la finalidad de comprobar si efectivamente dicho microorganismo fungía como una bacteria promotora del crecimiento vegetal (PGPR). Finalmente, se reflejó en los resultados que *Bacillus subtilis* es un probiótico vegetal que promueve el crecimiento tanto del tomate como de la calabaza.

Palabras clave — Crecimiento, vegetal, R studio, *Bacillus subtilis*.

Abstract — The investigation is based on the analysis of the influence of *B. subtilis* on the germination and growth of vegetables in addition to the use of the RStudio program for a statistical analysis of a database, where results from a previous research were rescued, that research was focused on observing the role played by *B. subtilis* in the growth of pumpkin and tomato. Statistical analysis was carried out in order to verify if this microorganism was indeed a plant growth promoting bacterium (PGPR). Finally, the results showed that *Bacillus subtilis* is a vegetable probiotic that promotes the growth of tomato and pumpkin.

Keywords — Growth, vegetables, RStudio, *Bacillus subtilis*

## I. INTRODUCCIÓN

Esta investigación esta enfocada en el uso del programa RStudio, que es un entorno de programación libre donde se han implementado técnicas estadísticas que se utiliza para el procesamiento y análisis de datos implementado en el lenguaje S y enmarcado dentro de GNU [1], y a partir de RStudio, analizar una base de datos acerca del crecimiento de tomates y calabazas.

Previo a esta investigación hubo un análisis masivo de datos de origen biológico, en el cual se rescató una base de datos sobre una investigación centrada en analizar si *B. subtilis* podía influir en el crecimiento de plantas, en ese caso, calabazas y tomates.

*B. subtilis* es una bacteria Gram positiva, capaz de producir endosporas como respuesta al estrés, confiriéndole su resistencia y sobrevivencia; además de ser una bacteria saprófita, por lo que se le relaciona y ha usado en el ámbito agrónomo, también se ha utilizado como organismo modelo para estudiar metabolitos secundarios, producción, esporulación, desarrollo de biopelículas, apego a raíces de plantas y más, además de que ha encontrado que puede aumentar en las plantas, la tolerancia a la sequía y estrés salino, así como la capacidad de inhibición de germinación de esporas e hifas de otros microorganismos en las plantas [2].

## II. MARCO TEÓRICO

RStudio es una aplicación activa, con conectividad a varios tipos de datos y otros sistemas, es versátil y está disponible de manera gratuita [3]. Además, el programa tiene un lenguaje de programación efectivo y muchas técnicas estadísticas y gráficas, lo que facilitó su uso para la investigación.

Las PGPR por sus siglas en inglés, son bacterias promotoras del crecimiento vegetal, las cuales son de vida libre del suelo y que son buenas para las plantas, ya que suelen promover su crecimiento de dos formas: afectándoles el metabolismo al brindarles ciertas sustancias y mejorando la tolerancia de las plantas ante cualquier estrés. [4]

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

Se recibió una base de datos obtenida a partir de una investigación previa, en la cual se tenían 48 charolas con semillas de calabaza, en la mitad de ellas se puso hojarasca y en las otras 24 se utilizó Peat Moss, a la mitad de charolas de cada uno de los sustratos (12 charolas) se les esterilizó, mientras que las otras 12 de cada sustrato no se les esterilizó, además de esto, a 6 charolas de Peat Moss y a 6 de hojarasca se les aplico bacteria, de las cuales a 3 charolas de cada uno se les aplicó la bacteria por medio de un medio y a las otras 3 de un caldo obtenido, mientras que a las otras 6 de cada sustrato, no se les puso bacteria, pero igual se utilizó un medio para 3 charolas y caldo para la otras 3 restantes de cada sustrato. Después de eso, se mantuvo en observación y se registró en una base de datos, la cantidad de plantas germinadas y el tamaño de tallo y raíz sólo de las calabazas germinadas. Lo mismo se hizo, con 48 charolas de tomate.

Al obtener la base de datos, se dedicó tiempo a organizarla en Excel, para tener una mejor comprensión de esta y para luego poder utilizarla en el programa de análisis estadístico.

Al tener una nueva base de datos, ya organizada, se procedió a aprender a utilizar RStudio, para poder hacer un análisis de los datos que se obtuvieron previamente.

Al dominar lo básico en RStudio, se dio paso al inicio del análisis de datos. Se empleó ayuda de videos en YouTube para el trabajo en RStudio, primero, se importó la nueva base de datos al programa [5], con ella ya en el programa, se hizo un data frame para poder obtener los datos estadísticos de la investigación [6], finalmente, se procedió a obtener la gráfica estadística en R [7].

## IV. RESULTADOS

### A. GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE TOMATE

#### 1) Utilización de Peat Moss

De la nueva base de datos organizada [Tabla 1], en cuanto a los tomates, se obtuvo que, al 50% de las charolas se les agregó Peat Moss, en las 12 charolas no estériles resultó que: de las 6 charolas a las que no se les añadió bacteria, en las 3 con medio germinaron 34 semillas y en las 3 donde se utilizó un medio de agua, germinaron 38 semillas, dando un total de 72 semillas. De las 6 charolas a las que no se añadió bacteria, en las 3 con medio germinaron 29 y en las 3 donde se empleó un medio con agua germinaron 22, dando un total de 51 semillas, generando un total de 123 semillas germinadas con ayuda de Peat Moss no estéril. A las otras 12 charolas se les esterilizó, resultó que: de las 6 charolas a las que no se les añadió bacteria, en las 3 con medio germinaron 38 semillas y en las 3 donde se utilizó un medio de agua, germinaron 31 semillas, dando un total de 69 semillas. De las 6 charolas a las que no se añadió bacteria, en las 3 con medio germinaron 32 y en las 3 donde se empleó un medio con agua también germinaron 32, dando un total de 64 semillas, generando un total de 133 semillas germinadas con ayuda de Peat Moss estéril. Resultando así en un total de 256 semillas germinadas derivadas del uso de Peat Moss.

#### 2) Utilización de Hojarasca

Basado en la metodología del uso de Peat Moss, se realizó con la hojarasca lo que se resumió en que resultaron 214 semillas germinadas. 104 de las semillas germinadas provinieron a partir de hojarasca no estéril, de las cuales 87 resultaron de la adición de bacteria, donde 53 resultaron de medio y 34 de medio con agua; las otras 17 semillas fueron resultado de la no adición de bacteria, de las cuales 5 salieron del uso de medio y 12 del uso de medio con agua

Muestra	Planta	Esteril	Bacteria	Tratamiento	Germinación de tomate	Germinación de calabaza	Tamaño de tallo calabaza			Tamaño raíz calabaza		
1	Peat moss	No	Si	Medio	10	18	12.8	13.5	13.2	2.7	2.2	1.3
2	Peat moss	No	Si	Medio	10	13	16	10.8	11	1.7	1.8	2
3	Peat moss	No	Si	Medio	14	19	17	17.1	17.2	2	1.8	2.2
4	Peat moss	No	Si	Agua	11	9	12.6	8.2	8	3.8	2.9	2
5	Peat moss	No	Si	Agua	15	12	12.6	12.1	11.9	2.3	3.3	2.1
6	Peat moss	No	Si	Agua	12	3	9.1	9.3	11.3	3.3	1.3	1.2
7	Peat moss	No	No	Medio	8	19	13.8	11.1	15.7	2.8	2.2	1.7
8	Peat moss	No	No	Medio	12	14	11.5	17.3	14.6	1.2	4.3	1.3
9	Peat moss	No	No	Medio	9	15	10.9	11.3	13	1.3	1.3	1.8
10	Peat moss	No	No	Agua	6	13	15.5	6.5	11.8	3	1.8	1.9
11	Peat moss	No	No	Agua	10	16	14.6	13.7	15.6	3.1	2.7	3.1
12	Peat moss	No	No	Agua	6	15	16.2	13	13.7	3	3.5	2.3
13	Peat moss	Si	Si	Medio	12	20	14.3	11.8	17.3	6.1	3.3	3.1
14	Peat moss	Si	Si	Medio	15	15	11.9	12.4	14.2	1.4	3.4	6.8
15	Peat moss	Si	Si	Medio	11	13	19.5	16	4.1	4.7	4	6
16	Peat moss	Si	Si	Agua	5	6	9.6	15.5	11.8	5.5	4	1.5
17	Peat moss	Si	Si	Agua	10	11	10.9	16.9	10.4	4.8	5.9	4
18	Peat moss	Si	Si	Agua	16	10	16	13.1	15.3	5.5	3.5	5.1
19	Peat moss	Si	No	Medio	10	15	9.3	13.2	12	2.9	3.9	3.5
20	Peat moss	Si	No	Medio	10	10	16.5	16.8	15.3	8	5.9	5.6
21	Peat moss	Si	No	Medio	12	16	14.3	16.3	13.2	3.4	4.3	4.2
22	Peat moss	Si	No	Agua	11	9	16.8	17.3	15.5	6.3	5	5.5
23	Peat moss	Si	No	Agua	12	7	14.2	9.5	11.1	5	6.8	7.5
24	Peat moss	Si	No	Agua	9	1	12.3	10.9	7.6	6.3	5	4.1
25	Hojarasca	No	Si	Medio	13	7	10.6	8.6	10.8	2.5	2.4	1.9
26	Hojarasca	No	Si	Medio	20	13	13.2	13.2	15.4	3.5	2.9	3
27	Hojarasca	No	Si	Medio	20	16	18.9	16	17	2.3	3.4	3.9
28	Hojarasca	No	Si	Agua	13	12						
29	Hojarasca	No	Si	Agua	9	20	13	15.1	13	3.5	2.6	4.7
30	Hojarasca	No	Si	Agua	12	16	15.1	15.2	14.2	2.5	3.9	4.8
31	Hojarasca	No	No	Medio	2	11	13.7	13.3	12.9	3	2.8	3.6
32	Hojarasca	No	No	Medio	1	17						
33	Hojarasca	No	No	Medio	2	18	12.1	16.7	16.8	2.4	2.2	2.3
34	Hojarasca	No	No	Agua	6	6	12.7	12.3	12.4	2.7	3.1	3
35	Hojarasca	No	No	Agua	4	3	13	14.5	7.7	3.6	2.6	1.6
36	Hojarasca	No	No	Agua	2	10	11.7	13	10	3.6	1.9	3.5
37	Hojarasca	Si	Si	Medio	12	7	14.4	14.6	14.4	3.1	3.6	3.4
38	Hojarasca	Si	Si	Medio	14	15	15.1	13.1	8.2	3.8	3.8	2.5
39	Hojarasca	Si	Si	Medio	13	18	12.5	13.5	16.9	1.9	4.6	3.5
40	Hojarasca	Si	Si	Agua	12	19	12.6	13.8	12.6	2.9	4.3	2.8
41	Hojarasca	Si	Si	Agua	12	19	12.9	12.8	13	3.8	4.1	2.9
42	Hojarasca	Si	Si	Agua	13	14	13.9	12.8	14.2	4.9	5.9	3.6
43	Hojarasca	Si	No	Medio	5	17	16.7	18.9	19	3.6	2.9	4.8
44	Hojarasca	Si	No	Medio	7	19	17.6	16.9	18.1	3.9	3.6	4.9
45	Hojarasca	Si	No	Medio	6	17	17.3	17.8	16.4	3.9	3.6	4.8
46	Hojarasca	Si	No	Agua	8	8	15.9	12.3	14.9	3.6	2.1	4.9
47	Hojarasca	Si	No	Agua	5	2	8.5	8.9	10.6	6.8	4.8	3.9
48	Hojarasca	Si	No	Agua	3	7	12.9	13.6	14.8	2.9	3.2	2.9

Las otras 110 semillas fueron resultado del uso de hojarasca estéril, de las cuales 76 resultaron de la adición de bacteria, donde 39 resultaron de medio y 37 de medio con agua; las otras 34 semillas fueron resultado de la no adición de bacteria, de las cuales 18 salieron del uso de medio y 16 del uso de medio con agua.

## B. GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE CALABAZA

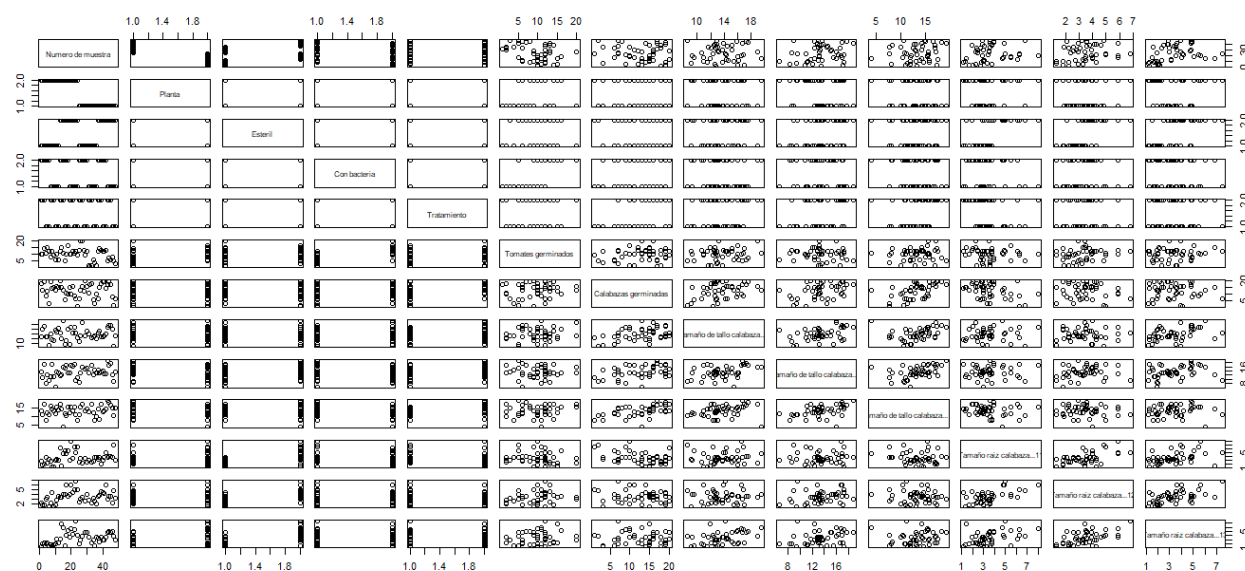
### 1) Utilización de Peat Moss

De la misma base de datos [Tabla 1], en cuanto a las calabazas, se obtuvo que, de las charolas a las que se les agregó Peat Moss, resultaron 299 semillas germinadas. 166 de las semillas germinadas resultaron a partir de Peat Moss no estéril, de las cuales 74 resultaron de la adición de bacteria, donde 50 resultaron de medio y 24 de medio con agua; las otras 92 semillas fueron resultado de la no adición de bacteria, de las cuales 48 salieron del uso de medio y 44 del uso de medio con agua. Las otras 133 semillas fueron resultado del uso de hojarasca estéril, de las cuales 75 resultaron de la adición de bacteria, donde 48 resultaron de medio y 27 de medio con agua; las otras 58 semillas fueron resultado de la no adición de bacteria, de las cuales 41 salieron del uso de medio y 17 del uso de medio con agua.

### 1) Utilización de Hojarasca

Resultaron 301 semillas germinadas. 149 de las semillas germinadas provinieron a partir de hojarasca no estéril, de las cuales 84 resultaron de la adición de bacteria, donde 36 resultaron de medio y 48 de medio con agua; las otras 65 semillas fueron resultado de la no adición de bacteria, de las cuales 46 salieron del uso de medio y 19 del uso de medio con agua. Las otras 152 semillas fueron resultado del uso de hojarasca estéril, de las cuales 82 resultaron de la adición de bacteria, donde 30 resultaron de medio y 52 de medio con agua; las otras 70 semillas fueron resultado de la no adición de bacteria, de las cuales 53 salieron del uso de medio y 17 del uso de medio con agua.

Fig. 1. Gráfica estadística de la base de datos en Rstudio.



## C. UTILIZACIÓN DE RSTUDIO

El uso de Rstudio dio como resultado una gráfica estadística [Fig.1], misma que tuvo muchas formas de ser analizada, además de esto resultó la creación de una base de datos guardada en el programa para su posterior uso.

## V. DISCUSIÓN

Al analizar los resultados de la investigación, puede rescatarse que, sobre la calabaza, las semillas obtenidas con ayuda de Hojarasca resultaron ser de mayor cantidad, en cuanto a la esterilidad, resultaron más semillas del Peat Moss no estéril, sobre la adición de bacteria, resulto que las semillas de hojarasca no estéril sin bacteria fueron mayores, finalmente la mayor cantidad de semillas germinadas fueron las obtenidas a partir de Hojarasca sin bacteria con medio. Demostrando que, comparando los resultados de las semillas de calabaza, para el Peat Moss favoreció la no esterilidad y el no añadirle *B. subtilis* y para la Hojarasca lo mejor fue la esterilidad y la adición de *B. subtilis*.

En cuanto al análisis sobre el tomate, las semillas germinadas con ayuda de Peat Moss resultó ser de mayor cantidad, en cuanto a la esterilidad, resultaron más semillas del Peat Moss estéril, sobre la adición de bacteria, resulto que las semillas de hojarasca no estéril con bacteria fue mayor, finalmente la mayor cantidad de semillas germinadas fueron las obtenidas a partir de Hojarasca con adición de bacteria con medio, por lo que en este caso se demostró que, en cuanto el Peat Moss fue mejor la esterilidad y la adición de *B. subtilis*, mientras que con la Hojarasca favoreció la esterilidad y la adición de bacteria.

Debe rescatarse que, de todas las semillas germinadas, el 44% fueron semillas de tomate y el 56% de calabaza, por lo que se puede destacar que la calabaza tuvo mayor prevalencia de germinación.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Puede concluirse de la investigación que, para la germinación, en efecto, *Bacillus subtilis* resultó de ayuda para el crecimiento de ambos, la calabaza y el tomate; donde predominó el crecimiento mediante las condiciones que no esterilidad y la adición de bacteria con medio.

Si bien *Bacillus subtilis* es de ayuda positiva para el crecimiento de las plantas, los factores que están involucrados en el ambiente pueden influir también en su crecimiento, planteamiento desde el cual pueden hacerse nuevas investigaciones.

RStudio es un programa que puede ser de ayuda e ir de la mano de las investigaciones biológicas próximas, ya que obtiene resultados estadísticos rápidamente, lo que ahorra tiempo; además, a partir de una base de datos archivada en el programa, la cantidad de variables que pueden obtenerse brindan la oportunidad de generar múltiples investigaciones.

## VII. AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico de Abasolo, a la Universidad Autónoma de Aguascalientes y a la investigadora María Rico Martínez por brindarme la oportunidad de tener esta experiencia. A mis amigos y familia por brindarme su apoyo.

## REFERENCIAS

1. Mirabal Sosa, M., Robaina García, M., & Uranga Piña, R. (2010). R: una herramienta poco difundida y muy útil para la investigación clínica. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 29(2), 302–308. Obtenido de artículo del sitio Scielo: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03002010000200012](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002010000200012) .
2. Blake, C., Christensen, M. N., & Kovács, Á. T. (2021). Molecular aspects of plant growth promotion and protection by *Bacillus subtilis*. *Molecular Plant-Microbe Interactions: MPMI*, 34(1), 15–25. Obtenido de artículo del sitio PubMed: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32986513/>
3. De Vries, A., Meys, J. (). *R for dummies*. 1 edición. Inglaterra: John Wiley & Sons, Ltd, pp.29-32.
4. Plant Growth-Promoting Soil. (2005). *Plant Growth-Promoting*. Obtenido del sitio web ResearchGate: [https://www.researchgate.net/publication/253953454\\_Bacteria\\_Plant\\_growth-promotion](https://www.researchgate.net/publication/253953454_Bacteria_Plant_growth-promotion).

5. Ortíz, R. (2015, April 9). Importar datos I - R Project. Obtenido de: <https://www.youtube.com/watch?v=wHyG5XJelag>
6. Ortíz, R. (2015, March 30). Data frame - R Project. Obtenido de: <https://www.youtube.com/watch?v=PnaHbl-qYE>
7. Ortíz, R. (2015, April 5). Gráficos básicos - R Project. Obtenido de: [https://www.youtube.com/watch?v=L\\_XNVE1HzGU](https://www.youtube.com/watch?v=L_XNVE1HzGU)



# ESTUDIO DE MATERIALES FOSFORESCENTES CON APLICACIONES EN REVELADO DE HUELLAS DACTILARES Y CRIMINALÍSTICA.

Fátima Rodríguez Esparza  
Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Avenida Universidad # 940, C.U., 20131  
Aguascalientes, Ags.  
*al240550@edu.uaa.mx*

Carlos Eduardo Rodríguez García  
Universidad Autónoma de Coahuila  
Prof. David Berlanga S/N Edf. A Unidad  
Camporeddondo, Saltillo, Coah.  
*crodriguezgarcia@uadec.edu.mx*

Resumen — Los materiales fluorescentes y fosforescentes son una tecnología con un potencial importante para el campo de las ciencias forenses, especialmente en el análisis y recopilación de huellas dactilares, puesto que disminuyen el contraste de la superficie de donde se recaban. Uno y otro pueden ser empleados en diferentes superficies y situaciones, para lo que es necesario ampliar nuestro conocimiento en esta clase de materiales y ser críticos en la elección del medio más apropiado para nuestros estudios. El aluminato de estroncio codopado con disprosio y europio es uno de los materiales en mayor auge en la última década debido a su facilidad de obtención, precio y luminiscencia, incrementando la sensibilidad y especificidad de dichos análisis, haciéndolos más efectivos y bajo el mismo concepto, siendo capaces de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

Palabras clave — Huellas dactilares, Material fosforescente, Fluorescent material, Forense, México.

Abstract — Fluorescent and phosphorescent materials play an important role in the forensic sciences, especially in the fingerprint analysis' department, that's because they lower the contrast present in the surfaces the fingerprints are recollected. One or another can be used in different situations, so it's necessary to widen our knowledge in this kind of materials and be critical in the choice of the proper medium for our study. The strontium aluminate co-doped with dysprosium and europium is one of the materials with major significance in this last decade for its obtention is an easy one, its price is low and afterglow is lasting, increasing the sensibility and specificity of the fingerprint analysis, augmenting its effectiveness and also at the same time, improving the life quality of the citizens.

Keywords — Fingerprints, Phosphorescent material, Fluorescent material, Forensics, Mexico.



## I. INTRODUCCIÓN

¿Es el hombre inherentemente malvado? Hobbes afirma que es así, remarcando el egoísmo, envidia y agresividad presentes en su naturaleza, caldo de cultivo para el crimen. Podemos rastrear el primer crimen hasta los comienzos del género Homo pero sin ir más lejos, tenemos los datos que se arrojan cada año. Por ejemplo, no es secreto que México no es uno de los países más seguros del mundo. Contrario a las creencias de muchos tampoco tiene el mérito al país con mayor número de crímenes, sin embargo no podemos demeritar el hecho de que han incrementado en los últimos años. En su pico más bajo, encontrado en Enero de 2015 se reportaron 1.354 homicidios dolosos en tanto que para Junio de 2018 se reportaron 3.074, un incremento del 127%. Encontramos un patrón similar en feminicidios con un pico de 30 casos en Febrero de 2015, incrementando a 100 en Diciembre de 2018. Así mismo, en materia de Robo Total, en Febrero de 2015 se reportaron 47.007 mientras que en Octubre de 2018 se dieron 71.288. [1] El incremento exponencial de estos números supone un escenario alarmante para la calidad de vida de los mexicanos. Es por ello que se requiere implementar nuevas tecnologías de adquisición de bioinformación o refinar las que ya disponemos para hacer frente a esto.

Una de las metodologías más primigenias en la ciencia forense es el análisis de las huellas digitales también denominado dactiloscopia, datando de finales del siglo XIX, en las que se recopila una de la escena del crimen y se compara con los sujetos presentes o sujetos que encajaran en las características definidas por testigos que tengan algún antecedente criminal. Antes de la computerización existían otras bases de datos como lo eran los repositorios de huellas digitales que se basaban en características de las huellas digitales para su organización y almacenamiento. Sistemas de clasificación de huellas como el Roscher, Juan Vucetich y el Henry se basan en la identificación del número de arcos, espirales y círculos presentes en las huellas, entre otras peculiaridades. [2, 3] Las huellas obtenidas para estos registros eran únicamente de criminales una vez aprendidos, aunque en la actualidad los registros contienen información de la población general.

¿Por qué centrarnos en huellas digitales? Las huellas digitales también conocidas como dermatoglifos, son una de las características que marca como individuo a cada humano, siendo particular incluso entre hermanos gemelos ya que las huellas dactilares nos dan información metabólica y genética de cada uno. En años recientes han sido objeto de estudio con especial escrutinio como biomarcadores para medicina en el diagnóstico precoz de enfermedades con componente genético, crónicas como es el caso de la hipertensión arterial sistémica y la diabetes mellitus tipo 2 [4] entre otras, y en la tecnología para proveer seguridad en nuestros dispositivos electrónicos. [3] Así pues dejamos huellas dactilares ahí donde toquemos cualquier superficie y esto no excluye a los criminales, por eso sigue siendo un blanco en la ciencia forense después de tantos años.

Para objeto de estudio, podemos dividir las huellas digitales en dos grupos principales, patentes o ejemplares y latentes. Las huellas ejemplares usualmente recopilan con el consentimiento activo del sujeto de estudio, como en el caso de la creación de identificación o ingresar la huella digital en un dispositivo para facilitar el manejo de datos, aunque también pueden ser dejadas en la escena del crimen al impregnar los dedos en alguna sustancia sea sangre, tierra. El otro tipo de huellas se denominan latentes, que son aquellas que el sujeto deja en sus actividades cotidianas, que pueden ser tomadas de la superficie mediante las diferentes técnicas manejadas. [2, 3] Estas huellas pueden ser obtenidas de prácticamente cualquier superficie sólida, incluyendo telas y piel viva. Las huellas patentes se recaban mediante fotografía de alta definición, con luces especiales o químicos apropiados para aumentar la claridad, donde se puedan apreciar las características.

Fig. 1. Huella dactilar con las diferentes zonas de la misma y algunos patrones.



Las huellas latentes se recopilan al esparcir polvo en una especie lisa o no-porosa. Si alguna huella aparece son fotografiadas con las mismas técnicas para las huellas patentes. Posteriormente, con una cinta especial se recolectan y se colocan sobre una carta para preservar la huella. [2]

Los polvos dactilares se categorizan en polvos metálicos, polvos magnéticos y tintes o polvos fluorescentes [5], de particular interés para este artículo. Los dos primeros se basan en la diferencia de cargas del material mismo y de los aceites producidos por la piel, por lo que una huella dejada por una mano impregnada en dichos aceites tiene más probabilidades de ser revelada con mayor detalle y definición que aquella dejada por una mano que es lavada de manera rutinaria y escrupulosa.

Los polvos y tintes fluorescentes se prefieren sobre el resto de técnicas de adquisición de huellas debido a que los polvos magnéticos y metálicos pueden llegar a contaminar la evidencia y arruinar la oportunidad de usar otras técnicas más fiables que nos dieran más información, por otro lado, los materiales fluorescentes tienen atributos ópticos especiales, mayor contraste y estabilidad. [5]

Se dice que un polvo es fluorescente cuando es capaz de emitir radiación luminosa inmediatamente después de recibir un estímulo, sea radiación UV o luz blanca, mientras que hablamos de un material fosforescente cuando aquel almacena la energía brindada por un estímulo luminoso, pudiendo seguir emitiendo radiación luminosa por un tiempo más largo. También se pueden diferenciar por los materiales involucrados en dichas reacciones, fluor para los materiales fluorescentes y fósforo para los fosforescentes.

Así pues, este proyecto tiene como objetivo comparar los polvos comerciales, fluorescentes y un material sintetizado de cero, comparando sus características en diferentes superficies sólidas, no-porosas y cuál sería el más idóneo para cada una.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Se planeó crear  $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{EuDy}$ , sin embargo no pudimos acceder a  $\text{Dy}(\text{NO}_3)_3$ , lo cual presentó un reto que se discutirá más adelante.

Para este proyecto se emplearon los reactivos enunciados en la tabla 1. Se mezclaron de manera uniforme los reactivos sólidos en un vaso de precipitado, posteriormente fueron molidos en un mortero de cuarzo hasta obtener un polvo fino, que nuevamente fue colocado en un vaso de precipitado. Una vez hecho esto se colocaron las mezclas en un horno de inducción a  $600^\circ\text{C}$ .

Tabla 1. Reactivos a emplear y masa de cada uno en moles.

Reactivo	Masa de reactivos a emplear en moles.
$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	0.2814
$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$	0.0324
$\text{EuNO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.0048
Urea	0.1797

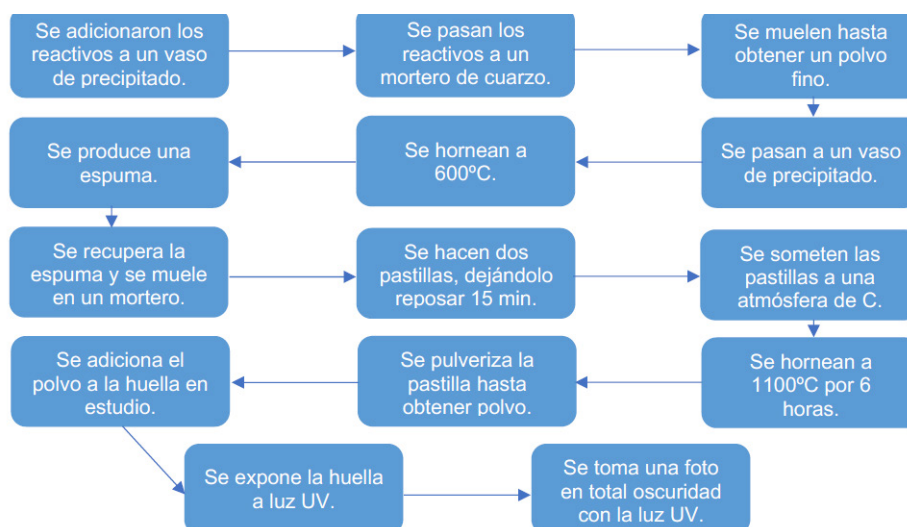
Tras este procedimiento se obtuvieron dos espumas cristalinas como se observa en la figura 3. Estas espumas ya eran capaces de reaccionar con la luz UV, dando una fluorescencia de color verde-azul tenue. Fueron trasladadas a un mortero donde fueron molidas hasta obtener un polvo fino nuevamente. Se hicieron dos pastillas de 1 gr y fueron procesadas en una atmósfera de carbón a  $1100^\circ\text{C}$  en un horno de inducción por 6 hrs.

Fig. 2. Espumas cristalinas obtenidas tras la combustión.



Se decidió conservar una de las pastillas en esa forma, mientras que la segunda fue procesada nuevamente para obtener un polvo con el cual trabajar en el revelado de huellas. Las pastillas una vez procesadas eran capaces de reaccionar con luz UV, produciendo un efecto fluorescente de corto plazo.

Fig. 3. Diagrama de flujo de la metodología realizada para obtener el polvo fluorescente.



Para el revelado de huellas, se le pidió al sujeto de estudio imprimir su huella en tres papeles aluminio, una tarjeta de crédito y un pomo de puerta. En cada papel aluminio se usó un material de revelado diferente, mientras que se empleó el material sintetizado para el resto de superficies. Estas muestras fueron observadas bajo luz blanca y luz UV, y se tomaron fotos de las mismas para mayor escrutinio.

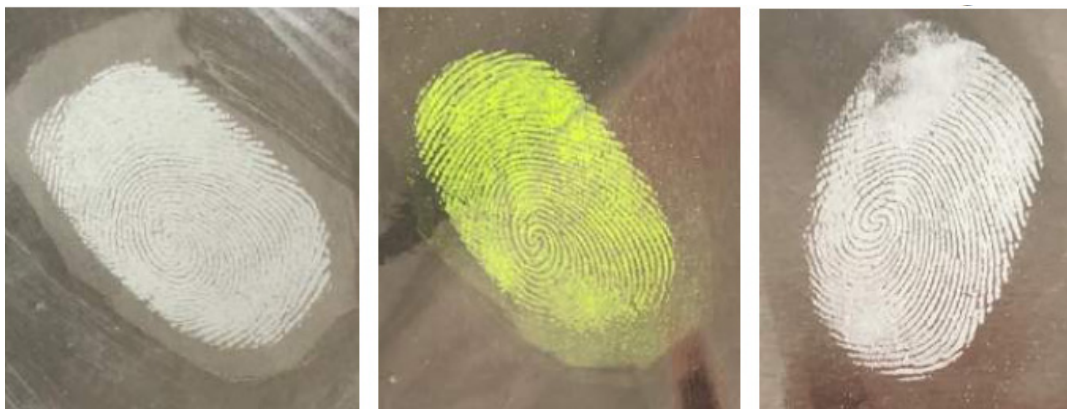
### III. RESULTADOS

Las huellas impresas en papel aluminio fueron las más detalladas y completas. La huella obtenida de la tarjeta de crédito mostró la dificultad debido a los diferentes colores encontrados en la superficie que disminuían el contraste para el estudio. Finalmente, la huella recabada en el pomo de puerta fue la más difícil de revelar debido a la curvatura de la superficie que brindaba una huella incompleta.

La huella con mayor detalle bajo luz blanca fue la revelada con el material sintetizado, seguido de la huella obtenida mediante el polvo fosforescente, sin embargo ésta tenía un halo de residuo importante que tuvo que ser removido mediante una toalla con alcohol. La huella obtenida con el material comercial fue la que se encontró tenía peor detalle y mayor acúmulo de polvo en los pliegues a pesar de remover el exceso al sacudir la hoja de aluminio.

Bajo luz UV, la huella revelada con el material fosforescente fue la más fidedigna, seguida de la huella obtenida con el material sintetizado y por último la huella tratada con el material comercial que brindaba un color muy tenue y poco contraste además de un alto acúmulo de exceso de material de revelado como se observa en la figura 3.

*Fig. 4. Huellas obtenidas tras la aplicación de los diferentes polvos en estudio.  
De izquierda a derecha: Material fosforescente, material comercial y material sintetizado.*



### IV. DISCUSIÓN

El material sintetizado fue el que permitió realizar un estudio más detallado a pesar de haber desempeñado peor en el campo de la luminiscencia. Por el lado positivo este material tenía las partículas más finas lo que facilitaba la definición de los bordes y recovecos de la huella dactilar. Ahora bien, la causa de su pobre rendimiento en la luminiscencia es la falta de disprosio.

El disprosio en conjunto con el europio intercambia y captura electrones con el resto del aluminato de estroncio, además provee mayor profundidad a la red de materiales lo que permite un mayor tiempo de esta interacción, lo que se traduce a un mayor tiempo de luminiscencia, esto debido a las trampas iónicas creadas por el dopaje. Agregado a esto el disprosio también actúa como un centro luminiscente. [6]

El europio por si solo nos permite un intercambio y captura pero en menor medida, por lo que el material tiene un efecto meramente fluorescente, es decir, de corto tiempo.

### V. CONCLUSIONES

Para la creación de un material óptimo, que arrojará mejores resultados como los observados en el resto de materiales en el laboratorio, es necesario un dopaje con un conjunto de tierras raras y no limitarnos a una sola. Un material con partículas más pequeñas, es decir, más fino, permite una mayor adherencia a los aceites de las

huellas dactilares. También, una superficie lisa y sin curvaturas es más ideal que aquellas con rugosidades o texturas agregadas.

Los materiales fluorescentes y fosforescentes en dados casos, nos permiten un análisis más profundo que no se ve limitado por el contraste de la superficie que se vaya a analizar, así pues, la mayoría de las escenas del crimen no son etéreas y lisas, presentarán un reto para el ojo humano sin ayuda de estas tecnologías.

## VI. RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS

Gracias a mi alma máter, la Universidad Autónoma de Aguascalientes por la beca, a la Universidad Autónoma de Coahuila por el apoyo económico mientras nos alojábamos en la ciudad de Saltillo, Coah., al Dr. Carlos Rodríguez por abrirnos las puertas a su laboratorio con una cálida bienvenida, compartir con nosotros su conocimiento y darnos un vistazo a sus proyectos actuales, también por último y no menos importante, a los alumnos de maestría y doctorado del Dr. Rodríguez, Nelson Etafo Oshogwue, Jesús Iván Ruíz Martínez y Joshua Omar Carranza por brindarnos una mano durante este proyecto.

## REFERENCIAS

- [1] Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública, SESNSP. Con información reportada por las Procuradurías Generales de Justicia o Fiscalías Generales de las 32 entidades federativas. Con fecha de publicación el 20 de mayo de 2020.
- [2] R. Whitley and D. Figarelli “A Simplified Guide To Fingerprint Analysis”, National Forensic Science Technology Center. Florida, 2012.
- [3] U.K. NCB. The forensic use of bioinformation: ethical issues. ISBN 978-1-904384-16-8. Nuffield Council on Bioethics, London, 2007.
- [4] V. Patil and D.R. Ingle. “An association between fingerprint patterns with blood group and lifestyle based diseases: a review”, Springer Nature, 2020. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s10462-020-09891-w> [consultado en 2021].
- [5] J. Lian, F. Meng, W. Wang and Z. Zhang, “Recent Trends in Fluorescent Organic Materials for Latent Fingerprint Imaging”, *Frontiers in Chemistry*, Vol. 8, pp 995, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fchem.2020.594864> [consultado en 2021].
- [6] I. P. Sahu. “The role of europium and dysprosium in the bluish-green long lasting Sr<sub>2</sub>Al<sub>2</sub>SiO<sub>7</sub>:Eu<sup>2+</sup>, Dy<sup>3+</sup> phosphor by solid state reaction method”, *Springer Science + Business Media NY*, Vol 26, pp 7059-7072. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10854-015-3327-2> [consultado en 2021].



## ANÁLISIS A LA RADIACIÓN DEL FONDO CÓSMICO DE MICROONDAS USANDO $\Lambda$ CDM Y $\Omega$ CDM

Samuel Durán Martínez  
Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ingeniería-Campus Aeropuerto  
Carretera a Chichimequillas s/n  
C.P. 76140, Querétaro, Qro.  
*sduran26@alumnos.uaq.mx*

Alberto Hernández Almada  
Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ingeniería-Campus Aeropuerto  
Carretera a Chichimequillas s/n  
C.P. 76140, Querétaro, Qro.  
*ahalmada@uaq.mx*

Resumen — En este trabajo se presenta un ajuste numérico a los parámetros de dos modelos cosmológicos con el fin de estudiar la curva de anisotropía del fondo cósmico de microondas y analizar el cambio en los picos del espectro de temperatura. Los datos observados son representados con modelos de energía oscura que ajustan la curva y minimiza los parámetros, dichos parámetros se implementan en el código CLASS y al compararlos con datos del satélite Planck 2015-2018 se presentan cambios en los picos de la curva del fondo cósmico de microondas que se relacionan directamente con la cantidad de materia contenida en el universo y con el parámetro de expansión de Hubble.

Palabras clave — Modelos cosmológicos, fondo cósmico de microondas, materia oscura.

Abstract — In this work a numerical adjustment to the parameters of two cosmological models is presented in order to study the anisotropy curve of the cosmic microwave background and analyzing the change in the peaks of the temperature spectrum. The observed data are represented with a model that adjusts the curve and minimizes the parameters, these parameters are implemented and compared in the CLASS code with data from the Planck 2015-2018 satellite and changes are presented in the peaks of the curve of the cosmic microwave background in order to analyze the behavior which are directly related to the amount of matter contained in the universe and the Hubble expansion parameter.

Keywords — Cosmological models, cosmic microwave background, dark matter.

## I. INTRODUCCIÓN

A través del tiempo la humanidad ha cambiado las ideas que tienen sobre el universo, dichas ideas se ajustaban a los conocimientos que se obtenían a través del pensamiento y los instrumentos de la época. En retrospectiva con nuestros antecesores, hoy en día disponemos de instrumentos como los telescopios que nos dan información sobre las estrellas que existen en los diversos cúmulos de galaxias en el universo (Matos, 2003). Con esta información se puede estudiar el comportamiento de los objetos estelares a través de la computación con el fin de predecir el comportamiento futuro de nuestro universo.

Una evidencia observacional muy importante en cosmología es que casi todo el universo parece alejarse de nosotros y entre más lejos esté el objeto más rápido parece alejarse (Riess, y otros, 1998). Estas velocidades son medidas con el corrimiento al rojo (efecto Doppler aplicado a ondas de luz) y se estudian bajo una solución a las ecuaciones de campo de la relatividad general conocida como la ecuación de Friedmann (Liddle, 2015).

La ecuación de Friedmann es la ecuación más importante en la cosmología ya que describe la expansión acelerada del universo (Matos, 2003). Esta ecuación se plantea bajo la combinación de tres propiedades: la homogeneidad e isotropía del universo, dichas condiciones establecen que el universo se ve igual independientemente del punto observado además de que parece el mismo en todas direcciones, la tercera propiedad es el principio cosmológico, el cual es una idea que establece que no ocupamos un lugar especial en el universo ya que luce igual para quien sea y en donde sea, siempre y cuando se observe a una gran escala (Liddle, 2015).

Actualmente se han propuesto distintos modelos en base a la ecuación de Friedmann para poder explicar la curva de expansión del universo con distintas hipótesis respecto a las propiedades físicas del contenido del universo con el fin de ajustar los datos observados con los modelos teóricos planteados (Matos, 2008).

## II. MARCO TEÓRICO

En cosmología surgen dos conceptos denominados materia y energía oscura, estos conceptos se introdujeron al no poder explicar la curva de rotación de las galaxias, es una discrepancia ya que los resultados previstos no corresponden a los observados, y se concluyó que para que las galaxias tuvieran ese movimiento debería haber una cantidad enorme de materia no visible en las galaxias para que estuviera en equilibrio (Matos, 2003). Algunas evidencias de la existencia de la materia oscura es la observación de la radiación del fondo de microondas donde hay un espectro de fluctuaciones de radiación cuyos picos describen el contenido total de materia del universo (Matos, 2003). Esta materia se caracteriza por no interactuar con la materia bariónica, además no tiene carga por lo que no puede radiar energía, al no detectar una temperatura  $T$  se considera que es fría y por último no emite luz por lo que también se le conoció como materia oscura.

### A. MODELOS COSMOLÓGICOS

Históricamente la ecuación de Friedmann se derivó a partir de las ecuaciones de la relatividad general cuya ecuación de campo es dada por:

$$G_{\mu\nu} = 8\pi GT_{\mu\nu}$$

Donde  $G_{\mu\nu}$  es conocido como el tensor de Einstein que contiene implícitamente el tensor de Ricci ( $R_{\nu\mu}$ ), el escalar de Ricci ( $R$ ) y el tensor métrico  $g_{\nu\mu}$ . Por otra parte, del lado izquierdo de la igualdad se encuentra la constante de gravitación universal  $G$  y el tensor de energía-momento ( $T_{\nu\mu}$ ) (Motta, García-Aspeitia, Hernández-Almada, Magaña, & Verdugo, 2021), dichos componentes contienen información como la métrica, densidad, presión, velocidades del medio e incluso implícitamente el principio cosmológico para obtener la ecuación de Friedmann adimensional dada por:



$$E(z)^2 = \left(\frac{H(z)}{H_0}\right)^2 = \sum_i \Omega(z)_i$$

Donde  $\Omega(z)_i$  se conoce como el parámetro de densidad en función del corrimiento al rojo. Especialmente para un universo tipo FRW (métrica de Friedmann-Lemaître-Robertson Walker) (Weinberg, 1972) los modelos de energía oscura a partir de la ecuación de Friedmann toman la forma (Xu & Zhang, 2016):

$$E(z)^2 = \left(\frac{H(z)}{H_0}\right)^2 = \Omega_m(1+z)^3 + \Omega_r(1+z)^4 + (1 - \Omega_r - \Omega_m)f(z)$$

donde  $f(z)$  es una función que contiene los diferentes parámetros de cada modelo de energía oscura.

## B. RADIACIÓN DE FONDO CÓSMICO DE MICROONDAS

La observación crucial que influyó a favor de la teoría del Big Bang fue la detección de la radiación cósmica de fondo de microondas reportada en 1965. Esta radiación electromagnética baña la Tierra desde todas las direcciones, y ahora se sabe que toma con precisión la forma de un cuerpo negro con temperatura (Liddle, 2015)

$$T_0 = 2.725 \pm 0.001K$$

Es una fuente importante de datos sobre el universo temprano porque es la radiación electromagnética más antigua del universo que data de la época de la recombinación (época en la que los electrones y protones cargados se unieron para formar átomos de hidrógeno eléctricamente neutros). El fondo cósmico de microondas es una evidencia histórica del origen del Big Bang del universo, ya que cuando el universo era joven, antes de la formación de estrellas y planetas, era más denso, mucho más caliente y estaba lleno de una niebla opaca de plasma de hidrógeno. A medida que el universo se expandió, el plasma se enfrió y la radiación que lo llenó se expandió a longitudes de onda más largas. Cuando la temperatura bajó lo suficiente, los protones y los electrones se combinaron para formar átomos de hidrógeno neutros. Después de este evento los fotones comenzaron a viajar libremente a través del espacio y se conoce como desacoplamiento de fotones. Los fotones que existían en el momento del desacoplamiento de fotones se han estado propagando desde entonces, aunque se han vuelto menos energéticos, ya que la expansión del espacio hace que su longitud de onda aumente con el tiempo (Liddle, 2015). Las anisotropías de temperatura de fondo cósmico de microondas (CMB) han revolucionado y seguirán revolucionando la comprensión de la cosmología. El descubrimiento de los picos acústicos previamente predichos en el espectro de potencia ha establecido un modelo cosmológico funcional con densidad crítica que consta principalmente de materia oscura y energía oscura cuya estructura se formó a través de la inestabilidad gravitacional a partir de fluctuaciones cuánticas durante una época inflacionaria. La fenomenología y las implicaciones cosmológicas de los picos acústicos presentan oportunidades para estudiar la inflación y energía oscura (Hu & Dodelson, 2002).

## III. METODOLOGÍA

Para estudiar la expansión del universo con el uso de modelos cosmológicos y la radiación cósmica de microondas es necesario usar datos observacionales obtenidos por el satélite Planck en los años 2015 y 2018. La principal herramienta a utilizar es el lenguaje de programación Python en el cual se analizará los parámetros de los modelos cosmológicos con la librería *iminuit* (Dembinski & Ongmongkolkul, 2020) desarrollada en el CERN la cual resulta de ayuda al ajustar los datos con métodos de minimización de funciones y estimación de error en parámetros. Por otro lado, para estudiar CMB es necesario usar un código llamado CLASS (Lesgourgues, 2019) cuyo propósito es simular la evolución de perturbaciones lineales en el universo y calcular los observables de estructura a gran escala.

a) Mediante el uso de iminuit se realiza una aproximación a los parámetros de los modelos cosmológicos  $\Lambda$ CDM y  $\omega$ CDM y se ajusta los datos obtenidos (Magaña, Amante, Miguel, & Motta, 2018) con la ecuación de Friedmann de cada modelo (Xu & Zhang, 2016), el modelo  $\Lambda$ CDM es descrito por la ecuación

$$E(z)^2 = \Omega_m(1+z)^3 + \Omega_r(1+z)^4 + (1 - \Omega_r - \Omega_m)$$

Y para el modelo  $\omega$ CDM se tiene

$$E(z)^2 = \Omega_m(1+z)^3 + \Omega_r(1+z)^4 + (1 - \Omega_r - \Omega_m)(1+z)^{3(1+\omega)}$$

b) Una vez obtenido el ajuste de los parámetros  $h$ ,  $\omega$  y  $\Omega_m$  de cada modelo en iminuit compararemos los valores con los datos Planck 2015 y Planck 2018 dentro del código CLASS.

c) Por último, se compararán las diferencias de las curvas de anisotropía del fondo cósmico de microondas en CLASS, las cuales son generadas con los distintos valores de los parámetros previamente investigados y ajustados con el fin de analizar su comportamiento.

#### IV. RESULTADOS

El ajuste de los datos cosmológicos (Magaña, Amante, Miguel, & Motta, 2018) al modelo teórico viene representado por una curva de expansión representada en la figura 1 y describe una minimización de los parámetros de cada modelo, es importante mencionar que para el modelo  $\Lambda$ CDM solo hay dos parámetros en la ecuación de Friedmann los cuales son implícitamente  $h$  y  $\Omega_m$  correspondientes al parámetro de Hubble relacionado a la tasa de expansión del universo y al parámetro de densidad. Para el modelo  $\omega$ CDM los parámetros son  $h$ ,  $\omega$  y  $\Omega_m$  siendo  $\omega$  un parámetro representado con una constante en el modelo. Estos parámetros se correlacionan entre sí por lo que pueden tener distintos valores y se representan mediante contornos de verosimilitud con rangos de confianza de  $1\sigma$ - $3\sigma$  representados por la figura 2.

Figura 1: Ajuste a la curva de expansión de la función  $H(z)$  para los modelos  $\Lambda$ CDM y  $\omega$ CDM (elaboración propia).

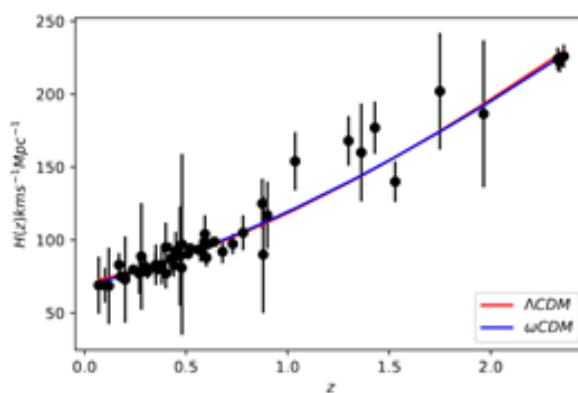
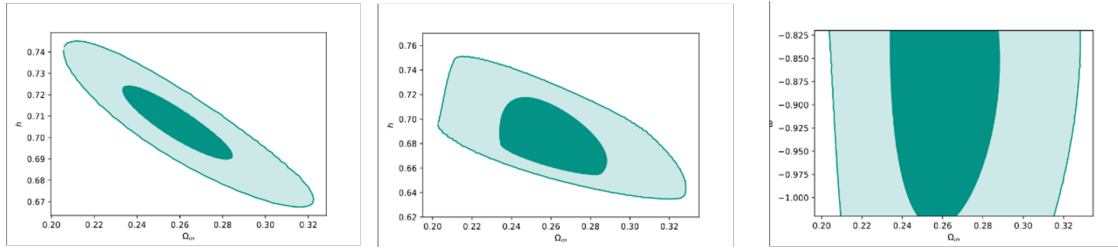
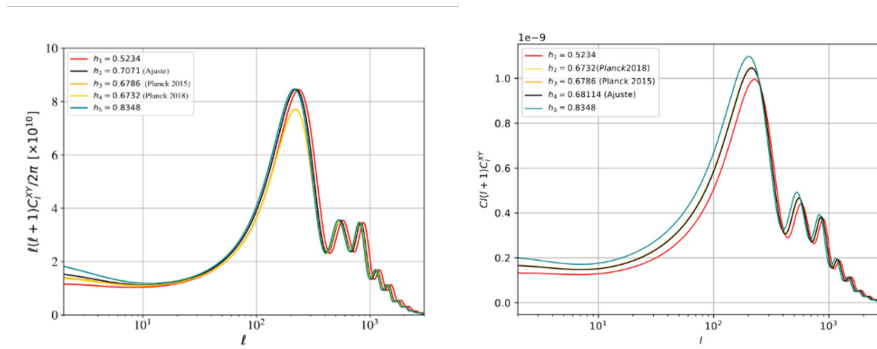


Figura 2: Contornos de confianza del 68.3% y 99.9% para el modelo  $\Lambda$ CDM (plano  $\Omega_m$ - $h$  de la izquierda) y  $\omega$ CDM (plano  $\Omega_m$ - $h$  del centro y plano  $\Omega_m$ - $\omega$  de la derecha) (elaboración propia).



Al cambiar el valor de  $h$  en la figura 3 podemos observar que las curvas se desplazan a la izquierda o a la derecha, por otra parte, la curva que se obtuvo con los parámetros ajustados mediante iminuit cambian principalmente en la altura del pico principal respecto a los picos que se obtienen del satélite Planck. Mediante el ajuste de los parámetros se obtuvo un total de 25.7651% de materia existente en el universo para el modelo  $\Lambda$ CDM y de 25.99% para el modelo  $\omega$ CDM de los cuales 5% se definió como materia bariónica y el resto como materia oscura, por tanto, a diferencia de los datos del satélite Planck (donde hay 5% de materia bariónica y 24% de materia oscura) los cambios más significativos se encuentran en los primeros tres picos. Respecto al primer pico se deduce que hay una variación pequeña en la geometría plana del universo debido al cambio de la altura del pico, por otro lado, el segundo pico y el tercer pico representan la cantidad de materia ordinaria o bariónica del universo y la materia oscura, por lo que al estar desplazada la gráfica a la derecha respecto a los datos Planck se comprueba el cambio de la materia calculado en el ajuste, dicho cambio afecta principalmente a una variación en el momento multipolar del espectro de radiación angular.

Figura 3: Curvas de anisotropía del fondo cósmico de microondas con distintos valores de  $h$  para el modelo  $\Lambda$ CDM (izquierda) y  $\omega$ CDM (derecha) (elaboración propia).



## V. CONCLUSIONES

En este proyecto se buscó cambiar los parámetros que contienen dos modelos cosmológicos para observar un cambio en la curva de anisotropía del fondo cósmico de microondas, dichos ajustes hacen que la curva del fondo cósmico se vea desplazada a hacia la derecha con un cambio en la altura de los tres picos principales los cuales representan la geometría y materia del universo. Este desplazamiento se debe al cambio simultáneo entre la materia oscura y el valor de  $h$  los cuales sugieren una variación en el momento multipolar del espectro de radiación angular el cual es una variación en la forma de medir este espectro relacionado a la temperatura.

La aproximación a los modelos  $\Lambda$ CDM y  $\omega$ CDM es efectiva ya que poseen un margen de error inferior al 10%

y el costo computacional es mínimo ya que no se usó el cómputo de alto desempeño y es relevante ya que podría servir para realizar primeras aproximaciones con otros modelos cosmológicos.

## VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Querétaro y a mi asesor el Dr. Alberto Hernández Almada por permitirme trabajar en este proyecto de investigación.

## REFERENCIAS

- Dembinski, H., & Ongmongkolkul, P. (2020). scikit-hep/iminuit. Zenodo. doi:10.5281/zenodo.4310361
- Hu, W., & Dodelson, S. (2002). Cosmic microwave background anisotropies. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, 40(1), 171-216. doi:arXiv:astro-ph/0110414
- Lesgourgues, J. (2019). CLASS (the Cosmic Linear Anisotropy Solving System). Obtenido de [https://lesgourg.github.io/class\\_public/class.html](https://lesgourg.github.io/class_public/class.html)
- Liddle, A. (2015). *An Introduction to Modern Cosmology*. England: John Wiley & Sons.
- Magaña, J., Amante, M., Miguel, G.-A., & Motta, V. (2018). The Cardassian expansion revisited: constraints from updated Hubble parameter measurements and type Ia supernova data. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 476(1), 1036-1049.
- Matos, T. (2003). Formación de la estructura del universo. *Revista Mexicana de Física*, 49, 16-25.
- Matos, T. (2008). La materia oscura del universo: retos y perspectivas. *Revista Mexicana de Física*, 54, 193-202.
- Motta, V., García-Aspeitia, M. A., Hernández-Almada, A., Magaña, J., & Verdugo, T. (2021). Taxonomy of Dark Energy Models. *Universe*, 7(6), 163. doi:arXiv:2104.04642
- Riess, A. G., Filippenko, A. V., Challis, P., Clocchiatti, A., Diercks, A., Garnavich, P. M., & ... & Tonry, J. (1998). Observational evidence from supernovae for an accelerating universe and a cosmological constant. *The Astronomical Journal*.
- Romeu, J. A. (2014). *Derivation of Friedmann Equations*.
- Weinberg, S. (1972). *Gravitation and cosmology: principles and applications of the general theory of Relativity*. New York: John Wiley & Sons.
- Xu, Y.-Y., & Zhang, X. (2016). Comparison of dark energy models after Planck 2015. *The European Physical Journal C*, 76, 1-15. doi:<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-016-4446-5>

## RECTIFICANDO GRAFOS CON NÚMERO DE CRUCE A LO MÁS TRES

Monica Araceli Jasso Saavedra  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí  
Facultad de Ciencias  
Av. Parque Chapultepec 1570  
C.P. 78210, San Luis Potosí, S.L.P  
*A265048@alumnos.uaslp.mx*

César Israel Hernández Vélez  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí  
Facultad de Ciencias  
Av. Parque Chapultepec 1570  
C.P. 78210, San Luis Potosí, S.L.P  
*cesar.velez@uaslp.mx*

Resumen — En el siguiente trabajo se presenta una explicación sobre la interpretación del número de cruce a los más tres en grafos desde la perspectiva de un estudiante, es decir, un análisis cuando no se tienen cruces, un cruce, dos cruces y tres cruces. Con el objetivo de proponer un escrito para su fácil comprensión para estudiantes de los primeros semestres de licenciatura tratando de explicar de manera más detallada los pasos que se dan por hecho en los artículos ya publicados, por ejemplo, cuando se tienen varios casos y con términos no tan abstractos.

Palabras clave — Grafos, cotas mínimas, número de cruce rectilíneo.

Abstract — In the following work an explanation is presented on the interpretation of the number of crossings to the plus three in graphs from the perspective of a student, that is, an analysis when there are no crosses, one crossing, two crosses and three crosses. With the aim of proposing a writing for easy understanding for students of the first semesters of the degree, trying to explain in a more detailed way the steps that are taken for granted in the articles already published, for example, when there are several cases and with terms not so abstract.

Keywords — Graphs, minimum height, rectilinear crossing number.

## I. INTRODUCCIÓN

Los grafos son usados con frecuencia para representar redes de comunicación o transporte, cuando se representan redes es importante conocer la existencia de caminos que recorren todas las aristas o todos los vértices y que de cierto modo sean óptimos.

Derivado de esto se plantea lo siguiente, el problema del número de cruce se refiere a encontrar el mínimo de cruces entre sus aristas donde cada cruce es la intersección de dos aristas. Teniendo un interés por representar cada arista con un segmento de línea recta, con esta restricción vuelve el problema más complejo dado que se debe rectificar el grafo y minimizar el número de cruce, se puede dibujar de muchas maneras en el plano, los cortes entre aristas pueden variar de unas representaciones a otras y en general se buscan dibujos del plano con pocos cruces como sea posible teniendo en cuenta que las aristas que se formen sea mediante líneas rectas.

El problema se reduce a determinar el mínimo número de intersecciones que aparecen cuando se rectifica un grafo en nuestro caso cuando se tiene a lo más 3 cruces.

De tal forma el objetivo es interpretar el número de cruce a lo más 3 desde la perspectiva de un estudiante y poder explicarlo de tal manera que alguien de los primeros semestres de la licenciatura al leer el escrito comprenda de mejor manera los conceptos que se abordan al revisar el número de cruce rectilíneo.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Teoría de Grafos

Un grafo es un conjunto de puntos y líneas conectando algunas parejas de puntos, haciendo mención explícita de dos conjuntos: el conjunto de los vértices o nodos ( $V$ ), y el conjunto de los lados, líneas o aristas ( $E$ ). se define como un par ordenado  $G=(V,E)=(V(G),E(G))$ , donde  $V$  es un conjunto no vacío de puntos del espacio [1].

Podemos decir que los vértices  $v_1$  y  $v_2$  son dos vértices vecinos, que son los extremos de un mismo lado, o que son incidentes al lado  $(v_1,v_2)$ . Los lados son adyacentes si tienen al menos un vértice en común.

En la figura 1 se muestra la representación icónica del grafo  $G$  con vértices y aristas asignados.

Los grafos no vacíos y para los cuales cualquier par de vértices están conectados por un camino en  $G$  se dicen conexos.

La representación algebraica de este grafo está dada por:

Fig. 1. Representación del grafo  $G$

$$G(V, E) = (V(G), E(G))$$

$$V = V(G) = \{v_1, v_2, v_3, v_4\}$$

$$E = E(G) = \{(v_1, v_2), (v_2, v_3), (v_2, v_4), (v_3, v_4)\}$$



### B. Número de cruce

Los dibujos de dos aristas diferentes pueden cruzarse como máximo una vez, y en ese caso la intersección es un extremo común o un cruce, además cada cruce es un punto de intersección de solo dos aristas.

El número de cruce de un grafo  $G$  se denota por  $cr(G)$  y es definido como el número mínimo de pares de aristas que se cruzan en cualquier dibujo de  $G$  en el plano. Ahora bien, si se consideran sólo los dibujos rectilíneos, se tiene que el número de cruce rectilíneo representado con  $cr_r(G)$  de un grafo  $G$ , esto es el número mínimo de pares de aristas del grafo que se cruzan en cualquier dibujo rectilíneo.

Se ha centrado en los dibujos rectilíneos de los grafos, es decir cada arista está representada por un segmento de línea recta, esta restricción es atractiva porque simplifica el problema a tomar representaciones específicas de los grafos [2].

### III. METODOLOGÍA

Se utilizan como base 3 teoremas:

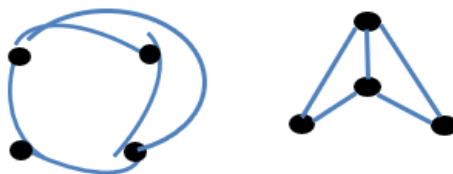
Teorema 1. Para toda  $m > k \geq 4$ , existe un grafo  $G$  con  $cr(G) = k$ , pero  $cr_r(G) \geq m$ , en otras palabras, el número de cruce rectilíneo de un grafo puede ser arbitrariamente grande incluso si el número de cruce es pequeño.

Teorema 2. Si  $cr(G) \leq 3$ , entonces  $cr_r(G) = cr(G)$ , si  $cr(G) \leq 2$ , entonces  $cr_r(G) = cr(G)$  es una de las pruebas más débiles, se plantea que cada arista se dibuje como un segmento de línea poligonal con un máximo de dos secciones (en lugar de precisamente un segmento), llamando a un dibujo de este tipo como 2-poligonal y nombrando el número de cruce resultante del grafo  $G$  por  $cr_2(G)$ .

Teorema 3. Para cualquier grafo  $G$ ,  $cr_2(G) \leq 2 \lfloor cr(G) \rfloor^2$ , dado un dibujo (no rectilíneo) de  $G$  con  $m$  cruces, entonces se puede construir un dibujo 2-poligonal con al menos  $2m^2$  cruces.

El teorema 1 se omitirá en cierta parte debido a que el objetivo es rectificar los grafos y verificar el mínimo número de cruces y el teorema aborda las curvas que no son líneas rectas. Considerar el teorema de Fary con el objetivo de comprender el número de cruce mínimo sobre la representación en línea recta de los grafos planos, siempre que el grafo no contenga dos aristas que unan los mismos nodos, si hay un dibujo sin cruces entonces hay un dibujo rectilíneo sin cruces que se puede ver en la figura 2.

Fig. 2. Representación de un dibujo rectilíneo sin cruces



### IV. RESULTADOS

Con la finalidad de explicar términos omitidos en los teoremas se interpreta lo siguiente:

Considerar cómo se mueven los vértices para que quede de tal forma que no queden cruces, además triangular hace referencia a formar triangulaciones por tres puntos no necesariamente líneas rectas desde un inicio como se muestra en la figura 3.

Por el teorema de Fary al tener el grafo  $G$  se toma por inducción implica triangular sin cruces, eliminar vértices y agregarlos a grandes rasgos, pero esto implica desde el caso base cuando es 1 después cuando se tiene  $n-1$  vértices y finalmente con  $n$  vértices, nuestra hipótesis va sobre triangulaciones [3].

Dado el lema 4. Sea  $G$  un grafo triangulado simple que tiene al menos cuatro nodos. Si  $P_1, P_2, \dots, P_k$  son todas las aristas que parten de  $P$ , en su orden cíclico, entonces las aristas  $P_1 P_2, P_2 P_3, \dots, P_k P_1$ , están contenidas en  $G$  y forman un circuito  $C_P$  que separa a  $P$  de cualquier otro vértice de  $G$  que muestra en la figura 4.



Es importante resaltar en el lema 5, se hace por inducción eliminar a  $P$  para que el número de vértices disminuya al ser mencionado el término que quede “vacío” hace referencia a también eliminar el punto  $P$  por paso de inducción.

De acuerdo con el lema 3, se debe tener en cuenta que es la intersección de dos semiplanos, dado  $G^*$  simple se plantea por hipótesis desde su representación en dibujo (representación icónica) a su representación abstracta (representación simbólica) se tienen las representaciones de una región convexa de  $K^2$ , teniendo un punto no abordado qué pasa con el semiplano que forman  $P_k$  y  $P_{k-1}$ , y el semiplano que forman  $P_{k-1}$  y  $P_{k-2}$ , se realiza su análisis en la figura 5.

Fig. 3. Triangulación de puntos en un grafo

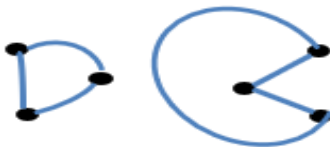


Fig. 4. Representación del lema 4 con el grafo original  $G$

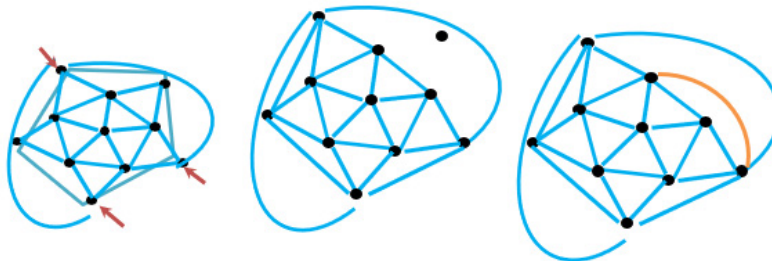
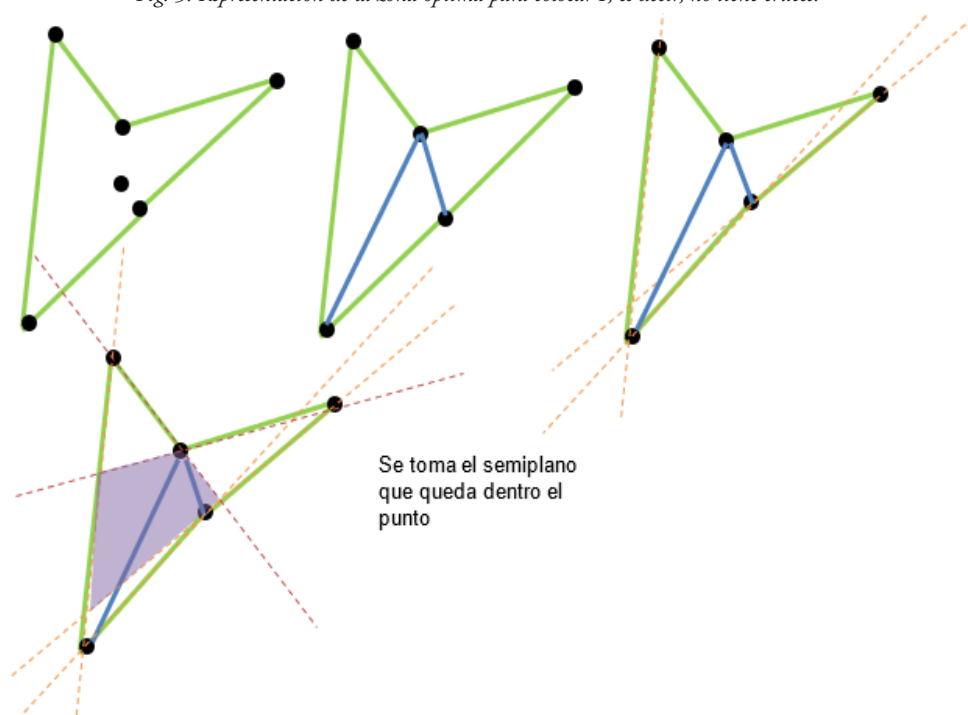
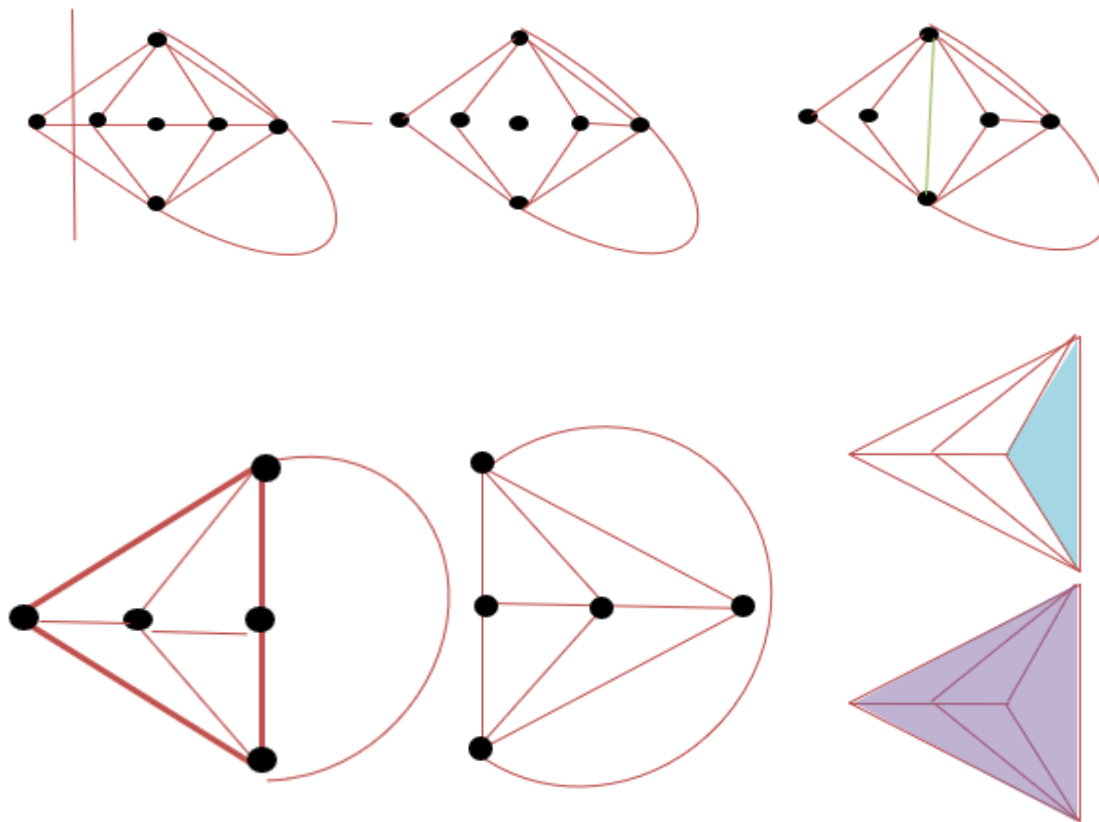


Fig. 5. Representación de la zona óptima para colocar  $P$ , es decir, no tiene cruces.



Ahora bien, si el grafo no es simple se plantea que al tener un grafo donde dos vértices están conectados por dos aristas véase figura 6.

Fig. 6. Representación de un grafo  $G^*$  no simple



El tener un grafo 2-cortes restringe el grafo a eliminar 2 vértices quedando 2 piezas.  $G$  es  $k$ -conexo si al eliminar 1, 2 o hasta  $k-1$  vértices (y sus respectivas aristas) el grafo resultante es conexo. Si  $G$  es  $k$ -conexo, al remover  $k$  o más vértices no necesariamente quedan dos o más componentes (pedazos). El Homeomorfismo se refiere a que se puede enchuecar, implica biyectividad, es decir, es inyectiva, 2 puntos distintos van a puntos distintos y sobreyectiva a cada punto de la curva le corresponde uno de la recta.

## V. CONCLUSIONES

En esta interpretación se realizó una lectura de artículos relacionados con el número de cruces en grafos con la rectificación de los grafos tratando de minimizar el número de cruces a lo más tres, el cual relaciona los teoremas de manera abstracta a su representación con dibujos. Con la finalidad de proponer un escrito más fácil de comprender para otros estudiantes de los primeros semestres de universidad, con términos menos abstractos. Los grafos obtenidos ayudan a la comprensión de los conceptos.

## VI. RECONOCIMIENTOS

Agradezco a la universidad Autónoma de San Luis Potosí por la oportunidad de participar en la estancia del verano y por el apoyo de los doctores en ayudarme a comprender los conceptos.

**REFERENCIAS**

- [1] Menéndez Velázquez, A. “Una breve introducción a la teoría de grafos”. Suma.1998.
- [2] Viafara Chanchi, J. Número de cruce rectilíneo (Master’s thesis, Tesis (MC)--Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Departamento de Matemáticas), 2019.
- [3] I. Fáry, On straight line representation of planar graphs. Acta Univ. Szeged Sect. Sci. Math pp. 229-233, 1948.
- [4] Bienstock, D., & Dean, N. Bounds for rectilinear crossing numbers. Journal of Graph Theory, 17(3), pp. 333-348, 1993.

# ESTUDIO DE MATERIALES FOSFORESCENTES CON APLICACIONES EN REVELADO DE HUELLAS DACTILARES Y CRIMINALÍSTICA

Ana Paloma García Razo  
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato  
Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821  
Irapuato, Gto.  
*LIS18111263@irapuato.tecnm.mx*

Carlos Eduardo Rodríguez García  
Fac. de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Coahuila  
Prol. David Berlanga S/N Edif. A. Camporredondo,  
Saltillo Coahuila.  
*crodriguezgarcia@uadec.edu.mx*

Resumen — La localización de huellas latentes es especialmente difícil cuando se encuentran sobre algunas superficies porosas (por ejemplo, papel, metales, plástico, entre otros). Para detectar las huellas dactilares en dichos materiales es necesario utilizar reactivos muy sensibles a algún componente de la huella y que formen derivados colores para que su visualización sea factible con luz visible o a bajas emisiones de luz UV. Para solucionar el problema en el revelado de huellas dactilares en materiales porosos se ha pensado emplear reactivos fluorescentes.

Según los resultados obtenidos en las condiciones de este estudio, se puede afirmar que los reactivos fluorescentes para huellas dactilares son útiles sobre las superficies porosas oscuras o multicolores.

Palabras clave — Fluorescente, huellas dactilares, luz UV. Abstract — The location of latent fingerprint is especially difficult when they are on some porous surfaces (for example, paper, metals, plastic, among others). To detect fingerprints on these materials, it is necessary to use reagents that are very sensitive to some component of the fingerprint and that form color derivatives so that their visualization is feasible with visible light or at low UV light emissions. To solve the problem in the development of fingerprints in porous materials it has been thought to use fluorescent reagents. Based on the results obtained under the conditions of this study, it can be stated that fluorescent reagents for fingerprints are useful on dark or multi-colored porous surfaces.

Keywords — Fluorescent, fingerprints, UV light.

## I. INTRODUCCIÓN

Los materiales luminiscentes (o fósforos), en su mayoría son materiales inorgánicos sólidos que consisten en una red huésped, generalmente dopada intencionalmente como los iones de tierras raras, que están presentes en concentraciones relativamente bajas (unos pocos moles por ciento o menos). La absorción de energía tiene lugar a través de la red del huésped o en las impurezas.

Los materiales luminiscentes se aplican ampliamente. Las principales aplicaciones son en pantallas emisivas, lámparas fluorescentes y LED y sistemas para detectar rayos X o rayos  $\gamma$ , por ejemplo, utilizados en imágenes médicas. En este último tipo de aplicaciones, los materiales luminiscentes son excitados por fotones con alta energía, y parte de la energía de excitación se utiliza para crear luz visible [1].

Los materiales luminiscentes son capaces de emitir luz, sin efectos de calentamiento, en respuesta a un estímulo [2]. Diferentes estímulos, por ejemplo, la exposición a la luz, el aumento de temperatura o la aplicación de una corriente eléctrica, causan diferentes tipos de luminiscencia. Absorben la luz en una cierta longitud de onda (generalmente UV) y emiten luz en otra longitud de onda (generalmente luz visible). Hay dos tipos de fotoluminiscencia: fluorescencia y fosforescencia. La luz fluorescente detiene su emisión inmediatamente después de la eliminación de la fuente de luz, así como también emite luz en frío de forma espontánea la cual es independiente de la temperatura y tiene una duración media del resplandor del orden menor a  $1 \times 10^{-6}$  s, mientras que la luz fosforescente puede continuar durante horas pues su tiempo es mayor a  $1 \times 10^{-6}$  s y esta a su vez depende de la temperatura, almacena energía y la libera paulatinamente como fotones.

Figura 1: Tipos de luminiscencia dependiendo de la energía utilizada. [3]



## II. MARCO TEÓRICO

La huella dactilar es la estructura formada en la yema de los dedos por las crestas papilares. Esta estructura es única para cada persona y a su vez es una característica que se utiliza como medio de identificación de las personas, está compuesta por 99% de H<sub>2</sub>O, mezcla de Cl, P, Na y 1% es grasa o lípidos; la grasa en este caso es la que se queda por más tiempo y los lípidos comprendidos en una HDL.

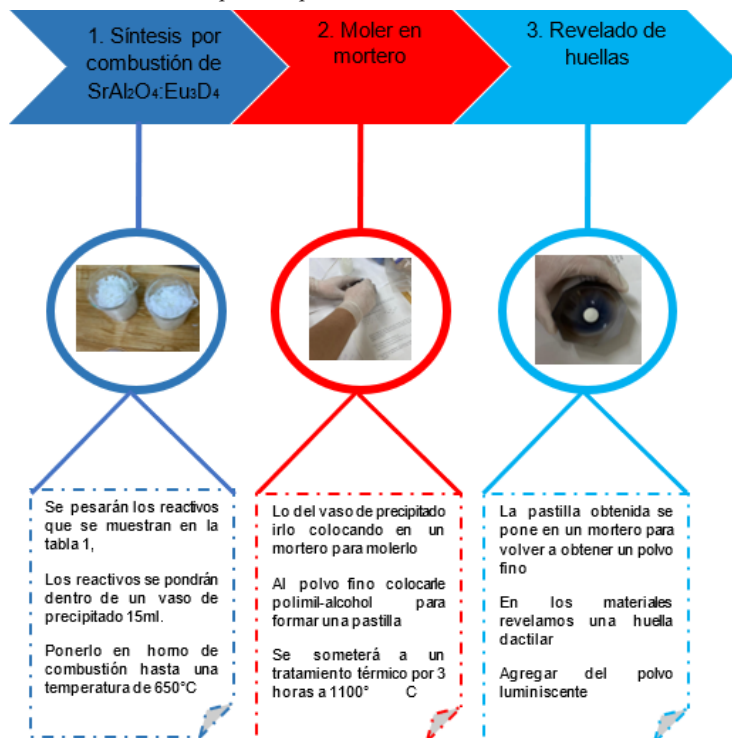
El revelado de huellas dactilares desde el siglo XIX sigue siendo la pista más importante para identificar a un delincuente, para esto las huellas latentes “invisibles” a simple vista bajo la luz ordinaria son las que dejan los pulpejos de los dedos, las palmas de las manos y las plantas de los pies sobre cualquier objeto pulido con que se tenga contacto o con un simple roce de los dedos, pero estas se pueden hacer visibles espolvoreándolas con productos químicos o con una fuente de luz alternativa [4,5].

Los materiales utilizados en el revelado de huellas dactilares dependen mucho de la capacidad del reactivo para teñir los componentes en este caso los más usados son el polvo negro, humo de Cianocrilato y polo blanco; existen datos que revelan que las huellas latentes que han sido reveladas con polvos, se les puede transportar y manipular mejor para su estudio de investigación y comparativo, evitando que se tengan que transportar los objetos en donde se encontró impresos.

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la creación del material luminiscente que se aplicará en el revelado de huellas es necesario implementar 3 etapas en su elaboración y para así poderlo obtener. A continuación, se mostrarán dichas etapas con los materiales utilizados y los pasos a seguir (ver figura 2).

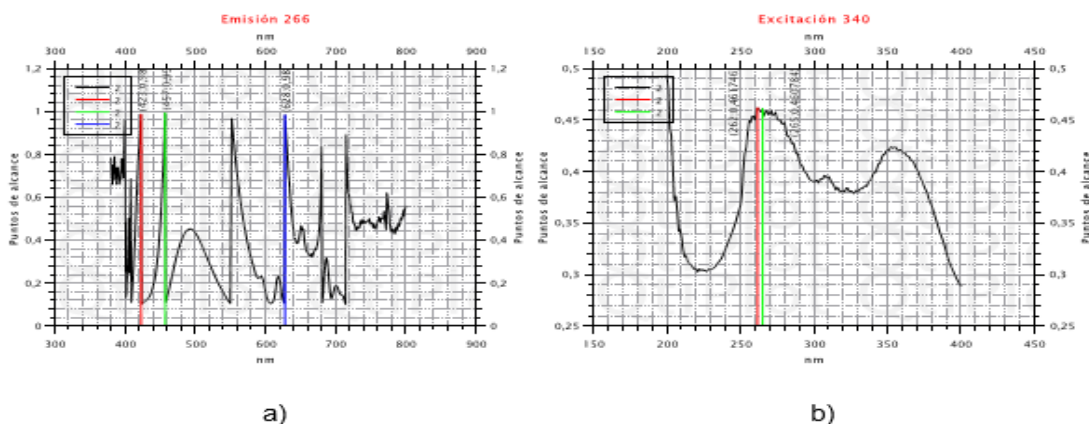
Figura 2: Aquí se pueden observar las 2 etapas que se requieren para hacer el material luminiscente, así como en el último paso se explica cómo hacer el revelado de huellas dactilares.



#### IV. RESULTADOS

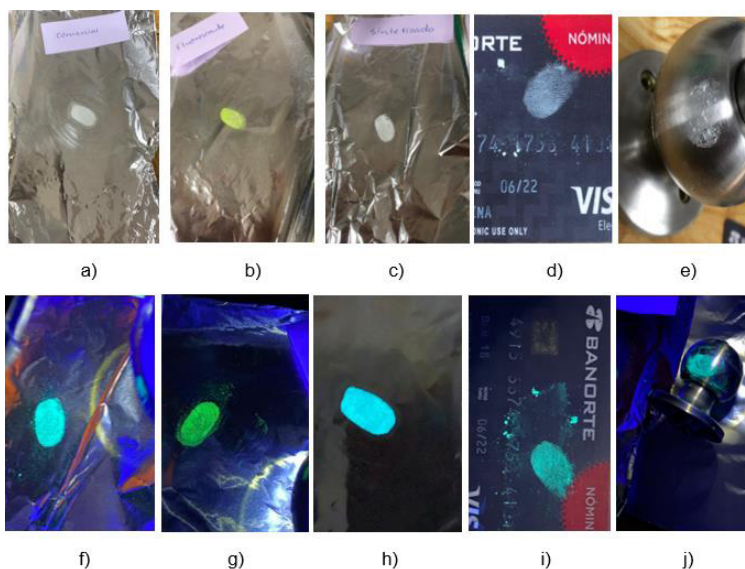
Con la finalidad de observar el comportamiento de los materiales luminiscentes se realizó el graficado de los datos obtenidos de emisión y excitación del material como se muestra en la figura 3, apoyándonos con esto a saber el color que emite.

Figura 3: En imagen a) se muestra la emisión a 266 nm en colores rojo, verde y azul se muestran los puntos máximos; mientras que en la imagen b) se muestra la excitación a 340 nm que nos dice que nuestro material emite luz verde a 493 nm, en colores rojo y verde se observan sus puntos máximos o en el que el material tendrá mayor resplandor.



Después de observar el comportamiento que tuvo nuestro material luminiscente lo pusimos a prueba y comparamos con materiales que ya se encuentran dentro del mercado y que actualmente son utilizados así que fueron reveladas algunas huellas en diferentes superficies como fueron papel aluminio, la manija de una puerta y una tarjeta de crédito en donde se aplicó material fluorescente, comercial y sintetizado (ver figura 4).

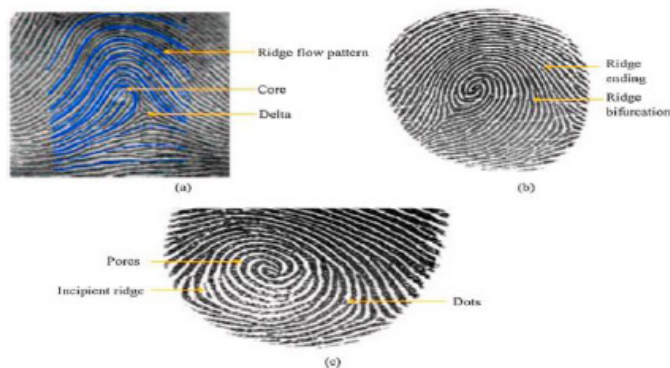
Figura 4: a) Revelado de huella dactilar usando un material luminiscente comercial. b) Revelado de huella dactilar usando un material fluorescente. c) Revelado de huella dactilar usando un material luminiscente sintetizado. d) se observa una huella dactilar revelada en una tarjeta de crédito usando un material luminiscente sintetizado. e) Huella dactilar revelada en la manija de una puerta usando un material luminiscente sintetizado. En los incisos f), g), h), i) y j) se observan las mismas imágenes que en la parte superior pero dentro de un cuarto oscuro y con luz UV.





Para conocer las partes del revelado de huellas es importante saber cómo se componen (ver figura 5).

Figura 5: Características de huellas dactilares (a) Nivel 1, (b) Nivel 2, (c) Nivel 3. [6]



## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

En base a los resultados obtenidos nuestro material luminiscente sería de color verde puesto que este emite en 493 nm, se comienza a excitar en 340 nm y se optimiza en 266 nm como se muestra en la figura, comparando con el material luminiscente color azul analizado en el artículo el nanofosforo emitió luz azul a 447 nm bajo excitación de 245 nm por eso es que se descarta que sea trate del material del mismo color, esto se debe a que cantidades de materiales variaron y a su vez en la elaboración faltó el reactivo Disprosio el cual apoya a la emisión de luz en el material.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este proyecto se implementó la aplicación de materiales luminiscentes en el revelado de huellas latentes puesto que algunas superficies fluorescentes donde se encuentra la huella dactilar pueden emitir luz bajo excitación UV. Es importante mencionar que los fósforos fluorescentes ofrecen ventajas sobre los materiales fosforescentes para la detección de huellas dactilares, tales como: mejor contraste, nitidez y alta calidad de las imágenes.

Los resultados obtenidos muestran un buen desempeño puesto que el material luminiscente tuvo una emisión a 493 nm lo que nos dice que es apto para usarlo en el revelado de huellas y que su elaboración sería factible para el uso en el área de criminalística siendo así que en algunos años podría sustituir a los polvos comerciales que hoy en día se utilizan.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Quiero agradecer principalmente al Dr. Carlos Eduardo Rodríguez García por darme la oportunidad de ser parte del proyecto así como también habernos brindado el apoyo durante la estancia en la UADEC, así como a Nelson, Iván y Joshua por compartirme de su conocimiento haciendo que mi verano fuera más interesante y a su vez divertido, por último y no menos importante quiero agradecer a mis compañeras Fátima y Fernanda por brindarme de su apoyo incondicional y conocimiento sé que en algún momento estaremos trabajando sobre algo más.

**REFERENCIAS**

- [1] Oshogwue, N., Rodríguez, C., Fraga, J. & Oliva, J (2021). Phosphors oxide materials for white light emitting diodes: a short review. Tlahuizcalli, 7(19), 6-11. <https://sites.google.com/site/eaecbpublicaciones/>.
- [2] Dorenbos, P. 2005. Mechanism of persistent luminescence in  $\text{Eu}^{2+}$  and  $\text{Dy}^{3+}$  codoped aluminate and silicate compounds. Journal of the Electrochemical Society, 152(7): H107--H110.
- [3] B. Stojanović, O. Marques, A. Nešković, Latent overlapped fingerprint separation: a review, Multimed. Tool. Appl. 76 (2017) 16263–16290, <https://doi.org/10.1007/s11042-016-3908-y>.
- [4] N. Singla, M. Kaur, S. Sofat, Automated latent fingerprint identification system: a review, Forensic Sci. Int. 309 (2020) 110187, <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110187>.
- [5] Eugene HECHT, Óptica, tercera edición, ADDISON WESLEY, 2000. pp 73-80.
- [6] C. Huynh, J. Hal'amek, Trends in fingerprint analysis, TrAC Trends Anal. Chem. (Reference Ed.) 82 (2016) 328–336, <https://doi.org/10.1016/j.trac.2016.06.003>.



# CIENCIAS DE LA SALUD



23  
*Verano de  
la ciencia*  
de la Región  
Centro



## Índice

<i>Análisis del efecto de la kisspeptina sobre la conducta sexual y condicionamiento de preferencia de lugar (CPL)</i>	
Rafael Nares López § Marie Christine Aline Bedos	8
<i>Estrategias del sector empresarial industrial para responder a la crisis en la pandemia covid-19 en el ejercicio 2020.</i>	
Julián Alejandro Guedea Martinez § Sandra Lilia Jasso Ibarra	14
<i>Detección mediante inmunoensayo de amoxicilina, antibiótico betalactámico, en plantas de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Aguascalientes</i>	
Andrea Ulloa Gordillo § Norma Angélica Chávez Vela	20
<i>Determinación de la influencia genética en la prevalencia de obesidad en población joven mexicana.</i>	
Ricardo Omar Cadena López § Ulisses Moreno Celis	25
<i>Correlación entre funciones cognitivas, de la teoría de la mente a las funciones ejecutivas</i>	
Ángeles Piña Méndez § Magdalena Giordano Noyola	30
<i>Estrategias del sector empresarial de servicios para responder a la crisis de la pandemia COVID-19 en el ejercicio 2020</i>	
Odalys Barrientos Martínez § Mayela Valadez Zamarrón	35
<i>Estrategias del sector empresarial de servicios para responder a la crisis de la pandemia Covid19 en el ejercicio 2020.</i>	
Brenda Abigail Treviño Ramos § Mayela Valadez Zamarron	40
<i>Estrategias del sector empresarial industrial para responder a la crisis en la pandemia COVID 19 en el ejercicio 2020.</i>	
Yessika Yazmin Gaytan Vaquera § Sandra Lilia Jasso Ibarra	46
<i>Estrategias del sector empresarial industrial para responder a la crisis en la pandemia COVID 19 en el ejercicio 2020.</i>	
Erika Paola García Castilla § Sandra Lilia Jasso Ibarra	53
<i>Análisis del transcriptoma de la interacción aguacate-inductor-fitopatógeno</i>	
Miriam Itzel Castañeda Rodríguez § Luis Ángel Xoca Orozco	59
<i>Estrategias del sector empresarial comercial para responder a la crisis de la pandemia COVID 19 en el ejercicio 2020.</i>	
Laura Guadalupe Coronado Palacios § Claudia Rodríguez Campos	67
<i>Estrategias del sector comercial implementadas en Coahuila para responder ante la contingencia de la pandemia COVID-19, en el ejercicio 2020.</i>	
Yahandra Marisol Tovar Sánchez § Claudia Rodríguez Campos	72
<i>Síntesis de puntos cuánticos de Ag2S y su aplicación en la detección temprana de cáncer</i>	
Karla Estefania Robledo Gallardo § Eduardo Arturo Elizalde Peña	77



<i>Desarrollo de la enfermedad de Chagas</i> Óscar Antonio Gutiérrez Pérez § María Elena Villagrán Herrera	81
<i>Neurocognición del lenguaje: Relación entre control inhibitorio e ironía verbal en adultos neurotípicos</i> Abril Estefanía Domínguez Gómez § María Magdalena Giordano Noyola	86
<i>Papel del receptor de colecistoquinina tipo 2 (CCKR-2) en la actividad anticipatoria al alimento</i> Isabel Méndez Hernández § Julio César Rangel Talamantes	92
<i>Alteraciones cardíacas en modelo de ratón por cepas de Trypanosoma cruzi, obtenida de sus vectores naturales</i> Kimberly Ruvalcaba Carreón § Ma. Elena Villagrán Herrera	99
<i>Efectos de un kéfir moderno sobre el peso, energía expendeda, marcadores inmunes y trastornos intestinales y respiratorios asociados a la parálisis cerebral infantil</i> Miriam Natali Ramírez Cervantes § Dr. Adán Israel Rodríguez Hernández	106
<i>Asociación del magnesio con enfermedades metabólicas</i> Martha Elissa Quezada Valenzuela § Héctor Hernández Mendoza	112
<i>Efectos de un kefir moderno sobre el peso, energía expendeda, marcadores inmunes y trastornos intestinales y respiratorios asociados a la parálisis cerebral infantil.</i> Alondra Lizbeth Rodríguez Ponce. § Dr. Adán Israel Rodríguez Hernández	120
<i>Metodología para la prevención de lesiones durante el aprendizaje de técnica Graham</i> Diana Martha Rivas Gómez § Ana Cristina Medellín Gómez	126
<i>Estrés percibido y su relación con la calidad del sueño en AM de la Comarca Lagunera</i> Lucero Abigail Perez Jauregui § Alejandro Morales Jinez	131
<i>Determinación de la influencia de SNP de LEP y LEPR en obesidad central en jóvenes mexicanos.</i> Lourdes Vanessa Hernández Rodríguez § Ulisses Moreno Celis	138
<i>Importancia de la metilación del gen de la adiponectina en el desarrollo de la obesidad y sus consecuencias metabólicas</i> María Elisa Galván Rivera § Pablo García Solís	143
<i>Detección mediante inmunoensayo de antibióticos betalactámicos en aguas residuales de la ciudad de aguascalientes</i> Adrián Limón Mendoza § Norma Angélica Chávez Vela	148
<i>Actualización de la relación entre la enfermedad de Parkinson y la periodontitis</i> Victoria Maily Carrascosa Gómez § Rita Elizabeth Martínez Martínez	155
<i>Cultivo, aislamiento e identificación de cepas bacterianas a partir de muestras biológicas</i> Daniela Sánchez Guevara § Deniss Ithzel Díaz Blanco	162
<i>Electrohilado de nanofibras de quitosano-colágeno</i> Alejandro Cuevas Durón § Eduardo Arturo Elizalde Peña	168
<i>Efectos de un kéfir moderno sobre el peso, energía expendeda, marcadores inmunes y trastornos intestinales y respiratorios asociados a la parálisis cerebral infantil</i> César Alair Uribe Vicencio § Adán Israel Rodríguez Hernández	172
<i>Análisis del efecto de la kisspeptina sobre la conducta sexual y condicionamiento de preferencia de lugar (CPL)</i> José Nahúm Muñoz Tabares § Marie Christine Aline Bedos	180



<i>Alteraciones cardíacas en modelo de ratón por cepas de Trypanosoma cruzi obtenida de sus vectores naturales.</i>	Jacqueline López Silva § Dra. Ma. Elena Villagrán Herrera	187
<i>Niveles de ácido siálico en saliva y su correlación con resultado de citología cervical</i>	Edgar Eduardo González Medina § José de Jesús Zermeño Nava	193
<i>Niveles de ácido siálico en saliva y su correlación con resultado de citología cervical.</i>	E. M. Santiago Domínguez Barrios § Dr. José de Jesús Zermeño Nava	199
<i>Niveles de ácido siálico en saliva y su correlación con resultado de citología cervical</i>	Osvaldo de Jesús Luévano Carreón § José de Jesús Zermeño Nava	203
<i>Estudio de Materiales Fosforescentes con Aplicaciones en Revelado de Huellas Dactilares y Criminalística</i>	Ana Paloma García Razo § Carlos Eduardo Rodríguez García	207
<i>Autoestima, depresión y preocupación sexual en adultos en etapa de prevejez</i>	Est. Danae Zúñiga Zamacona § ME Isai Arturo Medina Fernández	213
<i>Actitud hacia la sexualidad del adulto mayor y vejez en la adultez media: prueba piloto</i>	Est. Daniela Camarillo Almanza § ME Isai Arturo Medina Fernández	217
<i>Ansiedad, depresión y soledad en cuidadores de personas con enfermedad crónica: Prueba piloto.</i>	Diego Miguel Franco Álvarez § Ana Laura Carrillo Cervantes	221
<i>Consumo de alcohol en jóvenes universitarios</i>	Juan Carlos Vázquez Barba § Linda Azucena Rodríguez Puente	226
<i>Actitud hacia la sexualidad de la vejez en adultos de edad media del noroeste de México: resultados preliminares</i>	Est. Karina Vianney Rojas Alvarado § ME Isai Arturo Medina Fernández	232
<i>Apoyo social para la conducta anticonceptiva hacia la prevención de embarazo no deseado e ITS en mujeres</i>	Liliana Morán Díaz § Adriana Mayela Cárdenas Cortés	236
<i>Inmuno-nutrición: El papel de los fitoquímicos en el cáncer de colon</i>	Mariana Abraham Galicia § Gloria Yareli Gutiérrez Silerio	241
<i>Gestión de Indicadores KPI s para evaluar factores de riesgo ergonómico en base a la NOM-036-STPS-2018.</i>	Estrada Palomares Areli Yamile § Asesora: Frago Mora Adriana	248
<i>Gestión de Indicadores KPI ´s para evaluar factores de riesgo ergonómico en base a la NOM-036-STPS-2018.</i>	García Núñez Corina Samantha § Asesora: Frago Mora Adriana	253
<i>Gestión de Indicadores KPI ´s para evaluar factores de riesgo ergonómico en base a la NOM-036-STPS-2018.</i>	De Anda Villanueva Juana María Guadalupe § Asesora: Frago Mora Adriana	258
<i>Autoestima, depresión y preocupación sexual en adultos en etapa de prevejez</i>	Est. Danae Zúñiga Zamacona § ME Isai Arturo Medina Fernández	263
<i>Actitud hacia la sexualidad del adulto mayor y vejez en la adultez media: prueba piloto</i>	Est. Daniela Camarillo Almanza § ME Isai Arturo Medina Fernández	267

<i>Ansiedad, depresión y soledad en cuidadores de personas con enfermedad crónica: Prueba piloto.</i> Diego Miguel Franco Álvarez § Ana Laura Carrillo Cervantes	271
<i>Consumo de alcohol en jóvenes universitarios</i> Juan Carlos Vázquez Barba § Linda Azucena Rodríguez Puente	276
<i>Actitud hacia la sexualidad de la vejez en adultos de edad media del noroeste de México: resultados preliminares</i> Est. Karina Vianney Rojas Alvarado § ME Isai Arturo Medina Fernández	282
<i>Apoyo social para la conducta anticonceptiva hacia la prevención de embarazo no deseado e ITS en mujeres</i> Liliana Morán Díaz § Adriana Mayela Cárdenas Cortés	286
<i>Inmuno-nutrición: El papel de los fitoquímicos en el cáncer de colon</i> Mariana Abraham Galicia § Gloria Yareli Gutiérrez Silerio	291
<i>Gestión de Indicadores KPI s para evaluar factores de riesgo ergonómico en base a la NOM-036-STPS-2018.</i> Estrada Palomares Areli Yamile § Asesora: Frago Mora Adriana	298
<i>Gestión de Indicadores KPI ´s para evaluar factores de riesgo ergonómico en base a la NOM-036-STPS-2018.</i> García Núñez Corina Samantha § Asesora: Frago Mora Adriana	303
<i>Gestión de Indicadores KPI ´s para evaluar factores de riesgo ergonómico en base a la NOM-036-STPS-2018.</i> De Anda Villanueva Juana María Guadalupe § Asesora: Frago Mora Adriana	308
<i>Efectos de un kéfir moderno sobre el peso, energía expendeda, marcadores inmunes y trastornos intestinales y respiratorios asociados a la parálisis cerebral infantil</i> Miriam Natali Ramírez Cervantes § Adán Israel Rodríguez Hernández	312
<i>Detección de casos de amibiasis en los Hospitales ISSEA, ISSSTE y Centenario Miguel Hidalgo de Aguascalientes</i> Rodrigo Hernández Soria § Javier Ventura Juárez	319
<i>Detección de casos de amibiasis en los Hospitales ISSEA, ISSSTE y Centenario Miguel Hidalgo de Aguascalientes</i> Tania Montserrat Andrade Romero § Javier Ventura Juárez	324
<i>Ansiedad y depresión en cuidadores de personas con enfermedad crónica</i> Valeria Lilian Cardona Ramírez § Ana Laura Carrillo Cervantes	329



# ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA KISSPEPTINA SOBRE LA CONDUCTA SEXUAL Y CONDICIONAMIENTO DE PREFERENCIA DE LUGAR (CPL)

Rafael Nares López  
Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Avenida Universidad # 940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.  
*al263507@edu.uaa.mx*

Marie Christine Aline Bedos  
ENES Juriquilla, UNAM  
Blvd Juriquilla 3001, Campus UNAM-Juriquilla  
76230 Querétaro, QRO  
*bedos@unam.mx*

Resumen — Las kisspeptinas son péptidos que se producen en múltiples zonas del sistema nervioso central tales como el hipotálamo, la amígdala, el área ventral tegmental, el núcleo accumbens y la sustancia gris periacueductal. Este péptido, primero descubierto como supresor de metástasis y luego como un potente regulador del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas, participa también en otros procesos fuera del hipotálamo, a saber, la integración de señales sensoriales como las olfatorias en roedores y el procesamiento de la información sexual y emocional en humanos al igual que su participación en el procesamiento de la recompensa y motivación de conductas reforzantes. En el presente proyecto se estudia la posibilidad de que la kisspeptina pueda generar estados afectivos positivos y si la administración de su antagonista es capaz de suprimir esos estados.

Palabras clave — Kisspeptina, conducta sexual, condicionamiento de preferencia de lugar.

Abstract —

Kisspeptins are a family of peptides which are produced in multiple areas of the central nervous system such as the hypothalamus, the amygdala, the ventral tegmental area, the accumbens nucleus, and the periaqueductal gray. This peptide, first discovered as a metastasis suppressor and then as a regulator of the axis hypothalamus-hypophysis-gonads, participates in other processes outside the hypothalamus, such as sensitive signal integration like olfactive stimuli in rodents and the processing of sexual and emotional information in humans as well as its role in the processing of reward and motivation of reinforcing behaviors. In this project It is studied if kisspeptin can induce positive affective states and if the administration of an antagonist can suppress these states.

Keywords — Kisspeptin, sexual behavior, conditioned place preference.

## I. INTRODUCCIÓN

La kisspeptina es un neuropéptido producido en diversos sitios del sistema nervioso central, principalmente en el núcleo arcuato, en el núcleo anteroventral periventricular, el núcleo accumbens y la amígdala, en donde existen grupos de neuronas kisspeptinérgicas las cuales se encargan de regular múltiples procesos fisiológicos entre ellos el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas en el comienzo de la pubertad y en la fertilidad, la memoria y el aprendizaje, los circuitos de recompensa así como la regulación de la conducta sexual.

El propósito de este proyecto es analizar el efecto de la kisspeptina en la prueba de condicionamiento de preferencia de lugar para evaluar si este péptido es capaz de inducir estados afectivos positivos y si la administración de un antagonista puede bloquear los estados afectivos positivos asociados con la conducta sexual de la rata.

Esto tiene potencial terapéutico ya que no sólo ofrece posibilidades para fines de fertilidad y alteraciones endocrinológicas, como lo es el hipogonadismo hipogonadotrófico, sino también como modulador en el sistema límbico y las conductas asociadas.

## II. MARCO TEÓRICO

Las conductas sexuales son una serie de comportamientos que permiten o contribuyen a la transmisión del material genético y a la sobrevivencia de las especies sin tener un papel crucial en la sobrevivencia del individuo<sup>1</sup>. En las ratas hembra se trabaja con 3 elementos conductuales que permiten estudiar los fenómenos de la conducta sexual.

El primero de ellos es la atractividad, la cual se define como la serie de conductas que tienen como finalidad la atracción del macho a distancia y se ve intensificada con la administración de estrógenos y progesterona durante la fase de proestro.

El segundo es la proceptividad, la cual se define como conductas que tienen como finalidad la solicitud. Como ejemplo de este elemento se han identificado el movimiento de orejas, el zigzagueo, brincoteos, acercamientos-retiradas y la emisión de ultrasonidos.

El tercero es la receptividad, la cual se mide con los grados de lordosis que produce la rata hembra cuando hay monta, intromisión o eyaculación por parte del macho. Se considera como un acto reflejo y permite una mejor accesibilidad al canal vaginal lo que facilita la penetración<sup>2,3</sup>.

La kisspeptina fue aislada y descrita por primera vez en 1996, inicialmente como un supresor de metástasis en la línea celular de melanoma. Sin embargo, posteriores investigaciones encontraron un papel fundamental de la kisspeptina en múltiples sistemas, siendo el más claro ejemplo su papel como iniciador de la pubertad, al estar involucrado en el eje hipotálamo-hipófisis de GnRH. A su vez, está involucrada en la motivación sexual y la fertilidad<sup>4,5</sup>.

Actualmente se tiene aislado el gen que codifica para la kisspeptina, conocido como KISS-1, así como su receptor en el 2000, nombrado KISS-1R o GPR-54. Se conoce que una activación de dichos receptores da como resultado el desarrollo temprano de caracteres sexuales, y una falta o desactivación de la kisspeptina tiene como consecuencia hipogonadismo hipogonadotrófico<sup>6</sup>.

Se sabe a su vez, que los receptores de la kisspeptina se encuentran localizados en regiones del hipotálamo, así como regiones involucradas en el sistema de recompensa<sup>7,8</sup>. Es por esto que se sugiere que la kisspeptina puede desempeñar un papel funcional en la mediación de las conductas apetitivas, incluida la conducta sexual, razón por la que se está llevando a cabo este proyecto.

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

- Ratas hembra cepa Wistar de 250-300 gramos.

- Machos sexualmente entrenados.
- Cajas de cópula regulada
- Cajas de condicionamiento de preferencia de lugar
- Estradiol (Sigma, USA)
- Progesterona (Sigma, USA)
- Kisspeptina (Sigma, USA)
- Antagonista del receptor GPR-54 de kisspeptina (P-234 penetratin) (Phoenix Pharmaceuticals, USA)

Se utilizaron ratas hembra de 250-300 gramos de la cepa Wistar, alimentadas ad libitum con ciclo de luz invertido de 12 horas. De igual manera es necesario contar con machos con experiencia sexual (capaces de lograr una eyaculación en un periodo < 30 minutos).

Una vez alcanzada la madurez las ratas hembras se someten a una ovariectomía (OVX) para poder controlar de manera experimental la receptividad de éstas mediante la administración subcutánea de estradiol y progesterona. Para la anestesia se utiliza ketamina a una relación de 70/30% con xilacina a dosis de 1 ml/kg de peso del animal. Los animales OVX se mantienen en cajas separadas por un periodo de 2 semanas para la recuperación del procedimiento quirúrgico.

Cabe resaltar que es necesario que las ratas se sometan a manipulación para que al momento de realizar las pruebas se encuentren más habituadas a los estímulos táctiles.

Para las pruebas de cópula regulada se administra con 48 horas de anticipación estradiol y 4 horas antes de la progesterona, con el fin de inducir la receptividad de la hembra hacia el macho.

Las ratas son separadas en diferentes grupos. El grupo control recibe inyecciones de solución salina. Un grupo regula la cópula, mientras que otro grupo regula la cópula y es inyectado vía i.p. con un inhibidor de la kisspeptina (P-234 penetratin) para evaluar si la kisspeptina está involucrada en el estado afectivo positivo provocado por la cópula. Dicho efecto es medido a través del CPL, método utilizado en la literatura para evaluar el desarrollo de un estado afectivo positivo.

Para el CPL se realiza una preprueba, para la cual se utiliza una caja con tres compartimentos: en el centro se tiene una zona neutra, y a los laterales, comunicando con puertas existen dos compartimentos, uno lleva a la caja negra, la cual tiene ácido acético al 2%, piso liso, mientras que el otro compartimento lleva a la caja blanca, sin olor, y con piso rugoso. Se contabiliza durante 10 minutos el tiempo que pasa la rata en cada una de los compartimentos. En aquel en el que pase más tiempo se considera la caja preferida (sin reforzar), mientras que la otra se denomina no preferida (a reforzar).

Al día siguiente se coloca durante 30 minutos a la rata en la caja preferida durante la sesión no reforzante, donde se administra solución salina intraperitoneal. Al día siguiente se coloca a la rata durante 30 minutos en la caja no preferida durante la sesión reforzante, habiendo administrado el estímulo. Dicho procedimiento se repite en dos ocasiones más, a continuación se realiza la prueba, que consiste en la medición del tiempo pasado en cada compartimento durante 10 minutos, al igual que se realizó en la preprueba.

El análisis de resultados se llevó a cabo en el software de Prism.

#### IV. RESULTADOS

Se obtuvo registro de los resultados de cópula regulada que se realizaron en 8 ratas, donde para cada evento se especifica la intensidad de lordosis (en una escala de 0 a 2) de cada rata, así como una gráfica con el tiempo pasado por cada rata en la caja reforzada.

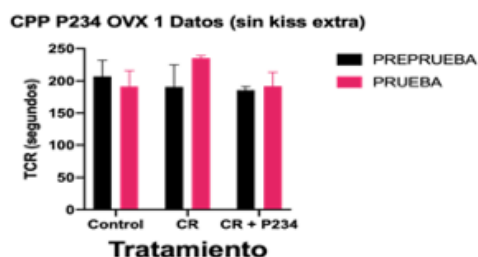
## V. DISCUSIÓN

En el primer grupo (ratas 1-4) las ratas 1 y 2 se mostraron bastante receptivas hacia el macho, esto dado el número de montas, intromisiones y eyaculaciones mientras que la rata 3 mostró únicamente una monta y ninguna intromisión, lo que hace pensar que la administración del antagonista bloquea a su receptor en zonas del sistema nervioso encargadas de la conducta sexual y pese a que hubo administración de estradiol y progesterona, la rata es incapaz de responder de manera adecuada en presencia del macho a diferencia de las dos primeras ratas en las que sí hubo una respuesta mucho más favorable.

Tabla 1. Grupo de ratas 1 al 4

RATA 1: CR				
Latencia de monta	Número de montas	Latencia de intromisión	Número de intromisiones	Latencia de eyaculación
4:37-4:56 6:45-6:51 8:50-8:59 9:18-9:21 11:05-11:07	1,2,2,2,2,2,2,1 2,2,2,2,2	0:45 3:42	2,1,2,2,2,2,2,2,2 2,2,2,2,2,2,2	21:58
RATA 2: CR + P234				
Latencia de monta	Número de montas	Latencia de intromisión	Número de intromisiones	Latencia de eyaculación
9:34	2,2,2	9:34 15:15-15:19 14:07-14:12 15:30-15:36 20:04-20:25	2,2,2,2,2,2,2,2 2,2,1,1,2,2,2,2	
RATA 3: CR + P234				
Latencia de monta	Número de montas	Latencia de intromisión	Número de intromisiones	Latencia de eyaculación
20:56	0,1			
RATA 4: Control (sin CR)				

Fig 1. Tiempo de caja reforzada en los distintos grupos de trabajo



De izquierda a derecha, control, cópula regulada (CR), cópula regulada + antagonista de receptor de Kisspeptina (CR+P234)



Tabla 2. Grupo de ratas 5 al 8

<b>RATA 5: CR + P234</b>				
<b>Latencia de monta</b>	<b>Número de montas</b>	<b>Latencia de intromisión</b>	<b>Número de intromisiones</b>	<b>Latencia de eyaculación</b>
	2	3:41 6:39-6:42 9:27-9:31 29:50-29:55	2,2,2,2,2,2	
<b>RATA 6: CR</b>				
<b>Latencia de monta</b>	<b>Número de montas</b>	<b>Latencia de intromisión</b>	<b>Número de intromisiones</b>	<b>Latencia de eyaculación</b>
		3:23 4:20.4:29 10:50-10:55 25:10-25:16	2,2,2,2,2,2,2	
<b>RATA 7: CR</b>				
<b>Latencia de monta</b>	<b>Número de montas</b>	<b>Latencia de intromisión</b>	<b>Número de intromisiones</b>	<b>Latencia de eyaculación</b>
1:03	2,2,1,1	2:03-2:25 3:06-3:09 5:10-5:14 6:05-6:08 8:45-9:06	2,2,2,2,2,2,2,1 2,2,2,2	16:53 27:15
<b>RATA 8: CONTROL (Sin CR)</b>				

En el segundo grupo las ratas 5 y 7 mostraron mejor receptividad que la rata 6. Incluso en la rata 7 se mostraron 2 eyaculaciones en la ventana de tiempo de 30 minutos. En el segundo grupo no se encontraron diferencias tan marcadas con respecto al primero ya que fue más homogéneo pero llama la atención que dos ratas macho fueron incapaces de eyacular. Un factor importante a considerar es la edad del macho, si se dio el caso de que se trabajara con machos más maduros de lo ideal es probable que sea más difícil lograr la eyaculación y terminan requiriendo más tiempo que la ventana de 30 minutos ofrece además de un posible efecto sobre del antagonista ya que al ser un estudio de doble ciego, se desconoce la rata tratada con el fármaco.

La figura 1 presenta los tiempos de caja reforzada en los 3 grupos experimentales. Hasta el momento de captura de estos datos, la n no es suficiente para realizar un análisis estadístico, sin embargo, se espera encontrar un aumento en el tiempo en la caja reforzada en el grupo de cópula regulada, situación que se comienza a poner en manifiesto con estos datos preliminares, mientras que en el grupo con antagonista, dicho efecto se ve bloqueado. Una vez que se tenga una población mayor para realizar los análisis estadísticos necesarios, se espera observar dichas diferencias significativas.

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La kisspeptina ha mostrado tener un papel fundamental en el desarrollo sexual, así como en muchas otras áreas, razón por la que se hizo este trabajo con la intención de dilucidar su papel en el desarrollo de estados afectivos positivos a través de la conducta sexual. Los resultados preliminares del presente proyecto no permiten concluir aún sobre el papel de este neuropéptido en los estados afectivos positivos asociados con la cópula regulada pero ya se demostró que la kisspeptina es capaz de inducir un estado afectivo positivo.

## VIII. AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer al personal del laboratorio D-11 del Instituto de Neurobiología por su recibimiento y atenciones durante esta estancia de verano, en especial a la Dra Marie Bedos, así como a los estudiantes de maestría Edgar Hernandez y Angel Rivera.

## REFERENCIAS

1. Ågmo, A. (1999). Sexual motivation—an inquiry into events determining the occurrence of sexual behavior. *Behavioural Brain Research*, 105(1), 129–150. [https://doi.org/10.1016/S0166-4328\(99\)00088-1](https://doi.org/10.1016/S0166-4328(99)00088-1)
2. Beach, F. A. (1976). Sexual attractivity, proceptivity, and receptivity in female mammals. *Hormones and behavior*, 7(1), 105-138.
3. Hardy, D. F., & DeBold, J. F. (1972). Effects of coital stimulation upon behavior of the female rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 78(3), 400.
4. Pineda, R., Aguilar, E., Pinilla, L., & Tena-Sempere, M. (2010). Physiological roles of the kisspeptin/GPR54 system in the neuroendocrine control of reproduction. *Progress in brain research*, 181, 55-77.
5. Izzi-Engbeaya, C., Comninos, A. N., Clarke, S. A., Jomard, A., Yang, L., Jones, S., ... & Dhillon, W. S. (2018). The effects of kisspeptin on  $\beta$ -cell function, serum metabolites and appetite in humans. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 20(12), 2800-2810.
6. Trevisan, C. M., Montagna, E., de Oliveira, R., Christofolini, D. M., Barbosa, C. P., Crandall, K. A., & Bianco, B. (2018). Kisspeptin/GPR54 system: what do we know about its role in human reproduction?. *Cellular Physiology and Biochemistry*, 49(4), 1259-1276.
7. Lehman, M. N., Hileman, S. M., & Goodman, R. L. (2013). Neuroanatomy of the kisspeptin signaling system in mammals: comparative and developmental aspects. *Kisspeptin signaling in reproductive biology*, 27-62.
8. Muir, A. I., Chamberlain, L., Elshourbagy, N. A., Michalovich, D., Moore, D. J., Calamari, A., ... & Harrison, D. C. (2001). AXOR12, a novel human G protein-coupled receptor, activated by the peptide KiSS-1. *Journal of Biological Chemistry*, 276(31), 28969-28975.

## ESTRATEGIAS DEL SECTOR EMPRESARIAL INDUSTRIAL PARA RESPONDER A LA CRISIS EN LA PANDEMIA CO- VID-19 EN EL EJERCICIO 2020.

Julián Alejandro Guedea Martínez  
Tecnológico Nacional De México Campus Monclova Carretera  
57 km 4.5 Col. Los 90 S 25733 Monclova, México  
*G18050254@monclova.tecnm.mx*

Sandra Lilia Jasso Ibarra  
Tecnológico Nacional De México Campus Monclova Carretera  
57 km 4.5 Col. Los 90 S 25733 Monclova, México  
*sandra.ji@monclova.tecnm.mx*

Resumen — La finalidad de la investigación es diseñar e implementar un protocolo de respuesta a fenómenos de salud pública basado en el análisis de los resultados de las estrategias implementadas durante la emergencia COVID 19. Se toma en cuenta la población de empresas industriales que hay en la región centro de Coahuila a las cuales se le aplica una encuesta por compañía. Los resultados obtenidos indican que el 99% siguen las indicaciones proporcionadas por la Secretaria de Salud además de que la población esta dispuesta a diseñar protocolos de respuesta de acuerdo con sus necesidades. Las industrias mostraron flexibilidad a una situación de crisis pandémica lo cual quiere decir la mayoría de las empresas de este giro sobrevivirán a este tipo de fenómenos.

Palabras clave — Pandemia, Protocolo, Industriales, Empresas, Salud.

Keywords — Pandemic, Protocol, Industrialists, Companies, Health. I.

Abstract — The purpose of the research is to design and implement a response protocol to public health phenomena based on the analysis of the results of the strategies implemented during the COVID 19 emergency. We consider the population of industrial enterprises in the central region of Coahuila to which a company survey is applied. The results indicate that 99% follow the indications provided by the Ministry of Health and that the population is willing to design response protocols according to their needs. The industries showed flexibility to a situation of pandemic crisis which means most of the companies of this turn will survive this type of phenomenon.

## I. INTRODUCCIÓN.

En la presente investigación se analiza las estrategias implementadas por el sector industrial empresarial para responder a la crisis pandémica por COVID 19 en el ejercicio 2020. La pandemia a causa del Sars-cov-2 se originó principalmente por la característica de que el virus era de fácil propagación lo que tenía como efecto el aumento de contagios en la población lo que trajo como consecuencia la saturación de los hospitales, esto también afectó a las empresas de diferentes maneras.

Se va a diseñar y elaborar un protocolo de respuesta empresarial a fenómenos de salud pública basado en el análisis de los resultados de las estrategias implementadas durante la emergencia COVID 19 y se hizo una comparación con el plan de respuesta de la primera pandemia del H1N1 del 2009-2010.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Se analiza la efectividad del protocolo de salud proporcionado por la Secretaría de Salud, el plan de respuesta de la primera pandemia H1N1 que ocurrió en el año 2009-2010 en México y las estrategias implementadas en las empresas en el año 2020. [1] [2]

Se considera una población de 140 empresas afiliadas al CANACINTRA dato proporcionado por la misma institución.

Los tipos de investigación que se aplican son; aplicada y cuantitativa. Aplicada ya que se quiere diseñar y elaborar un protocolo de respuesta empresarial a fenómenos de la salud pública. Cuantitativa porque se utiliza una encuesta para la recolección de datos y aplicar análisis estadísticos para sacar conclusiones.

Se aplica una encuesta a empresas diferentes que hay en la región centro, está diseñada para personas que tenga el puesto de supervisores, jefes de departamento o gerentes.

Los datos recolectados por la encuesta fueron analizados mediante el uso del programa Minitab 18 para medir la confiabilidad del instrumento por medio del alfa de Cronbach. Se obtuvo un 0.88 en el alfa de Cronbach el cual se considera un valor aceptable, porque indica que tenemos una relación fuerte entre los datos obtenidos de las encuestas y demuestra una alta confiabilidad en los resultados.

Fig. 1. Estadístico Alfa de Cronbach

The screenshot shows a window titled 'Sesión' with a table of data and a section for 'Alfa de Cronbach'. The table has four columns and five rows. Below the table, the Cronbach's Alpha value is displayed as 0.8887.

C14	119	1.462	0.699
C15	119	1.471	0.711
C16	119	1.521	0.711
C17	119	1.445	0.660
Total	119	23.924	6.482

**Alfa de Cronbach**

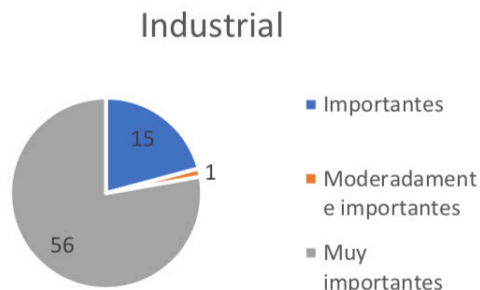
Alfa  
0.8887

## III. RESULTADOS

A continuación, se muestra el análisis de los resultados obtenidos de la recolección de datos por medio de la encuesta.

1. El cumplimiento a los protocolos implementados y regulados por las autoridades sanitarias, son:

Fig. 2. Variable: Protocolos de autoridades sanitarias

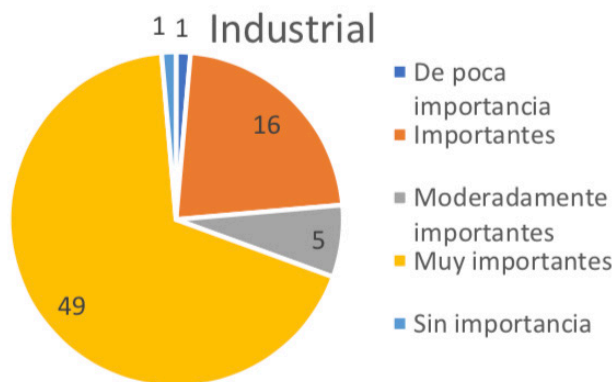


El 77.77% de las empresas industriales de Monclova y la región indican que es muy importante tener en cuenta el correcto cumplimiento a los protocolos implementados por las autoridades sanitarias, por lo que se infiere que dentro de las compañías se cumplen estos protocolos y de cierta manera son confiables

Mientras el 20.83% solo ven estos mismos protocolos de sanidad importantes para su entorno laboral, es decir, dentro de su empresa mayormente se cumplen los protocolos de salud, por último, solo 1.38% indica son moderadamente importantes la regulación, aplicación y cumplimiento de los protocolos, se infiere que dentro de la organización si se cumplen los protocolos, pero no son prioridad para ellos.

2. Además de los protocolos sanitarios, las acciones para procurar el bienestar físico de los empleados se consideran:

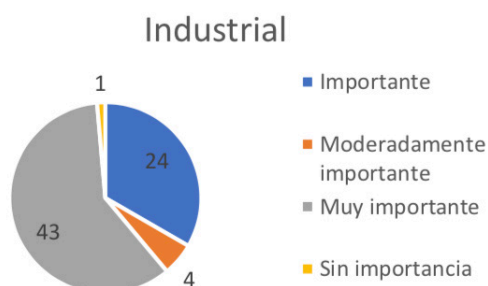
Fig. 3. Variable: Bienestar Físico de los empleados



El bienestar físico de los empleados aparte de los demás protocolos sanitarios aplicados son muy importantes para el 68.05% de las empresas industriales de Monclova y la región, dándole también prioridad a la integridad física, a lo que los empleados puedan llegar a desarrollarse después de enfrentar problemas laborales. Mientras que un 29.16% de las empresas apunta que solo ese tipo de medidas para el bienestar físico de los trabajadores son moderadamente importantes y un poco menos relevantes en cuanto a los protocolos sanitarios. Pero solo un 2.77% indica que las acciones de bienestar físico hacia los empleados son de muy poca importancia.

3. Durante el periodo de la pandemia, que tan importante ha sido procurar el bienestar mental-emocional de los empleados (se refiere a acciones dirigidas a el manejo del estrés, preocupación, temor a...

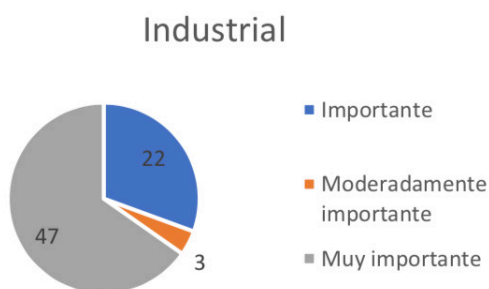
Fig.4. Variable: Bienestar Mental-Emocional de los empleados



El 59.72% de las empresas indica compromiso por el bienestar mental-emocional de sus trabajadores, como: manejo del estrés, preocupaciones personales o temor a diferentes situaciones, como a la que actualmente enfrentamos, como una pandemia. Para un 33.33% de la población muestra preocupación por la salud mental-emocional de sus empleados y el 5.56% indica que tiene cierto nivel de preocupación por sus empleados. Si sumamos estos valores se infiere que el 98.61% de las empresas tiene interés por la salud mental-emocional de sus empleados, es decir, buscan la manera de evitar exposición prolongadas al estrés o una manera de solucionar sus problemas. Mientras tanto en menor grado el 1.39% de la población considera que el bienestar mental-emocional de sus trabajadores no tiene importancia, por lo que se infiere que no existe compromiso para solucionar problemas como el estrés.

4. Diversificar la forma de realizar las ventas (atención en forma física y en línea) es una estrategia...

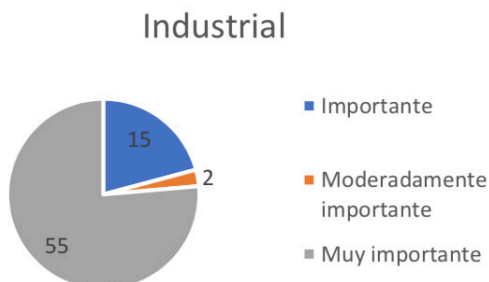
Fig.6. Variable: Ventas



El 65.28% de las empresas indicaron que cuentan con diferentes maneras de realizar sus ventas ya sea de forma digital o física. Por otro lado, el 34.72% de la población implemento nuevas maneras de atender sus ventas. Se infiere que el 99% de la población innovo la manera de atender sus ventas, de manera que fuera adecuada para la atención del cliente, es decir, buscaron una manera de que no hubiera contacto directo con el cliente para evitar contagios sin dejar de vender.

5. Sensibilizar a los empleados con respecto a la aceptación de los cambios necesarios para continuar las operaciones de la empresa en tiempos de pandemia, es:

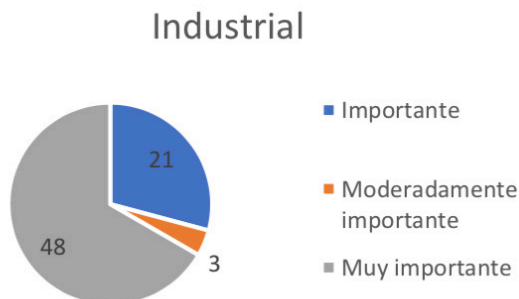
Fig. 7. Variable: Sensibilización a los empleados



El 76.38% de las empresas está perfectamente de que sus empleados entienden la manera de operar dentro de la empresa en tiempos de pandemia. Mientras que 23.61% de las empresas acepta que sus empleados se les brinda la información necesaria para operar durante una pandemia. Si sumamos estos valores se infiere que el 99% de la población conoce la forma de actuar para informar a sus empleados de como operar en tiempos de pandemia, además de que logran que estos entiendan el nivel de gravedad de la situación.

6. El realizar evaluación de riesgos en la ejecución de las actividades de trabajo, que aseguren el cumplimiento de los objetivos de la empresa, es:

Fig. 8. Variable: Evaluación de Riesgos

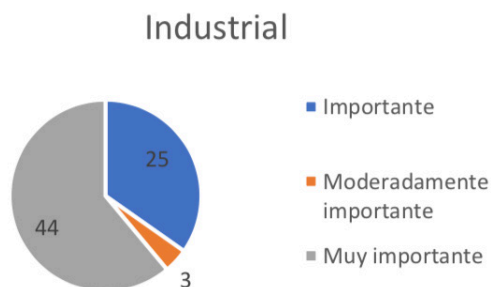


El 66.67 % de las empresas tienen un compromiso con la realización de evaluaciones de riesgo para ejecutar las actividades dentro del lugar de trabajo, por otro el 33.33% de las empresas tienen cierto interés por realizar evaluación de riesgos. Si sumamos estos valores se infiere que el 99% de la población se comprometen para asegurar el bienestar de sus empleados, es decir, realizan evaluaciones de manera periódica dentro de la empresa para verificar el cumplimiento de las actividades de manera segura.

7. Diseñar e implementar mecanismos de respuesta a la contingencia COVID 19, es:



Fig. 9. Variable: Diseño de Mecanismos de Respuesta



El 61.11% de las empresas tienen como prioridad diseñar e implementar mecanismos de respuesta ante fenómenos de salud. Por otro lado el 38.89% de las empresas consideran que podrían diseñar e implementar estos mecanismos. Se infiere que el 99% de la población se comprometerá a diseñar y aplicar mecanismos de respuesta ante fenómenos de salud pública en su empresa.

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base al análisis realizado a los resultados se infiere que las empresas encontraron la manera de adaptarse a los cambios que trajo la crisis pandémica, no solo eso también superaron el aumento de costes de manera que no les afectara negativamente. Manejaron de forma adecuada las ventas implementando ventas en línea y otra forma de manejar el dinero para que los clientes no tuvieran contacto directo evitando así los contagios.

Se observó compromiso de las compañías por el bienestar de sus empleados, ya que por la parte física el mayor porcentaje de la población se concentraba en la evaluación de riesgos para verificar que se cumplen los protocolos de salud, todo esto para evitar contagios. Por otro lado, la parte mental-emocional, las empresas tratan de evitar cargas de trabajo no solo por los efectos físicos sino por el estrés que en sus empleados puede causar, este tema es importante ya que una exposición prolongada al estrés es algo que trae muchos efectos negativos en las personas y atender esta área ayuda a que no baje el rendimiento dentro de la organización.

Dentro de la investigación se cumplió el objetivo planteado, con base al análisis de la información recolectada se diseñó y elaboró un protocolo de respuesta ante fenómenos de salud pública, se tomaron en cuenta las diferentes estrategias implementadas dentro de las empresas y las que proporciona el protocolo de salud pública, de estas anteriores se eligieron las de mayor efectividad para hacer frente a la pandemia logrando así una estandarización de las estrategias. El protocolo se puede actualizar en un futuro en caso de obtener nueva información respecto a la actual pandemia o en caso de suceda una en un futuro, este protocolo lo puedes encontrar aquí.

#### V. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco al Tecnológico por permitirme participar este año en el verano de la ciencia, es una oportunidad para utilizar mi tiempo libre en aprender el cómo trabajan los investigadores, aprovecho para agradecer a mi maestra e investigadora Sandra Lilia Jasso Ibarra y a las personas que estuvieron involucradas con ella.

#### REFERENCIAS

- [1] C. A. Reynoso, La influenza A(H1N1) y las medidas adoptadas por las autoridades sanitarias, Mexico: Instituto Mexicano del Seguro Social, 2010.
- [2] Trabajo, Organización Internacional del, Seguridad y salud en el trabajo frente a la pandemia, Mexico: Organización internacional del Trabajo, 2020.

# DETECCIÓN MEDIANTE INMUNOENSAYO DE AMOXICILINA, ANTIBIÓTICO BETALACTÁMICO, EN PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES

**Andrea Ulloa Gordillo**

Universidad Autónoma de Aguascalientes Departamento de medicina.

Avenida Universidad # 940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.

*andreaulloa2598@gmail.com*

**Norma Angélica Chávez Vela**

Universidad Autónoma de Aguascalientes Departamento de Ingeniería Bioquímica

Avenida Universidad # 940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.

*nachavez@yahoo.es*

Resumen — Actualmente están en aumento en el medio ambiente, algunos contaminantes conocidos como contaminantes emergentes (CE) los cuales causan problemas ambientales y son un riesgo para la salud. Entre estos contaminantes se encuentran los antibióticos, los cuales pueden causar resistencia a las bacterias. En este trabajo se desarrolló un inmunoensayo mediante Dot blot para detectar la amoxicilina (antibiótico betalactámico) en aguas residuales de la ciudad de Aguascalientes. Este inmunoensayo no fue específico para detectar sólo amoxicilina, pero sí para antibióticos betalactámicos, ya que no detectó antibióticos de otras familias u otros tipos de fármacos. Con el inmunoensayo se detectaron antibióticos betalactámicos en diferentes muestras analizadas de aguas residuales de la ciudad de Aguascalientes.

Palabras clave — Inmunoensayo, amoxicilina, anticuerpos policlonales

Abstract — Currently, some contaminants known as emerging contaminants (EC) are on rise in the environment, causing environmental problems and health risks. Among these contaminants are antibiotics, which can cause bacterial resistance. This work was developed an immunoassay to detect amoxicillin (beta-lactam antibiotic) in wastewater from the city of Aguascalientes. This immunoassay was not only specific to detect amoxicillin, but it was specific for beta-lactam antibiotics, since it did not detect antibiotics from other families or other types of drugs. With the immunoassay beta-lactam antibiotics were detected in different samples analyzed from wastewater from the city of Aguascalientes.

Keywords — Immunoassay, amoxicillin, polyclonal antibodies

## I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día se estudian algunos contaminantes que se liberan al ambiente, que no se consideraban como tal y por tanto no se monitoreaban ni controlaban, estos se denominan contaminantes emergentes (CE). El gran avance científico mundial ha propiciado su liberación en el ambiente, muchos de estos llegan a las plantas tratadoras de aguas residuales (PTAR) donde persisten o se eliminan parcialmente. Estos CE son compuestos de diferente origen y naturaleza química, que en décadas anteriores habían pasado desapercibidos, pero que hoy día están causando graves problemas ambientales y de salud pública, pues no están regulados y su cantidad va en aumento conforme pasa el tiempo. Entre estos CE se encuentran los antibióticos, los cuales se utilizan considerablemente en terapia tanto para humanos como para animales. [1]

Los antibióticos al no metabolizarse completamente, llegan a las aguas residuales a través de las heces fecales y orina, además de la contaminación causada una mala disposición final de efluentes hospitalarios y algunas industrias. Un grupo de antibióticos ampliamente usado es el de los betalactámicos, entre los que destaca la amoxicilina (AMX), la cual se utiliza como primer fármaco en el tratamiento de muchas infecciones.

Estos compuestos amenazan a la salud, puesto que podrían generar cepas bacterianas resistentes a antibióticos, ya que se ha demostrado con anterioridad que estos no se eliminan por completo en las plantas tratadoras de agua. Debido a la gran problemática que generan estos contaminantes, es importante el desarrollo y la utilización de métodos eficaces y sencillos para su detección. Los inmunoensayos cumplen este requisito, razón por la cual, en este trabajo se desarrolló un dot blot para detectar amoxicilina en muestras de agua residual. Para esto, se trabajó con anticuerpos policlonales anti-AMX obtenidos previamente. [2,3]

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras: Amoxicilina (Sigma-Aldrich) y aguas residuales de plantas tratadoras de aguas residuales (PTAR) del estado de Aguascalientes.

Variables de estudio: pureza, reactividad, especificidad, y reactividad de anticuerpos anti-AMXC en agua residual. De anticuerpos policlonales de conejo, anti-AMX, (de obtención propia) de los cuales se tenían muestras con diferentes tratamientos de purificación, se llevaron a cabo los siguientes estudios:

### A. Caracterización de anticuerpos policlonales anti-AMX:

Se evaluó la pureza de los anticuerpos mediante análisis electroforético y por Western blot se comprobó que las fracciones proteicas obtenidas fueran anticuerpos IgG.

Electroforesis: se analizaron las muestras que se tenían de anticuerpos anti-AMX por electroforesis en geles de poliacrilamida al 10% (SDS-PAGE) y posteriormente se tiñeron con plata. Si la solución obtenida era pura en anticuerpo, se esperaba obtener fracciones proteicas con PM de 25 y 55 kDa que son los que corresponden a los anticuerpos IgG.

Western blot: Las fracciones proteicas de los anticuerpos, las cuales se separaron mediante electroforesis, se electrotransferieron a una membrana de polivinil difluoruro (PVDF). Posterior a esto, la membrana, se incubó con anticuerpos anti-IgG de conejo (dilución 1:5000) el cual tenía unida fosfatasa alcalina (Zymed, San Francisco, EUA). Como sustrato de la enzima, se utilizó 5-bromo-4-cloro-3-indol fosfato/nitro azul tetrazolio (BCIP/NBT) (Sigma- Aldrich, Steinheim, Alemania) con el cual se obtiene un color violeta como producto de la reacción.

### B. Verificación de la reactividad de anticuerpos policlonales anti-AMX:

Esta confirmación se hizo a través de dot blot de la AMX. Para esto, se usaron membranas de 1 x 1 cm de nitrocelulosa a la que se les colocaron en el centro, 8 µl de amoxicilina (10 µg/µl). Después de un bloqueo de la membrana con leche 5%, se incubó la membrana por 1 h con anticuerpos policlonales anti-AMX (dilución 1:1,000). Posterior a esto, la membrana se incubó con anti-IgG de conejo (dilución 1:5000) el cual tenía unida fosfatasa alcalina (Zymed, San Francisco, EUA). El dot blot se reveló igual que como se hizo en el caso del Western blot. Como control negativo se utilizó agua desionizada.

### C. Desarrollo del dotblot: especificidad y límite de detección.

Para comprobar si los anticuerpos policlonales anti-AMX son específicos para AMX, se realizó dot blot con antibióticos de la familia betalactámicos (penicilina, ampicilina) y fármacos de otros tipos (neomicina y estreptomycin). Se siguió el protocolo anteriormente descrito para dot blot.

Para determinar el límite de detección del inmunoensayo se desarrolló dot blot de muestras de agua sin AMX, a las que se les adicionaron diferentes concentraciones de este antibiótico (desde 0.5 hasta 10µg). También se probaron diferentes concentraciones de anticuerpos anti-AMX.

### D. Detección del antibiótico betalactámico amoxicilina.

Con la finalidad de analizar si las condiciones del agua residual, como sus contaminantes, pH, temperatura, no afectaban la reactividad de los anticuerpos anti-AMX, se analizaron mediante dot blot, diferentes muestras de PTAR (influyente y efluente del estado de Aguascalientes). Las muestras de aguas residuales antes de analizarlas se centrifugaron y se les ajustó el pH a 7.

## III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. Caracterización de anticuerpos policlonales anti-AMX:

En los estudios realizados para caracterizar los anticuerpos policlonales anti-GMP, quedó demostrada su pureza en muestras donde estos se habían sometido a tratamiento con NH<sub>4</sub>SO<sub>4</sub>, ácido caprílico y separación por inmunoafinidad ya que se obtuvieron dos fracciones proteicas con PM aproximados de 25 y otra de 50 kDa, los cuales corresponderían a las cadenas ligeras de los anticuerpos cuyo peso molecular es entre 20 a 25 kDa y a las cadenas pesada de las IgG, cuyo PM es de 50-55 kDa. (figura 1). Mediante Western blot, se comprobó que estas fracciones proteicas si son IgG, lo cual quedó evidenciado por la coloración violeta obtenida, lo cual se aprecia en la figura 2.

Fig. 1. Análisis electroforético para observar la pureza de anticuerpos. (a) muestra antisero sin purificar; (b) muestra tratada con NH<sub>4</sub>SO<sub>4</sub>; (c) muestra tratada con NH<sub>4</sub>SO<sub>4</sub> y con ácido caprílico; (d) Muestra c purificada por inmunoafinidad; M: marcador de peso molecular.

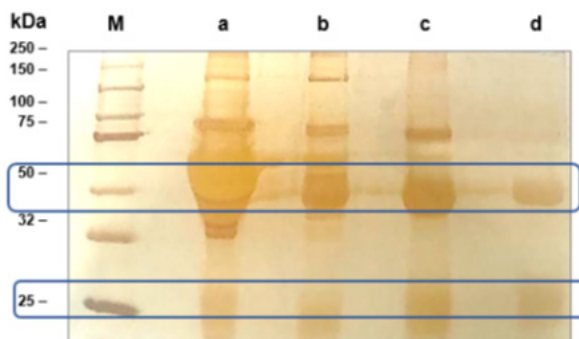


Fig. 2. Inmunoblot para verificar presencia de anticuerpo IgG. (a) muestra sin purificar; (b) muestra tratada con sulfato de amonio; (c) muestra b tratada además con ácido caprílico; (d) muestra purificada por inmunofinidad.

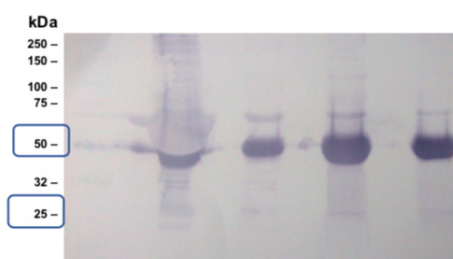
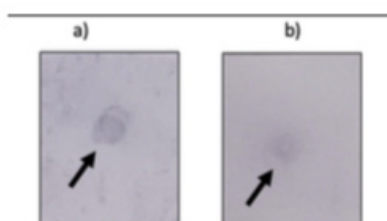


Figura 3. DOT BLOT para comprobar la reactividad de los anticuerpos policlonales anti-AMXC; (a) AMX: 80  $\mu$ g (10  $\mu$ g/ $\mu$ l) y (b) agua (control negativo).



#### B. Reactividad de anticuerpos policlonales anti-AMX:

Mediante la obtención de un punto violeta en el dot blot desarrollado (figura 3), quedó evidenciada la reacción entre los anticuerpos anti-AMX y la amoxicilina. Dicha prueba es útil como método cualitativo para detectar AMX.

En relación a la especificidad del dot blot, se observó que los anticuerpos si reconocieron otros antibióticos de la misma familia a la que pertenece la amoxicilina, es decir, del grupo de los betalactámicos (figura 4) como fue el caso de la cefalosporina y ampicilina. Eso se justifica por el hecho de que, al pertenecer a la misma familia, éstos poseen estructuras muy similares y por lo tanto comparten epítomos que fueron capaces de ser detectados por los anticuerpos policlonales. Esto no es una desventaja, ya que los anticuerpos no sólo pueden detectar AMX, sino otros antibióticos betalactámicos, lo cual es importante ya que también son contaminantes emergentes. Lo único que no se podría saber es que tipo de antibiótico se tiene. Por otra parte, los anticuerpos no detectaron fármacos de otras familias de antibióticos, lo cual se aprecia en la figura 4, quedando demostrada pues la especificidad por grupos de antibióticos.

Se realizó Dot Blot para determinar el límite de detección de los anticuerpos policlonales IgG anti-AMXC, la muestra más diluida a la que se detectaron anticuerpos policlonales fue a 4  $\mu$ l de amoxicilina y dilución 1:200.

Figura 4. DOT BLOT para determinar la especificidad de los anticuerpos anti-AMXC. a) Amoxicilina, b) Cefalosporina, c) Ampicilina, d) Estreptomina e) Neomicina y f) Control negativo (agua destilada)

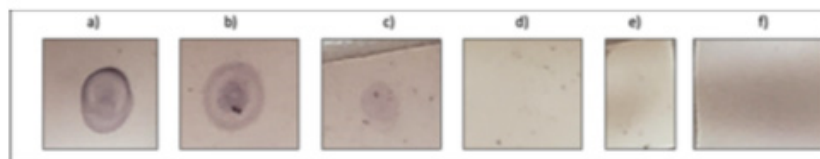
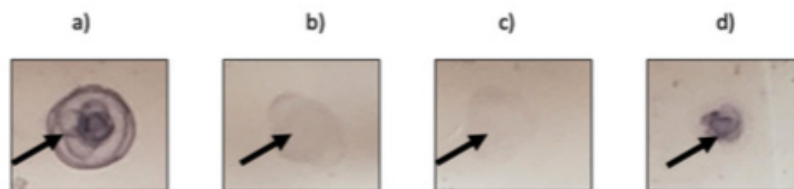


Figura 5. DOT BLOT de muestras de agua residual de diferentes orígenes para detección de amoxicilina. La membrana a) Agua influente de la planta tratadora de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, b) Agua efluente de la planta tratadora de San Francisco de los Romo, c) Agua efluente de la planta tratadora de Cosío y d) Agua influente de la planta de Calvillo.



Con este inmunoensayo se demostró la presencia de antibióticos betalactámicos en las muestras de agua de PTAR de Aguascalientes, observando que la intensidad de la reacción en los dot blot fue menor en los efluentes que en los influentes de la PTAR, lo cual se puede observar en la figura 5. Con eso se comprueba que no hay remoción de este tipo de antibióticos, lo que podría afectar la salud de los seres humanos al empezar a generar resistencia farmacológica.

## I. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este proyecto se lograron detectar antibióticos betalactámicos por el inmunoensayo dot blot, en el cual se usaron anticuerpos policlonales anti-AMX. El método resultó ser específico para antibióticos betalactámicos. Se demostró que las condiciones físicas y químicas no controladas en las que se pueda encontrar un agua residual, no afectan la reactividad de los anticuerpos anti-AMX, por tanto, este método podría ser empleado como método de detección de antibióticos betalactámicos presentes en muestras de agua residual, previo y posterior a su tratamiento, con el fin de alcanzar su futura regulación.

## II. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Aguascalientes, a la Dra. Norma Angélica Chávez Vela y a su equipo de trabajo, Angelina Lizbeth Montañez Flores y Verónica Moreno Córdova, por todo el apoyo brindado durante esta instancia de verano, haciendome sentir bienvenida, por enseñarme muchas cosas, no únicamente profesionalmente, sino también personalmente, agradezco y valoro mucho los aprendizajes obtenidos durante este Verano de la Ciencia Región Centro.

## REFERENCIAS

- [1] G. Janet, S. Adriana, U. Jorge y G. Omar. "Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos" P + L., Vol. 7, pp. 52-73, Dic. 2012. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v7n2/v7n2a05.pdf> [consultado en 2021]
- [2] N. Chávez, et. al. "Desarrollo de un método DOT BLOT para detectar estreptomycin en agua residual". Memoria de investigación del 16o Seminario de Investigación. Aguascalientes, Ags. 2017 [consultado en 2021]
- [3] J. Gómez, E. García-Vásquez y A. Hernández-Torres. "Los betalactámicos en la práctica clínica" Rev Esp Quimioter., Vol. 28, pp. 1-9, 2015. Disponible en [https://seq.es/wp-content/uploads/2015/02/seq\\_0214-3429\\_28\\_1\\_gomez.pdf](https://seq.es/wp-content/uploads/2015/02/seq_0214-3429_28_1_gomez.pdf) [consultado en 2021]



# DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA GENÉTICA EN LA PREVALENCIA DE OBESIDAD EN POBLACIÓN JOVEN MEXICANA.

Ricardo Omar Cadena López  
 Universidad Autónoma de Querétaro  
 Cerro de las Campanas S/N, Centro Universitario,  
 Santiago de Querétaro, Qro. C.P. 76010  
*rcadena10@alumnos.uaq.mx*

Ulisses Moreno Celis  
 Universidad Autónoma de Querétaro  
 Avenida de las Ciencias S/N Juriquilla, Delegación Santa Rosa Jáuregui,  
 Querétaro, Qro. C.P. 76230  
*ulisses.moreno@uaq.mx*

Resumen — La presencia de polimorfismos de nucleótido único (SNP), en genes pertenecientes a rutas metabólicas reguladoras del apetito, pueden ser factores de riesgo para el desarrollo de obesidad. En este trabajo se buscó determinar frecuencias génicas, de una población joven mexicana, de genes pertenecientes a la vía de la melanocortina, así como precisar el papel de los SNPs en la presencia de obesidad central. Para ello, se realizó un análisis estadístico de nuestra población para relacionar factores génicos y morfológicos relacionados con la obesidad. Se identificó la presencia de 13 SNPs de 3 genes diferentes (MC4R, PCSK1 y POMC), sin embargo, no se definieron como factores de riesgo. Estos 13 SNPs generan oportunidades para continuar con futuras investigaciones relacionadas.

Palabras clave — Obesidad central, vía de la melanocortina, MC4R, PCSK1, POMC.

Abstract — The presence of single nucleotide polymorphisms (SNPs) in genes belonging to metabolic pathways that regulate appetite may be risk factors for the development of obesity. The aim of this study was to determine gene frequencies of genes belonging to the melanocortin pathway in a young Mexican population, as well as to determine the role of SNPs in the presence of central obesity. For this purpose, a statistical analysis of our population was performed to relate genetic and morphological factors related to obesity. The presence of 13 SNPs from 3 different genes (MC4R, PCSK1 and POMC) were identified, however, they were not defined as risk factors. These 13 SNPs generate opportunities for further related research.

Keywords — Central obesity, melanocortin pathway, MC4R, PCSK1, POMC.



## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas de salud más recurrentes a nivel mundial, es la obesidad, un trastorno que se caracteriza por una acumulación excesiva o una distribución anormal de grasa corporal [1]. Se considera que un individuo tiene obesidad cuando su índice de masa corporal (IMC) es mayor o igual a 30 kg/m<sup>2</sup> [2]. La obesidad también se puede presentar en individuos con valores de IMC normales (IMC= 18.5-24.9 kg/m<sup>2</sup>), dichos individuos, presentan una acumulación de grasa en el área abdominal, provocada por una dieta alta en calorías y una actividad física baja, este tipo de obesidad es conocida como obesidad central [3], la cual, se puede detectar cuando la circunferencia de la cintura (WC) es mayor a 94 y 80 cm para hombres y mujeres, respectivamente [4]. Esta enfermedad crónica no transmisible, junto al sobrepeso, es la causa de muerte de aproximadamente 2.8 millones de personas al año [5]. En México, la obesidad es considerada la principal preocupación de salud pública, en 2018 el 36.1 % de sus adultos tenían obesidad (IMC  $\geq$  30 kg/m<sup>2</sup>), aunado a ello, el 81.6 % de todos los adultos presentaban obesidad central [6]. El impacto de la obesidad, en la salud, no sólo se debe al exceso de grasa en el cuerpo, sino a los diversos desórdenes que puede provocar, tal es el caso de hígado graso, apnea del sueño, diabetes mellitus tipo 2, asma, enfermedades cardiovasculares, problemas ortopédicos, entre otros [7]. Por otro lado, Se pueden presentar mutaciones en diversos genes relacionados con el metabolismo y el apetito, es por ello que se le ha puesto cierta atención a la identificación de polimorfismos de nucleótido único (SNP) relacionados con dichos procesos, dentro de los cuales se resalta la ruta de la melanocortina [8]. La ruta de la melanocortina está regulada bajo la producción de leptina (LEP) y su receptor (LEPR) presente en neuronas del núcleo arcuato del hipotálamo. LEP induce la expresión de la proopiomelanocortina (POMC), la cual es degradada por enzimas específicas presentes en la célula, incluyendo la prohormona convertasa 1 (PCSK1), esto permite formar las hormonas alfa y beta estimuladoras de melanocito ( / -MSH), dichas hormonas, son reconocidas por el receptor 4 de melanocortina (MC4R) presente en neuronas del núcleo paraventricular del hipotálamo, induciendo una pérdida de peso provocado por una sensación de saciedad y un incremento en el uso de la energía [2], [9], [10]. Específicamente se ha observado una relación entre pacientes con obesidad y algunas mutaciones en los genes LEP, LEPR, POMC, PCSK1, MC4R, AgRP y NPY [8]. Es por ello que este trabajo busca evaluar la influencia de los SNP de los genes que codifican para las proteínas MC4R, POMC y PCSK1 en mexicanos con obesidad central.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de una base de datos con variables clínicas y genéticas de 650 individuos, que incluía tanto hombres como mujeres, se obtuvieron los datos de porcentaje de grasa y circunferencia para su posterior clasificación en Grasa Central y Grasa Periférica. Posteriormente se procedió a obtener las frecuencias alélicas de cada variante genética (2 variantes para el Gen MC4R, 10 para PCSK1 y 6 para el Gen POMC) a través del paquete multiplataforma para Excel, GenALEX (Genetic Analysis in Excel) versión 6.5. El análisis consistió en cuantificar y analizar la cantidad de homocigotos y heterocigotos presentes para cada polimorfismo de cada individuo. Posteriormente, se utilizó el software estadístico Statistical Package for the Social Sciences IBM (SPSS) versión 26 en el que se realizó un análisis estadístico de asociación por medio de tablas dinámicas, obteniendo el factor de riesgo asociado a cada polimorfismo, así como el p-value o significación estadística de la prueba.

## III. RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestra un resumen sobre algunos de los factores morfológicos que se analizaron en la población participante en el estudio. Donde se observan diferencias estadísticas significativas típicas entre los sexos en circunferencia y porcentaje de grasa corporal.

Tabla 1. Características generales de la población.

	Mujeres (n=313)	Hombres (n=282)	Valor de p
Edad (Años)	19.12 ± 1.812	19.28 ± 2.043	0.296
Circunferencia de cintura (cm)	78.117 ± 11.57	84.222 ± 11.34	0.000
Grasa Corporal (%)	31.09 ± 7.65	21.6 ± 7.75	0.000
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	23.5 ± 4.41	24.16 ± 4.17	0.063

Se muestran las Medias ± la desviación estándar. Valor de p obtenido por análisis de *t de Student* para muestras independientes, utilizando  $p \leq 0.05$ . IMC= Índice de Masa Corporal.

Una vez identificados los SNPs por medio de la cuantificación de las frecuencias alélicas y génicas, se prosiguió a realizar un análisis de tablas cruzadas, para ello, se clasificaron los genotipos de acuerdo al modelo aditivo considerando el genotipo dominante (AA) y el recesivo (Aa+aa), los cuales se relacionaron con la distribución de grasa corporal. En la tabla 2 se presentan los resultados obtenidos al comparar las variables morfológicas con las variables genéticas.

Tabla 2. Análisis estadístico sobre la relación entre obesidad central y SNP en la población general.

GEN	SNP	GENOTIPO	DISTRIBUCIÓN DE GRASA (%)		Significación asintótica (Chi cuadrado)
			NORMAL	GRASA ABDOMINAL	
MC4R	rs2229616	Dominante CC	98.6	99.5	0.327
		Recesivo CT/TT	1.4	0.5	
	rs34114122	Dominante TT	96.4	97.9	0.325
		Recesivo GG/TG	3.6	2.1	
PCSK1	rs144800629	Dominante GG	100	100	N.A.
		Recesivo AA/GA	0	0	
	rs13169290	Dominante GG	77	78.5	0.681
		Recesivo AA/GA	23	21.5	
	rs271923	Dominante CC	47.4	42.9	0.308
		Recesivo TT/CT	52.6	57.1	
	rs156016	Dominante AA	29.4	32.5	0.45
		Recesivo GG/AG	70.6	67.5	
	rs1498928	Dominante GG	69.4	63.9	0.178
		Recesivo AA/GA	30.6	36.1	
	rs183045011	Dominante AA	100	100	N.A.
		Recesivo GG/AG	0	0	
	rs6232	Dominante TT	97.1	95.3	0.247
		Recesivo CT/TT	2.9	4.7	
rs17392686	Dominante AA	98.8	99.5	0.436	
	Recesivo GG/AA	1.2	0.5		
rs140520429	Dominante GG	99.8	99.5	0.569	
	Recesivo AA/GA	0.2	0.5		

POMC	rs6889272	Dominante	TT	92.6	91.6	0.68
		Recesivo	CC/TC	7.4	8.4	
	rs28932472	Dominante	GG	43.5	38.2	0.217
		Recesivo	CC/GC	56.5	61.8	
	rs149540566	Dominante	TT	100	100	N.A.
		Recesivo	CC/TC	0	0	
	rs201517327	Dominante	TT	100	100	N.A.
		Recesivo	CC/TT	0	0	
rs199636726	Dominante	GG	100	100	N.A.	
	Recesivo	TT/GT	0	0		
rs7591899	Dominante	GG	96.9	96.3	0.721	
	Recesivo	AA/GA	3.1	3.7		
rs934778	Dominante	AA	57.4	56	0.747	
	Recesivo	GG/AG	42.6	44		

No aplica (N.A.).

#### IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

La población que participó en el estudio pertenece a un rango de edad cercano a los 19 años, en los que no se encuentran alteraciones en la circunferencia de cintura, porcentaje de grasa, ni en el IMC; sin embargo cerca del 50% de la población estudiada tiene grasa abdominal elevada (Datos no publicados). Por otra parte, la presencia de algunos de estos polimorfismos ha sido relacionado como un factor de riesgo, o de protección, en pacientes con obesidad. Ejemplo de ello es el SNP rs28932472 del gen que codifica para POMC, el cual, fue relacionado con una mayor susceptibilidad a padecer de obesidad a una edad temprana en una población brasileña [11]. De la misma forma el polimorfismo rs6232 de PCSK1, el cual, a pesar de ser un polimorfismo raro en individuos mexicanos, ha sido atribuido como un factor de riesgo en poblaciones europeas y se ha sugerido considerarlo como un factor de riesgo en poblaciones mexicanas [12]. Así mismo, el polimorfismo rs2229616 se ha detectado en pacientes jóvenes obesos, sin embargo, su frecuencia es baja, por lo que su estudio se ha dificultado, especialmente al realizar análisis estadísticos [13]. Aunque existe la presencia de los SNPs en la población estudiada, estos no resultaron tener una asociación estadística significativa con la distribución de grasa abdominal, por lo que se propone un análisis más profundo de las variables por medio del ajuste por diversas covariables.

#### V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se identificó la presencia de 13 de los 16 SNPs analizados en nuestra población, los cuales, no fueron estadísticamente significantes como para poder aseverar su clasificación como factores de riesgo o de protección. Este estudio abre la puerta a continuar la investigación de la relación entre estos polimorfismos y otros factores morfológicos relacionados a obesidad.

#### VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Se agradece al Dr. Víctor Manuel Rodríguez García, a la Dra. Adriana Aguilar Galarza, por su apoyo y conocimiento brindado a lo largo del desarrollo de este trabajo; a CÓDIGO 46 S.A. de C.V. por el análisis de genotipificación de la muestra; a la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO y al 23º Verano de la Ciencia Región Centro.

## REFERENCIAS

- [1] L. P. C. Mayoral et al., “Obesity subtypes, related biomarkers & heterogeneity,” *The Indian journal of medical research*, vol. 151, no. 1. NLM (Medline), pp. 11–21, Jan. 01, 2020. doi: 10.4103/ijmr.IJMR\_1768\_17.
- [2] G. B. N. Nordang et al., “Next-generation sequencing of the monogenic obesity genes LEP, LEPR, MC4R, PCSK1 and POMC in a Norwegian cohort of patients with morbid obesity and normal weight controls,” *Molecular Genetics and Metabolism*, vol. 121, no. 1, pp. 51–56, May 2017, doi: 10.1016/j.ymgme.2017.03.007.
- [3] C. L. Bendall, H. L. Mayr, R. S. Opie, M. Bes-Rastrollo, C. Itsiopoulos, and C. J. Thomas, “Central obesity and the Mediterranean diet: A systematic review of intervention trials,” *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 58, no. 18. Taylor and Francis Inc., pp. 3070–3084, Dec. 12, 2018. doi: 10.1080/10408398.2017.1351917.
- [4] M. M. Corrêa, L. A. Facchini, E. Thumé, E. R. A. de Oliveira, and E. Tomasi, “The ability of waist-to-height ratio to identify health risk,” *Revista de Saude Publica*, vol. 53, pp. 1–12, 2019, doi: 10.11606/s1518-8787.2019053000895.
- [5] M. S. Mohammed, S. Sendra, J. Lloret, and I. Bosch, “Systems and WBANs for controlling obesity,” *Journal of Healthcare Engineering*, vol. 2018. Hindawi Limited, 2018. doi: 10.1155/2018/1564748.
- [6] S. Barquera and J. A. Rivera, “Obesity in Mexico: rapid epidemiological transition and food industry interference in health policies,” *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, vol. 8, no. 9, pp. 746–747, Sep. 2020, doi: 10.1016/S2213-8587(20)30269-2.
- [7] M. Aceves-Martins, E. Llauradó, L. Tarro, R. Solà, and M. Giralt, “Obesity-promoting factors in Mexican children and adolescents: Challenges and opportunities,” *Global Health Action*, vol. 9, no. 1. Co-Action Publishing, 2016. doi: 10.3402/gha.v9.29625.
- [8] R. K. Singh, P. Kumar, and K. Mahalingam, “Molecular genetics of human obesity: A comprehensive review,” *Comptes Rendus - Biologies*, vol. 340, no. 2. Elsevier Masson SAS, pp. 87–108, Feb. 01, 2017. doi: 10.1016/j.crv.2016.11.007.
- [9] U. Fairbrother, E. Kidd, T. Malagamuwa, and A. Walley, “Genetics of Severe Obesity,” *Current Diabetes Reports*, vol. 18, no. 10, p. 85, Oct. 2018, doi: 10.1007/s11892-018-1053-x.
- [10] K. L. Ayers et al., “Melanocortin-4 receptor pathway dysfunction in obesity: Patient stratification aimed at MC4R agonist treatment,” *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 2018, doi: 10.1210/jc.2018-00258/4990775.
- [11] E. M. Queiroz, A. P. C. Cândido, I. M. Castro, A. Q. A. Bastos, G. L. L. Machado-Coelho, and R. N. Freitas, “IGF2, LEPR, POMC, PPARG, and PPARGC1 gene variants are associated with obesity-related risk phenotypes in Brazilian children and adolescents,” *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, vol. 48, no. 7, pp. 595–602, Jul. 2015, doi: 10.1590/1414-431x20154155.
- [12] M. Villalobos-Comparán et al., “PCSK1 rs6232 Is Associated with Childhood and Adult Class III Obesity in the Mexican Population,” *PLoS ONE*, vol. 7, no. 6, p. e39037, Jun. 2012, doi: 10.1371/journal.pone.0039037.
- [13] K. C. R. Salum et al., “Identification of a Rare and Potential Pathogenic MC4R Variant in a Brazilian Patient With Adulthood-Onset Severe Obesity,” *Frontiers in Genetics*, vol. 11, Dec. 2020, doi: 10.3389/fgen.2020.608840.

## CORRELACIÓN ENTRE FUNCIONES COGNITIVAS, DE LA TEORÍA DE LA MENTE A LAS FUNCIONES EJECUTIVAS

Ángeles Piña Méndez

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

De Los Talleres 186, Valle Dorado, 78399, San Luis Potosí, S.L.P.

*angiie\_98@icloud.com*

Magdalena Giordano Noyola

Instituto de Neurobiología

Boulevard Juriquilla 3001, 76320 Juriquilla, Querétaro.

*giordano@unam.mx*

Resumen — La Teoría de la mente (ToM) se refiere a la habilidad para atribuir estados mentales de los otros, así como entender que estos pueden diferir de los propios, puede dividirse en dos componentes, uno afectivo, que involucra la comprensión de emociones, sentimientos o estados afectivos y un componente cognitivo, que implica el entendimiento de creencias, pensamientos o intenciones. En la presente investigación se buscó la relación entre esta habilidad y las Funciones Ejecutivas (FE), así como el Índice de capacidad general (ICG). Esto en una muestra compuesta por 21 sujetos de nacionalidad mexicana, neurotípicos y diestros.

Palabras clave — Teoría de la Mente, Funciones Ejecutivas, Índice de Comprensión General.

Abstract — Theory of mind (ToM) refers to the ability to attribute mental states to others, as well as to understand that these may differ from one's own, can be divided into two components, an affective one, which involves the understanding of emotions, feelings or affective states and a cognitive component, which involves the understanding of beliefs, thoughts or intentions. In the present research, the relationship between this ability and the Executive Functions (EF), as well as the General Ability Index (GCI) was sought. This in a sample composed of 21 subjects of Mexican nationality, neurotypical and right-handed.

Keywords — Theory of Mind, Executive Functions, General Ability Index.

## I. INTRODUCCIÓN

El sistema nervioso guarda un gran enigma la mente, esta permite al ser humano interpretar y darle un significado al medio externo que lo rodea, así como interactuar y relacionarse con sus semejantes; a través de las percepciones y sensaciones, permite formar conocimientos, almacenar información y aprender.

La Teoría de la Mente (ToM) hace referencia al proceso de inferir y razonar sobre las creencias, pensamientos o emociones de los demás y las propias (Preckel, et al., 2018). Al vivir en un contexto social, estas capacidades son de suma importancia en la vida diaria del ser humano, su alteración se puede ver reflejada en distintas patologías como la Esquizofrenia o el Trastorno del Espectro Autista (TEA) (Lizcano-Cortés, et al., 2021; Preckel, et al., 2018).

Múltiples investigaciones se han centrado en la ToM, y su relación con la capacidad intelectual de las personas, encontrando una correlación positiva (Dodell-Feder, et al., 2013), al igual que con otros dominios cognitivos como las Funciones Ejecutivas (FE) (Bosco, et al., 2017; Di Tella, et al., 2020). No obstante, los resultados obtenidos en los diferentes estudios presentan una alta variabilidad, en cuanto a las pruebas utilizadas y la condición de los participantes.

Con esto en consideración, el presente trabajo busca estudiar la relación entre los puntajes obtenidos en las pruebas Read the mind in the eyes (RMET por sus siglas en inglés) y Short Story Task (SST por sus siglas en inglés) que evalúan las dos dimensiones de la ToM, con los componentes principales de las FE y el Índice de Capacidad General (ICG), en un grupo de sujetos neurotípicos.

## II. MARCO TEÓRICO

La ToM hace referencia a la capacidad de atribuir estados, creencias e intenciones a los demás (Schurz, et al., 2014). Se han identificado dos componentes principales en la ToM: 1) afectivo, comprensión de estados emocionales y 2) cognitivo, comprensión de lo que una persona piensa, sabe o cree sobre el estado mental de otra persona (Henry, et al., 2015).

La evaluación de la ToM es muy compleja, por lo que se han implementado diferentes pruebas que puedan brindar resultados válidos. Una de las más utilizadas es RMET consiste en una serie de 36 fotografías de la región de los ojos, con distintas expresiones. El participante debe escoger, de entre cuatro palabras, la opción que mejor represente la fotografía (Rodríguez, et al., 2017), se centra en la dimensión afectiva (Giordano, et al., 2019)

Una prueba desarrollada recientemente es la SST, diseñada por Dodell-Feder en 2013, que evalúa el razonamiento y la comprensión del estado mental explícito, se enfoca en la dimensión cognitiva (Giordano, et al., 2019); se le pide al participante hacer inferencias acerca del estado mental de los personajes que aparecen en una historia que leyó con anticipación.

Las FE, según Luria (1976) permiten la planificación y programación de los actos humanos, su supervisión y seguimiento, y la regulación del comportamiento mediante la coordinación con los planes y programas generados, y, por último, el control de la actividad consciente mediante la comparación de los resultados de la acción con las intenciones iniciales y la corrección de errores (Panikratova, et al., 2020). Se han propuesto tres FE fundamentales: 1) memoria de trabajo, la capacidad de retener y manipular simultáneamente los estímulos en la mente; 2) flexibilidad cognitiva, la capacidad de cambiar entre múltiples tareas; y 3) control inhibitorio, la capacidad de suprimir las respuestas dominantes o la información irrelevante (Nguyen, et al., 2019; Panikratova, et al., 2020). El ICG se obtiene a partir de las puntuaciones del Índice de Comprensión Verbal (ICV) y el Índice de Razonamiento Perceptual (IRP), en la Escala Wechsler de Inteligencia para Adultos, WAIS-IV. Este valor es menos sensible a la memoria de trabajo y la velocidad de procesamiento, siendo una buena medida de la capacidad general de una persona (Licea-Haquet, et al., 2019).



### III. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se compone de una muestra de 21 sujetos neurotípicos, con un rango de edad de 25-35 años, con carrera universitaria o cursándola actualmente. Se utilizó el programa PEBL: The Psychology Experiment Building Language, Psychopy y Matlab para la aplicación de las pruebas de funciones ejecutivas y el RMET.

Para la evaluación de la ToM se aplicó: RMET y SST, esta última consta de cuatro subescalas: inferencia espontánea (SST\_ie), comprensión (SST\_c) y razonamiento del estado mental (SST\_raz.edo.m). De FE se utilizaron las siguientes pruebas: Digit Span directo, Torre de Londres, N-Back, Go/No Go y Local Global. Se aplicaron seis subpruebas de la Escala Wechsler de Inteligencia para Adultos, WAIS-IV: Semejanzas, Vocabulario, Información, Diseño de Cubos, Matrices y Rompecabezas; para obtener el ICG de los sujetos evaluados.

Los puntajes se correlacionaron para conocer la asociación existente entre las variables. Se utilizó el programa PRISMA-GraphPad para obtener el coeficiente de correlación de Pearson. Se desglosó la puntuación obtenida en las subescalas de la SST, para una apreciación detallada de los valores. En el mismo programa, se realizó una regresión lineal para describir la relación entre los puntajes obtenidos y se obtuvo el coeficiente de determinación  $R^2$ .

### IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

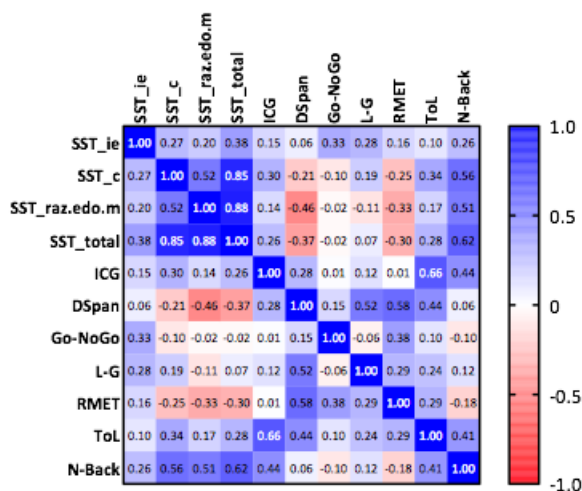


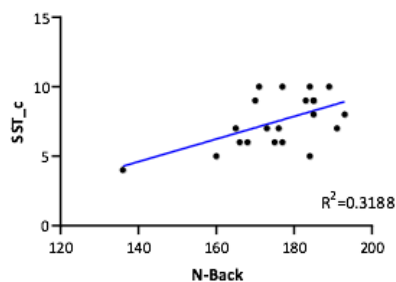
Tabla 1, Matriz de correlaciones

Los resultados obtenidos a través de coeficiente de correlación Pearson se agrupan en una matriz de correlaciones en la tabla 1. Se encontraron correlaciones positivas entre las puntuaciones obtenidas en el N-back y los componentes del SST: comprensión y razonamiento del estado mental, con 0.56 y 0.51 respectivamente. De igual manera, se muestra una asociación positiva entre el puntaje del N-back y el total del SST de 0.62 (obsérvese en las figuras 1, 2 y 3). No se presentó una correlación significativa entre el ICG y las habilidades de la ToM.

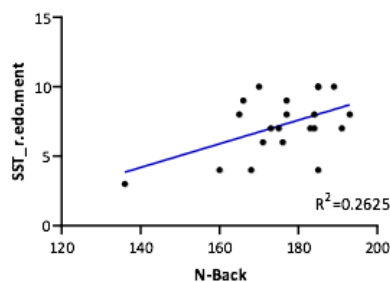
Se obtuvo una correlación negativa, con un valor moderado de -0.46, entre los datos del Digit Span y SST-razo- namiento del estado mental, representado en la figura 4.

Por otro lado, los puntajes del RMET se correlacionaron positivamente con los del Digit Span, representado en la figura 5. Cabe mencionar la relación entre los puntajes que arroja la prueba de la Torre de Londres y ICG de 0.66 (obsérvese en la figura 6).

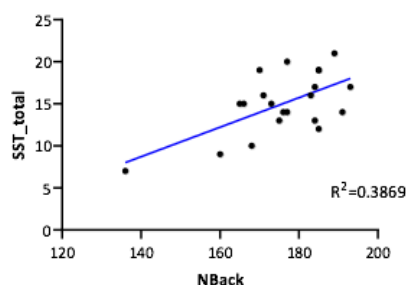




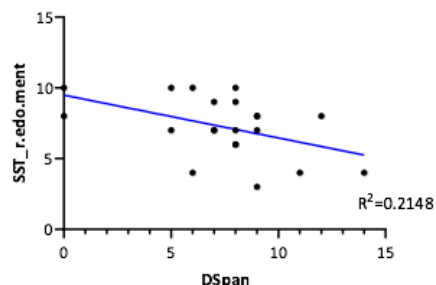
**Fig. 1.** Relación entre N-Back y SST-comprensión



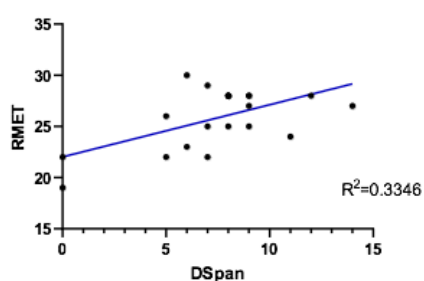
**Fig. 2.** Relación entre N-Back y SST-razonamiento del estado mental



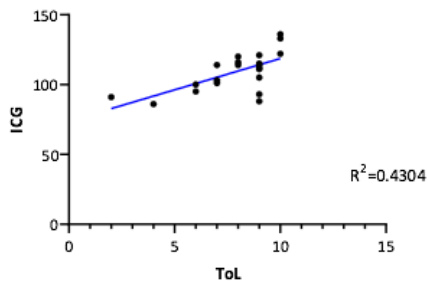
**Fig. 3.** Relación entre N-Back y SST-Total



**Fig. 4.** Relación entre Digit Span y SST-razonamiento del estado mental



**Fig. 5.** Relación entre Digit Span y RMET



**Fig. 6.** Relación entre Torre de Londres e ICG

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al igual que en otros estudios se encontró una correlación entre las FE, específicamente con la memoria de trabajo, y una puntuación mayor en la SST, que se centra en la dimensión cognitiva de la ToM. No obstante, no se encontró una relación significativa entre ICG y ToM, como se ha señalado en otras investigaciones.

Llama la atención una correlación negativa que se obtuvo entre la tarea del Digit Span y SST-razonamiento del estado mental, pues resulta inusual en comparación con los otros resultados e investigaciones al respecto. Se recomienda un estudio más profundo para indagar y explicar los cambios suscitados.

#### V. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco a la Doctora Magdalena Giordano Noyola por la oportunidad de realizar mi estancia de verano, y a la MsC Giovanna Lilian Licea Haquet por los conocimientos y apoyo que me brindó a lo largo del proyecto.

## REFERENCIAS

- Bosco, F. M., Parola, A., Sacco, K., Zettin, M., & Angeleri, R. (2017). Communicative-pragmatic disorders in traumatic brain injury: The role of theory of mind and executive functions. *Brain and language*, 168, 73-83. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2017.01.007>
- Di Tella, M., Ardito, R.B., Dutto, F. et al. (2020) On the (lack of) association between theory of mind and executive functions: a study in a non-clinical adult sample. *Sci Rep*, 10, 17283. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-74476-0>
- Dodell-Feder, D., Lincoln, S. H., Coulson, J. P., & Hooker, C. I. (2013). Using fiction to assess mental state understanding: a new task for assessing theory of mind in adults. *PloS one*, 8(11), e81279. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0081279>.
- Giordano, M., Licea-Haquet, G., Navarrete, E., Valles-Capetillo, E., Lizcano-Cortés, F., Carrillo-Peña, A., & Zamora-Ursulo, A. (2019). Comparison between the short story task and the reading the mind in the eyes test for evaluating theory of mind: a replication report. *Cogent Psychology*, 6(1), 1634326. <https://doi.org/10.1080/23311908.2019.1634326>
- Henry, J. D., Cowan, D. G., Lee, T., and Sachdev, P. S. (2015). Recent trends in testing social cognition. *Curr. Opin. Psychiatry* 28, 133–140. DOI: 10.1097/YCO.000000000000139
- Licea-Haquet, G. L., Velásquez-Upegui, E. P., Holtgraves, T., & Giordano, M. (2019). Speech act recognition in Spanish speakers. *Journal of pragmatics*, 141, 44-56. <https://doi.org/10.1016/j.pragma.2018.12.013>
- Lizcano-Cortés, F., Rasgado-Toledo, J., Giudicessi, A., & Giordano, M. (2021). Theory of mind and its elusive structural substrate. *Frontiers in human neuroscience*, 15, 86. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2021.618630>
- Nguyen, L., Murphy, K., & Andrews, G. (2019). Cognitive and neural plasticity in old age: A systematic review of evidence from executive functions cognitive training. *Ageing research reviews*, 53, 100912. DOI: 10.1016/j.arr.2019.100912
- Panikratova, Y. R., Vlasova, R. M., Akhutina, T. V., Korneev, A. A., Sinitsyn, V. E., & Pechenkova, E. V. (2020). Functional connectivity of the dorsolateral prefrontal cortex contributes to different components of executive functions. *International Journal of Psychophysiology*, 151, 70-79. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2020.02.013>
- Preckel, K., Kanske, P., & Singer, T. (2018). On the interaction of social affect and cognition: empathy, compassion and theory of mind. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 19, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2017.07.010>
- Rodríguez, E., Ruiz, J. C., Valdés, C., Reinel, M., Díaz, M., Flores, J., ... & Tomicic, A. (2017). Estilos de personalidad dependiente y autocrítico: desempeño cognitivo y sintomatología depresiva. *Revista latinoamericana de psicología*, 49(2), 102-109. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rlp.2016.09.005>
- Schurz, M., Radua, J., Aichhorn, M., Richlan, F., & Perner, J. (2014). Fractionating theory of mind: a meta-analysis of functional brain imaging studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 42, 9-34. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2014.01.009>

# ESTRATEGIAS DEL SECTOR EMPRESARIAL DE SERVICIOS PARA RESPONDER A LA CRISIS DE LA PANDEMIA COVID-19 EN EL EJERCICIO 2020

Odalys Barrientos Martínez

Tecnológico nacional de “México campus Monclova”

Carretera 57 Km 4.5 Col. Los 90’ unidad tecnológica, 95245 Monclova Coahuila

*G18050216@monclova.tecnom.mx*

Mayela Valadez Zamarrón

Tecnológico nacional de México “campus Monclova”

Carretera 57 Km 4.5 Col. Los 90’ unidad tecnológica, 95245 Monclova Coahuila

*Mayela.vz@monclova.tecnm.mx*

Resumen — En este trabajo se presenta la manera en que las empresas de servicios de Monclova Coahuila y la región actuaron para hacer frente a la pandemia por COVID 19, con el fin de analizar la respuesta que estas empresas tuvieron al implementar estrategias para salir adelante y evitar así el cierre parcial o total. Para tener mejores resultados se tomó en cuenta también la perspectiva de sus trabajadores mediante encuestas que facilitaron la información y se tomaron en cuenta variables importantes con las que se llevó a cabo la investigación. Cada empresa actuó dependiendo sus necesidades haciendo uso de la innovación y de la creatividad estableciendo estrategias que se adaptaran a la situación.

Palabras clave — pandemia, coronavirus, protocolos.

Abstract — This work presents the way in which the service companies of Monclova Coahuila and the region acted to face the covid 19 pandemic, in order to analyze the response that these companies had when implementing strategies to move forward and thus avoid partial or total closure. To obtain better results, the perspective of its workers was also taken into account through surveys that provided the information and important variables were taken into account with which the research was carried out. Each company acted depending on its needs, making use of innovation and creativity, establishing strategies that adapted to the situation.

Keywords —pandemic, coronavirus, protocols

## I. INTRODUCCIÓN

La pandemia provocada por el virus Sars cov-2 conocida también como pandemia de coronavirus que tuvo inicio en el año 2019 en la ciudad de Wuhan China se esparció rápidamente por el mundo, provocando grandes afectaciones, siendo un virus que se transmite de manera muy simple y ha cobrado la vida de millones de personas. Afecto grandemente también a la economía del país de México pues tras las grandes cifras de contagios se tuvo que llegar al grado incluso de suspender labores en muchas empresas y negocios, con el fin de evitar aglomeraciones y así tratar de detener el número de contagios. El paro de labores no fue igual en todos los estados pues el número de contagios variaba, algunas empresas tuvieron que cerrar parcialmente, mientras otras tuvieron que tener un cierre total. Ante la crítica situación las empresas tuvieron que buscar alternativas que las ayudaran salir adelante, para esto era importante pesar principalmente en salvaguardar la salud de su personal y tener áreas de trabajo seguras, de ahí la importancia de implementar estrategias que beneficiaran a la empresa. Es importante tomar en cuenta que, la pandemia de coronavirus es algo completamente nuevo, con lo que nadie se había enfrentado antes así que la implementación de dichas estrategias también son algo nuevo por lo tanto se busca analizar la manera en que las empresas responden al implementarlas para así ver su efectividad

## II. MARCO TEÓRICO

### A. *pandemia por coronavirus*

La OMS, llamó a esta enfermedad «COVID-19» (COroNaVIrus Disease 2019) el 11 de febrero de 2020 por el tipo de virus y el año de aparición. Esta infección es principalmente transmitida de humano a humano por contacto mediante gotas de Flügge (secreciones respiratorias) y en ocasiones también por aerosoles. A pesar de ser un virus envuelto, lo que lo hace relativamente inestable, puede permanecer en superficies de plástico o metal de 24 hasta 72 horas. Su índice de contagio es alto, por lo tanto, puede hacer que una persona infectada pueda contagiar de dos a cinco personas con lo cual se explica su crecimiento exponencial.

Desde los primeros casos reportados en Wuhan, China, la expansión local y finalmente mundial llegó rápidamente a niveles alarmantes. Para el 11 de enero de 2020 ya había cobrado la primera víctima mortal y un mes después, el 11 de febrero, el Centro de Control y Prevención de Enfermedades de China tenía 72,314 casos reportados.<sup>14</sup> El 30 de enero de 2020, la OMS declaró al COVID-19 como «emergencia de salud pública de alcance internacional», y el 11 de marzo con 37,364 casos reportados fuera de China, se catalogó oficialmente como «pandemia». [1]

### B. *cierre de empresas*

La epidemia del COVID-19 ha cobrado la vida de más de 77 mil personas en México con lo que es ya una catástrofe humanitaria. En cuanto a lo económico se ha traducido en un desastre sin comparación histórica, así lo reveló el INEGI, el cual informó que el Producto Interno Bruto (PIB) entre abril y junio de 2020 se contrajo 17.1% en términos reales respecto al trimestre previo con cifras ajustadas por estacionalidad y 18.7% en su comparación anual. El impacto negativo sobre la economía se observó en lo siguiente: empeoramiento de las condiciones de salud (física y mental) con la consecuente baja de productividad de la población; el cierre de otras economías con las cuales tenemos intercambios comerciales; la cancelación de vuelos con impacto en el turismo; reducción de los ingresos de las clases trabajadoras; pérdida de empleo y la disrupción de las cadenas globales de valor y en particular el cierre de actividades no esenciales entre los meses de abril y mayo del 2020. El cierre de las actividades no esenciales implicó para las empresas no percibir ingresos, pero sí continuar con sus obligaciones patronales, fiscales, cuotas del IMSS e Infonavit, pago de renta y servicios por lo que muchas empresas tuvieron que cerrar, recortar planes de expansión o bien reducir de forma sensible su capacidad operativa y de generación de utilidades. La base empresarial mexicana se vio sensiblemente deteriorada y por tanto la fuente de creación de riqueza en el país. [2]

### C. protocolos de seguridad

En México se estableció, por parte del ejecutivo federal, el aislamiento de carácter voluntario como medida para contener la pandemia del virus COVID-19, en paralelo se plantearon también la Jornada Nacional de Sana Distancia y el semáforo epidemiológico para conocer con mayor precisión el estado actual de la pandemia por regiones. En consecuencia, la actividad económica sufrió cambios drásticos y muchas industrias, comercios y empresas de servicios, tuvieron que suspender temporalmente sus actividades, y las que no, tuvieron que adaptarse a nuevos lineamientos para su operación.

Uno de los aspectos fundamentales atiende a la aplicación de medidas sanitarias que permitan un regreso evitando al máximo la posibilidad de contagios y para ello, el Instituto Mexicano del Seguro Social ha habilitado un protocolo de seguridad sanitaria para las empresas, mismo que se deberá atender para poder operar según sus recomendaciones.

En términos generales, se deben clasificar a las empresas que se encuentren en el denominado regreso a la nueva normalidad y para ello se debe contar con documentación e información tanto de las actividades propias de la plantilla de trabajadores como de la empresa misma.[3]

### D. Clima laboral en tiempos de pandemia

Mantener un buen clima laboral en tiempos de pandemia se ha convertido en un reto para las empresas de servicios que operan en el país debido a la inestabilidad e incertidumbre que ha generado la crisis sanitaria.

Promover un ambiente de armonía dentro de una organización ayuda a mejorar el desempeño y el sentimiento de pertenencia en los trabajadores, más aún en época de crisis como lo que es la pandemia. En ese sentido, un buen clima organizacional promueve el bienestar general de la compañía y su competitividad en el mercado. al haber un buen clima laboral, los empleados presentan más motivación y productividad, lo cual es uno de los factores esenciales para lograr que la empresa salga adelante y o haya necesidad de cerrar o parar labores. Siendo el capital humano el recurso más importante de la empresa, es vital procurar que el ambiente laboral que se le presenta sea el adecuado. [4]

## III. RESULTADOS

Con la finalidad de conocer la manera en que las empresas de servicios actuaron ante la situación por covid-19 se realizó una encuesta la cual fue dirigida a trabajadores que desempeñan un cargo dentro de empresas del sector comercial de servicios de Monclova Coahuila.

Los resultados de la encuesta se muestran en la figura 1 en donde cada cuestión aparece con la gráfica correspondiente al porcentaje de respuestas por parte de los trabajadores

Además, con ayuda del programa Minitab se analizaron los datos obtenidos en el formulario para calcular la confiabilidad de las respuestas, obteniendo un resultado de coeficiente de alfa de cron Bach 0.6424 lo cual en las respuestas del formulario representa una escala de fiabilidad moderada (ver figura 2)

Figura 1. Graficas



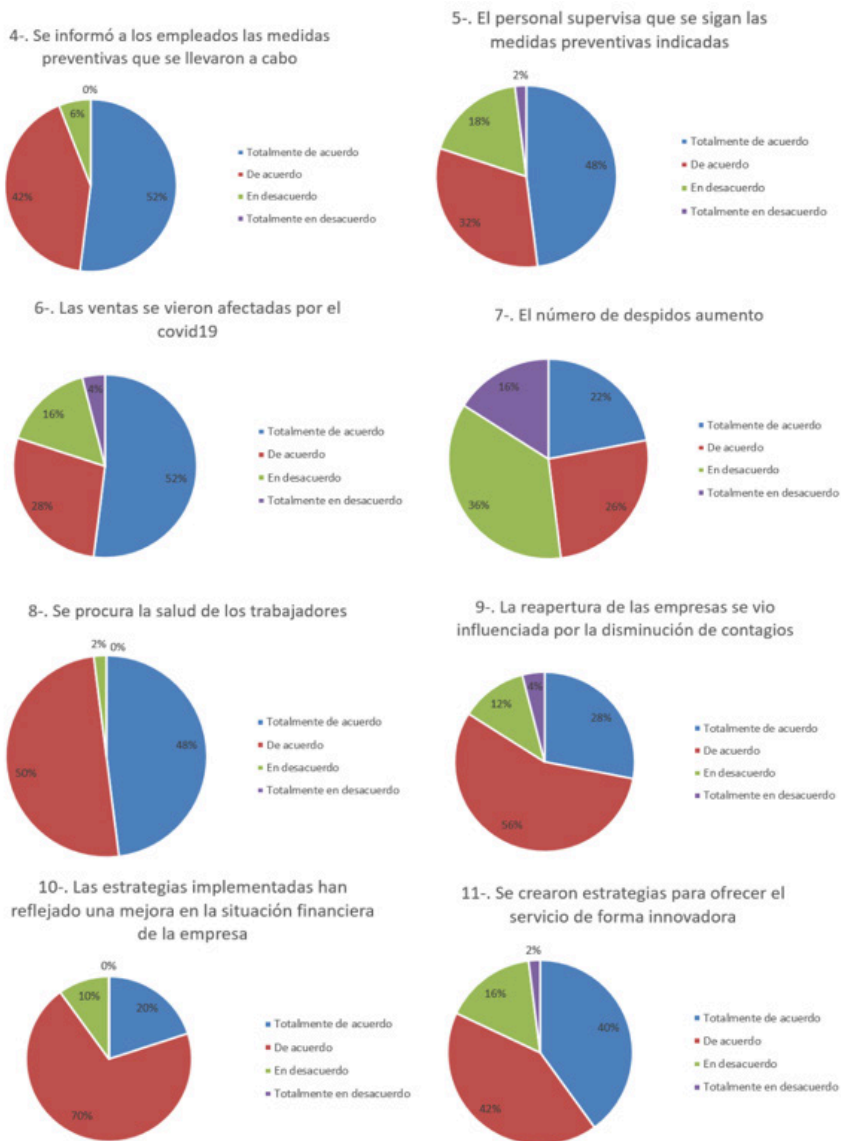


Figura 2. Alfa de Cronbach

Alfa de Cronbach

Alfa  
0.6424

Estadísticas de elementos omitidas

Variable omitida	Media total ajustada	Desv.Est. total ajustada	Correlación total ajustada por elemento	Correlación múltiple cuadrada	Alfa de Cronbach
C1	18.280	3.344	0.4953	0.4167	0.5797
C2	17.680	3.473	0.0030	0.3530	0.6738
C3	17.940	3.507	0.1102	0.4483	0.6549
C4	18.160	3.247	0.5720	0.4092	0.5634
C5	17.980	3.210	0.4350	0.4298	0.5922



#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Ninguna empresa estaba preparada para algo como el COVID-19, cada empresa respondió de manera diferente, algunas contemplaron la gravedad del asunto desde un principio, mientras que otras comenzaron a tomar acciones más fuertes cuando la situación se encontraba más crítica. La organización que cada una llevo a cabo definió el rumbo de la empresa, pues algunas no sufrieron tantas afectaciones como otras. El uso de la innovación y la creatividad siempre a sido un gran aliado para llegar alcanzar el éxito, en este caso son fue la excepción, pues fue justamente eso lo que salvo a muchas empresas del cierre total. Con la ayuda de este trabajo se puede analizar el panorama desde oro punto de vista, desde la perspectiva de los propios trabajadores con respecto a las estrategias que cada empresa implemento y la eficacia de estas. Los empleados se sienten más seguros al saber que se cuenta con un plan ya establecido con el que se pueden apoyar para llevar a cabo sus actividades de manera más segura, esto les brinda más motivación, por lo tanto, más productividad, lo cual beneficia a la empresa totalmente. Los empleados son el recurso más importante de toda empresa, pues sin ellos nada sería posible, es por eso que se debe velar por su salud en todo momento.

#### V. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi reconocimiento a la maestra Mayela Valadez Zamarrón por el asesoramiento brindado durante la realización de la estancia de verano. Así como a las empresas que aceptaron brindar su apoyo para la recolección de datos

#### REFERENCIAS

- [1]Xavier Escudero, J. G.-F.-S.-G. (2020). La pandemia de coronavirus SARS CoV-2 (COVID 19): situación actual e implicaciones para México. Cardiovascular and Metabolic Science
- [2]Isaac Sánchez-Juárez, E. E. (Diciembre de 2020). Empresas mexicanas ante el COVID-19. Economía actual .
- [3]Castañeda, J. L. (29 de 06 de 2020). PROTOCOLOS DE SEGURIDAD SANITARIA Y DE PREVENCIÓN DE COVID-19 EN LA ACTIVIDAD LABORAL. Obtenido de <https://auren.com/mx/blog/protocolos-de-seguridad-sanitaria-y-de-prevencion-de-covid-19-en-la-actividad-laboral/>
- [4]conexionesan. (2019). Obtenido de <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2020/08/como-mantener-un-buen-clima-laboral-en-tiempos-de-pandemia/>



# ESTRATEGIAS DEL SECTOR EMPRESARIAL DE SERVICIOS PARA RESPONDER A LA CRISIS DE LA PANDEMIA COVIDI9 EN EL EJERCICIO 2020.

**Brenda Abigail Treviño Ramos**

Tecnológico Nacional de México “Campus Monclova”

Carretera 57 Km 4.5 Col. Los 90’ Unidad tecnológica, 95245 Monclova Coahuila.

*G18050248@monclova.tecnm.mx*

**Mayela Valadez Zamarron**

Tecnológico Nacional de México “Campus Monclova”

Carretera 57 Km 4.5 Col. Los 90’ Unidad tecnológica, 95245 Monclova Coahuila.

*mayela.vz@monclova.tecnm.mx*

Resumen — El Covid19 tomo al mundo por sorpresa, causando una gran incertidumbre no solo en las empresas sino en todo lugar, ocasionando que los líderes de estas tomen medidas para poder responder esta amenaza la cual ha originado que adecuen sus propias medidas surgiendo aquí el principal objetivo de este proyecto el cual es analizar las respuestas que las empresas de servicios de Monclova y la región han tenido ante esta situación, dando como resultado las estrategias que se implementaron y que siguen en aumento para poder sobrellevar esta crisis sanitaria con la que además se dio a conocer los protocolos que cada empresa creo o adapto para combatir o adaptarse a la nueva normalidad como lo es el Covid19.

Palabras clave — Crisis sanitaria, estrategias, combatir.

Abstract — Covid19 took the world by surprise, causing great uncertainty not only in companies but throughout the world, causing their leaders to take measures to respond to this threat which has led them to adapt their own measures arising from this the main objective of this project which is to analyze the responses that companies have had to this situation, covering the service companies of Monclova and the region, As a result, the strategies that were implemented and continue to increase in order to be able to cope with this health crisis were revealed, as well as the protocols that each company created or adapted to combat or be able to adapt to the new normal as covid19 is today.

Keywords — Health crisis, strategies, fight.

## I. INTRODUCCIÓN

El coronavirus mejor conocido como Covid19 es una pandemia que hasta el día de hoy desde el mes de marzo del 2020 ha sido parte de nosotros si bien ha llegado para quedarse debemos saber adaptarnos a los cambios que el mundo trae ya que si esto no es así podríamos vernos muy perjudicados y no solo nosotros como personas sino en general dado esto los líderes de las empresas de servicios de Monclova y la región están tomando medidas decisivas para responder a la amenaza del covid19 el cual ha causado que la comunidad empresarial adecue sus propias medidas de aquí surgen las estrategias que con el paso del tiempo se han ido implementando, ya que si esto no era así las empresas podrían tener grandes pérdidas económicas, quizá hasta la quiebra llevando a un cierre total, y no solo hablemos de economía los empleados, dueños, clientes público en general podría verse afectado de gran manera debido a esta crisis, por esta principal razón se busca conocer cuáles son las estrategias que las empresas implementaron y de qué manera, y en dado caso de que no se hayan implementado aún, incitarlos a que lo hagan estableciendo mecanismos de respuesta de emergencia tal lo menciona el libro actualización de la estrategia frente a la covid-19 la cual redacta las estrategias que se implementaron para que los empleados y la empresa en general se sientan seguros previniendo contagios (Pag 5-12). [1]

Además, que la empresa no tenga pérdidas económicas, también se busca identificar los recursos con los que cada empresa cuenta para prevenir contagios y hacer frente a esta situación saliendo siempre a flote de cada problema y crisis que se presente.

## II. MARCO TEÓRICO (OPCIONAL)

La mayoría de las organizaciones han buscado la manera de seguir de pie ante esta pandemia buscando dar soluciones a la manera en que ofrecen sus productos o servicios con el fin de evitar contagios y no tener pérdidas económicas del mismo modo buscando mejorar en cada aspecto de la empresa innovándose en diferentes áreas y saliéndose de su zona de confort, como tal es el caso de aquellas empresas las cuales han buscado una mejor manera de trabajar desde casa para evitar poner en riesgo a sus empleados, algunas otras que requieren más de presencial buscan la manera de disminuir los horarios laborales y siempre usando las medidas de seguridad personal que hasta el día de hoy se han estado implementado en la mayoría de las empresas, así como esto han implementado protocolos con el fin de mantener a la población protegida y evitar el cierre permanente en empresas ya que como actores claves de la economía, la responsabilidad social de las compañías consiste en llevar a cabo una buena gestión empresarial y principalmente, garantizar la seguridad y la organización adecuada para todos los empleados, donde principalmente se ven involucradas aquellas personas que trabajan en empresas de servicios las cuales se caracterizan por ofrecer un bien no tangible y solo cubrir una necesidad de los clientes.

### Pandemia

Es menester indicar que en épocas anteriores, se empleaba indistintamente el termino epidemia para nombrar cualquier propagación desmedida de una enfermedad, ya sea local o a través de fronteras. Además, en la literatura médica hay distintas definiciones de pandemia que no abundan en detalles y son harto generales. Así, por ejemplo, una de tales definiciones es la siguiente “Una pandemia es el brote global de una enfermedad” [2]

### Protocolo

Es el conjunto de reglas que, ya sea por norma o por costumbre, se establecen para actos oficiales o solemnes, ceremonias y otros eventos. Por lo tanto, son la instrucciones o recomendaciones que se deben seguir hace referencia a una normativa establecida para actuar en un procedimiento establecido. Existen varios protocolos, pero en este caso el utilizado es el protocolo social. [3]

El protocolo que hacemos referencia en este trabajo de investigación es el que la mayoría de las empresas implemento para hacer frente al Covid19 y es el siguiente:

Utilizar mascarilla, checar temperatura corporal al entrar algún espacio cerrado, hacer uso adecuado del equipo de seguridad individual, limpiar objetos que se utilizan con mayor frecuencia, lavarse manos, No compartir objetos personales, mantener una distancia mínima de 1.5 metros entre cada persona.

Y si se presenta algún síntoma como temperatura, tos seca, cansancio, informar a superiores y rápidamente aislarlo por más de 15 días del resto de personas para evitar contagios.

Contagios

Transmisión por contacto inmediato o mediato, de una enfermedad específica, desde el individuo enfermo al sano. [4]

Covid19

Enfermedad infecciosa causada por el coronavirus (Extensa familia de virus que causa enfermedades tanto animales como humanos, en los humanos causa enfermedades respiratorias que puede ser desde un resfriado común hasta enfermedades mas graves.[5]

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se necesitó la investigación aplicada ya que se buscaron encontrar las estrategias que las empresas del sector de servicios implementaron para enfrentar la pandemia, también se utilizó la investigación descriptiva ya que el objetivo es establecer una descripción mas completa del problema indagando sobre las innovaciones y como se llevaron a cabo para así tener un plano más amplio.

Aquí decidimos aplicar encuestas debido de que es la mejor manera que encontramos para comunicarnos con toda aquella población y además un medio más accesible. Esta se dirigió a todas aquellas personas que forman parte de una empresa de servicios de Monclova y la región.

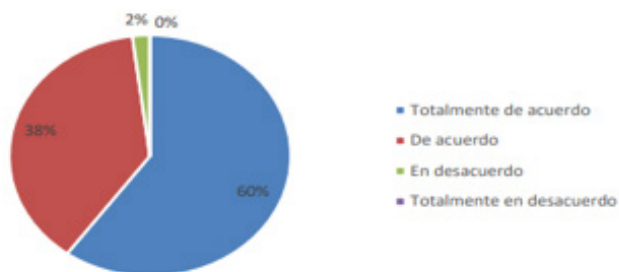
### IV. RESULTADOS

Con la finalidad de saber las estrategias que implementaron las empresas de servicios de Monclova y la región ante el Covid19 se aplicó una encuesta por medio de Google la cual fue dirigida a trabajadores, cuyas respuestas fueron utilizadas para obtener información de cada empresa de como enfrentaron la pandemia.

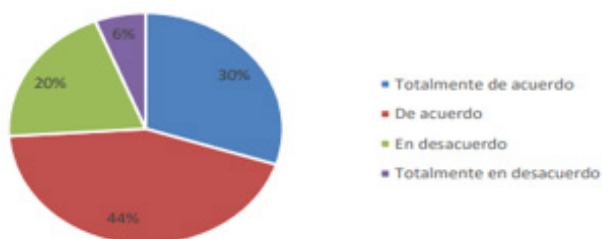
Los resultados de las encuestas se muestran a continuación donde cada grafica corresponde a una pregunta y cada porcentaje la respuesta de los trabajadores.

Además, con ayuda de un programa llamado Minitab se analizaron los datos obtenidos para saber qué tanta confiabilidad tenían las respuestas, obteniendo como resultado el coeficiente del Alfa de CronBach de 0.6424 lo cual representa fiabilidad moderada.

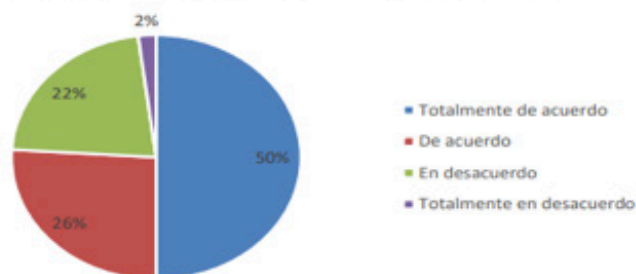
1-. Las instalaciones cuentan con las medidas de prevención necesarias .



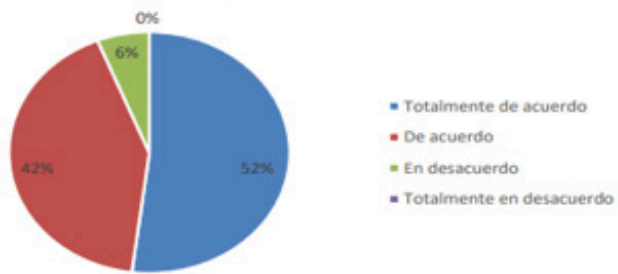
2-. Se presentaron casos de contagio dentro de la empresa.



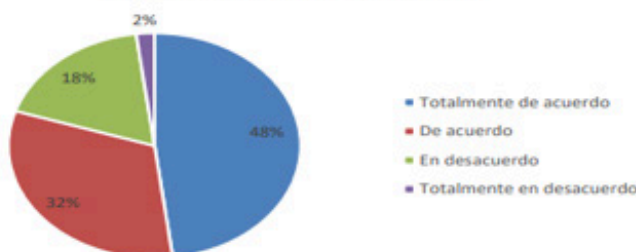
3- Seguir el protocolo de salud permite que se sientan mas seguros al brindar los servicios



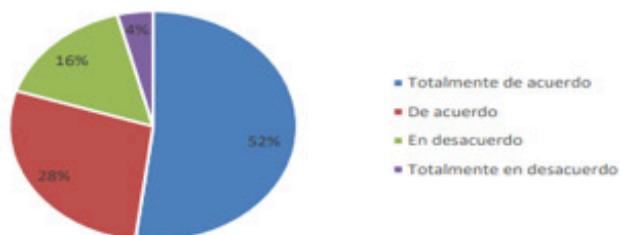
4- Se informó a los empleados las medidas preventivas que se llevaron a cabo



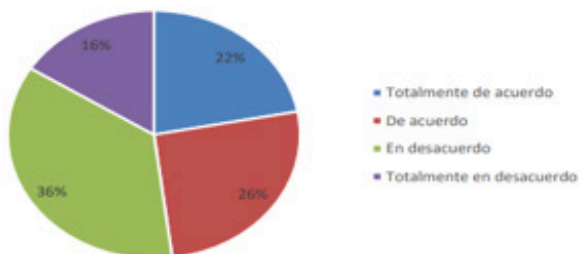
5- El personal supervisa que se sigan las medidas preventivas indicadas



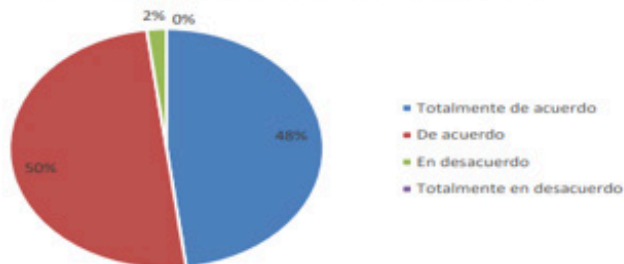
6- Las ventas se vieron afectadas por el covid19



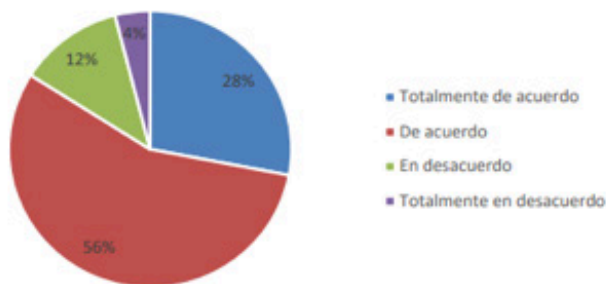
7- El número de despidos aumento



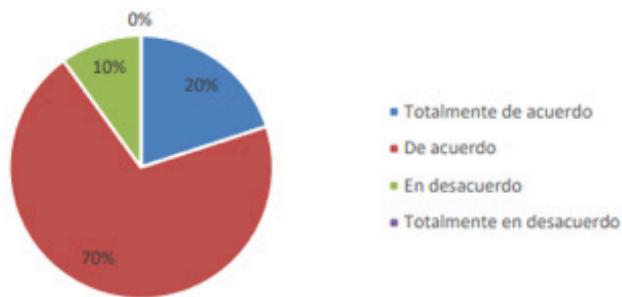
8- Se procura la salud de los trabajadores



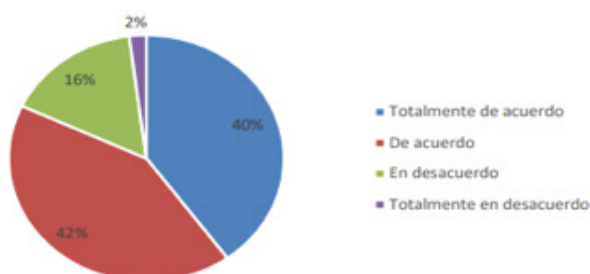
9- La reapertura de las empresas se vio influenciada por la disminución de contagios



10- Las estrategias implementadas han reflejado una mejora en la situación financiera de la empresa



11- Se crearon estrategias para ofrecer el servicio de forma innovadora



#### Alfa de Cronbach

Alfa
0,6424

#### Estadísticas de elementos omitidas

Variable omitida	Media total ajustada	Desv.Est. total ajustada	Correlación total ajustada por elemento	Correlación múltiple cuadrada	Alfa de Cronbach
C1	18.280	3.344	0.4953	0.4167	0.5797
C2	17.680	3.473	0.0030	0.3530	0.6738
C3	17.940	3.507	0.1102	0.4483	0.6549
C4	18.160	3.247	0.5720	0.4092	0.5634
C5	17.980	3.210	0.4350	0.4298	0.5922

## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Los hallazgos que obtuvimos gracias a esta investigación están muy relacionados a las hipótesis que ya se habían planteado anteriormente como lo fue principalmente el hecho de que las empresas de servicios de Monclova y la región se vieron en la necesidad de implementar medidas de prevención ante el Covid19 y así hacerle frente con las estrategias planteadas, también se percató de que aun hoy en día se siguen generando e innovando cada vez mas ya que es algo que ha llegado para quedarse y para que las empresas de servicios se vean lo menos afectadas posibles se tiene que llevar acabo esto siguiendo un protocolo ya planteado o hasta el punto de cada empresa crear sus propios protocolos adecuándolos al tipo de necesidad que se tiene, todo con el mismo fin, el cual es salir adelante y no quedarse estancado o llevar la empresa a la quiebra.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como conclusión en este trabajo tenemos que las empresas de servicios de Monclova y la región se tuvieron que enfrentar a grandes retos ya que aunque la mayoría cuenta con planes estratégicos ninguna se imaginaria que se llegaría a presentar una situación como lo es el hoy el Covid19 y mucho menos de la manera tan inesperada que lo hizo, causando que estas adecuaran medidas estratégicas y aun que al principio fue muy difícil adaptarse terminaron por lograrlo, siendo muy pocas si no es que casi nulo el número de empresas de servicios que terminaron cerrando ya que la gran mayoría invirtió en capacitar a sus empleados para saber como y de que manera enfrentarse a esta crisis además de la creación de protocolos esto dando muy buenos resultados ya que hasta el día de hoy las empresas se encuentran operando de la mejor manera y además evitaron pérdidas económicas gracias a que subieron sobrellevar esta crisis por esta razón ya se adapto un protocolo el cual se sigue al pie de la letra ya que como bien sabemos este covid19 llego para quedarse y hasta el día de hoy dueños como empleados cuentan con las medidas necesarias para que se sientan mas seguros haciendo su trabajo.

Esto refleja que las empresas han manejado de la mejor manera la situación mostrando una gran organización y además las mismas estrategias que emplearon en algunas empresas hasta sus ventas incrementaron, hasta el día de hoy se siguen buscando nuevas estrategias para hacer cualquier tipo de mejora además esto no solo fue negativo sino que también ayudó a que las empresas salieran de su zona de confort reinventándose con la manera típica en la que ofrecían sus servicios y así implementando un protocolo de respuesta por si se presentan situaciones similares en un futuro.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Un trabajo de investigación como lo es este proyecto es el resultado de esfuerzos en conjunto agradecemos principalmente a todos aquellos trabajadores de las empresas de servicios de Monclova y la región los cuales se tomaron un minuto de su tiempo para contestar la encuesta que realizamos, sin ellos este trabajo no tendría éxito, como lo tuvo. También agradecemos a Brenda Segovia cuya trabajadora de Clam Monclova, quien nos proporcionó el número de empresas de servicios que hay en Monclova sin su colaboración esto no hubiese sido posible, por último pero no menos importante a la maestra Mayela quien nos orientó a culminar este trabajo de la mejor manera, muchas gracias.

## REFERENCIAS

[1] (Ghebreyesus, 2020)

Ghebreyesus, T. A. (2020). Actualización de la estrategia frente a la covid-19. En Actualización de la estrategia frente a la covid-19 (pág. 18). Suiza.

[2] Pedro Alejandro Villarreal Lizárraga. (2019). Pandemias y Derecho: Una perspectiva de gobernanza global. Universidad Nacional Autónoma de México : Instituto de investigaciones jurídicas.

[3] Francisco Coll Morales. (2021). Protocolo. 2021, de Economipedia Sitio web: <https://economipedia.com/definiciones/protocolo.html>

[4] Juan de D. Carrasquilla L.. (2021). Contagio e Infección. La voz de Job, 1, 4..

[5] GOBIERNO DEL ESTADO. (2021). COVID-19. 25/08/2021, de Baja California Sitio web: <https://www.bajacalifornia.gob.mx/coronavirus#:~:text=La%20COVID%2D19%20es,ha%20descubierto%20m%-C3%A1s%20recientemente.>



# ESTRATEGIAS DEL SECTOR EMPRESARIAL INDUSTRIAL PARA RESPONDER A LA CRISIS EN LA PANDEMIA COVID 19 EN EL EJERCICIO 2020.

Yessika Yazmin Gaytan Vaquera

Instituto Tecnológico Superior de Monclova Carretera 57 km 4.5

col. Los 90s C.P 25733 Monclova, Coahuila.

*G18050228@monclova.tecnm.mx*

Sandra Lilia Jasso Ibarra

Instituto Tecnológico Superior de Monclova Carretera 57 km 4.5

col. Los 90s C.P 25733 Monclova, Coahuila.

*sandra.ji@monclova.tecnm.mx*

Resumen — El presente trabajo aborda las estrategias implementadas por el sector industrial de la ciudad de Monclova y la región, a raíz de la presente pandemia que inició en el país aproximadamente en marzo del 2020. El COVID-19 es actualmente uno de los temas con mayor impacto e importancia en el mundo, se analizarán los métodos y si el presente virus repercutió en los planes y las estrategias, para así conocer que se está implementando ahora y cuáles fueron las medidas y acciones implementadas por gerentes para solucionar problemas socioeconómicos, el estrés laboral, acciones para la integridad física de los empleados que aumentaron con el inicio de la contingencia. Conocer el plan de respuesta establecido por las mismas, hacia las problemáticas de salud pública que afectan actualmente sus labores.

Palabras clave — Estrategias, protocolos de salud, plan de respuesta.

Abstract — This paper will address the strategies implemented by the industrial sector of the city of Monclova and the region, because of the present pandemic that began in the country approximately in March 2020. COVID-19 is currently one of the issues with the greatest impact and importance in the world, the methods will be analyzed and if the present virus had an impact on the plans and strategies, in order to know what is being implemented now and what were the measures and actions implemented by managers to solve socioeconomic problems, work stress , actions for the physical integrity of the employees that increased with the start of the contingency. Know a response plan established by them, towards the public health problems that currently affect their work.

Keywords — Strategies, health protocols, response plan.



## I. INTRODUCCIÓN

El sector industrial sufrió los cambios a partir de un método de respuesta ya establecido durante décadas, ante una contingencia de tanto impacto como esta. Las empresas de transformación tuvieron que pensar en la forma de adaptarse a los nuevos lineamientos de salud establecidos por el gobierno y garantizar la correcta aplicación de las instrucciones en sus procesos. Igualmente, los proveedores se vieron afectados con los cambios implementados y viceversa.

No se esperaba el nivel de afectación tan grande que traería consigo un virus que se originó a miles de kilómetros de distancia. Actualmente los empleados y sus gerentes trabajan en constante cambio.

El objetivo principal del proyecto es establecer un protocolo de respuesta empresarial en base a los fenómenos de salud pública con los protocolos sanitarios que fueron puestos en práctica por el gobierno, así como analizar las estrategias que las empresas del sector industrial implementaron por sí solas.

Conocer las afectaciones que trajo consigo una pandemia y comprender la importancia que se le da a algunos aspectos como: la correcta implementación de los protocolos y las repercusiones a las ventas de la empresa.

## II. MARCO TEÓRICO

Un año de COVID-19 en México: así afectó a las empresas

Con una caída del 8.5% del PIB en 2020, la peor desde 1932, la crisis económica se ha dejado sentir en, prácticamente, todos los sectores. Si bien el boom del comercio electrónico o las compras de productos básicos hicieron crecer a compañías como las cadenas de supermercados o empresas como Bimbo o Cuervo, 2021 será difícil aún. Este es un recuento, por sectores, de cómo ha golpeado la pandemia a las empresas.

[1]

Los estragos del coronavirus en el sector industrial

El sector industrial mexicano, el cual mostraba una desaceleración desde finales de 2018, registra importantes impactos derivados de la afectación sanitaria del Covid-19. En ese sentido, estimamos que las emisoras que conforman dicho sector presentarán las mayores afectaciones durante la próxima temporada de reportes al segundo trimestre del año.

El sector industrial en México, como se mencionó, se encuentra enfrentando los efectos de la crisis sanitaria y, debido que aún se vislumbra mucha incertidumbre y los efectos de la actual pandemia aún son desconocidos, esperamos que la debilidad en este sector económico se prolongue durante el resto del año, con graduales y ligeras recuperaciones a partir del próximo

El conglomerado Alfa publicó sus resultados al final de la jornada del 16 de julio, como esperábamos, se enfrentó a un trimestre sumamente complejo impactado por el desfavorable desempeño de todas sus subsidiarias. Nemark, encargada de proveer soluciones de aligeramiento para la industria automotriz, fue la subsidiaria que presentó las mayores afectaciones debido al cierre de la mayoría de sus plantas armadoras por las medidas de confinamiento, así como a la profunda y generalizada caída en la producción vehicular.

[2]

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Tipo de estudio a realizar

Se toman en cuenta dos tipos de investigación para la elaboración de este proyecto, pensando en la relevancia y aplicación. La primera de ellas es la investigación aplicada, ya que se quiere diseñar y elaborar un protocolo de respuesta a fenómenos de la salud pública. También es una investigación cuantitativa porque se utiliza una encuesta para la recolección de datos y aplicar análisis estadísticos para sacar conclusiones. La investigación

cuantitativa es una estrategia de investigación que se centra en cuantificar la recopilación y el análisis de datos. Incluyendo la investigación cualitativa dado que conoceremos las estrategias de fueron implementadas por el sector salud, igualmente como las reacciones y nuevos procesos que las altas gerencias se vieron obligados a modificar.

#### B. Población y Muestra

Con una población de 140 empresas de sector industrial, proporcionado por CANACINTRA (Cámara Nacional de la Industria de la Transformación), se obtuvo una muestra de 72 empresas, por medio de una calculadora de muestras online llamada Netquest.

#### C. Descripción del instrumento

Se decidió la aplicación de una encuesta, con el fin de saber la opinión de gerentes y/o empleados sobre cuestiones relacionadas con el proceso de adaptación a las nuevas estrategias. Está compuesto por afirmaciones, que abordan todas las variables trabajadas, con una escala de “Muy importantes” hasta “Sin importancia”.

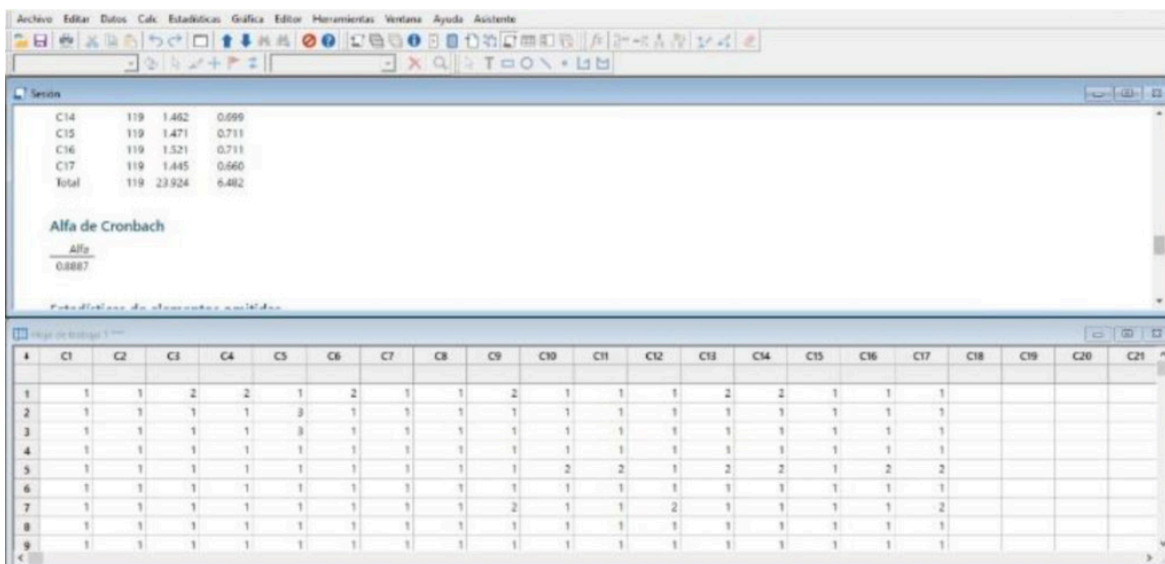
#### D. Procedimiento de manejo estadístico de información:

La información recolectada fue mediante encuestas aplicadas en línea, distribuidas por la aplicación de GOOGLE Forms.

El programa Minitab medirá el Alfa de Cronbach, que es un coeficiente que sirve para medir la confiabilidad del instrumento, lo que garantiza que el instrumento mide lo que pretende medir, como lo indica la consistencia en las respuestas.

Alfa de Cronbach: Un valor de 0.88 que indica ser favorable y mide una relación fuerte entre las respuestas obtenidas y demuestra que hay confiabilidad alta en los resultados. Ver Figura 1.

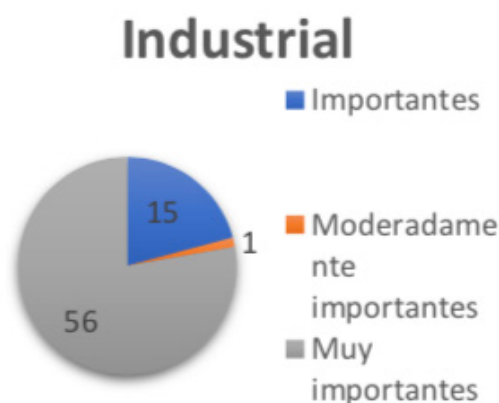
Figura.1 Alfa de Cronbach en Minitab



## IV. RESULTADOS

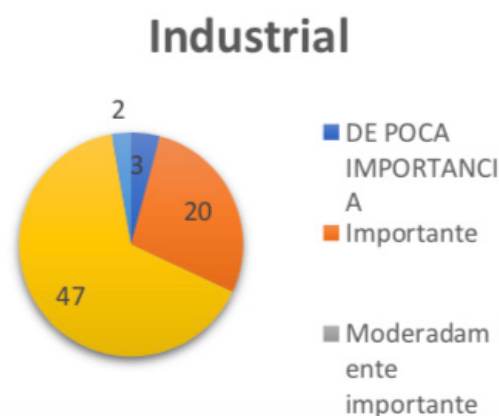
Tomando en cuenta las afirmaciones más relevantes y con mayor impacto en las empresas, analizaremos los resultados de las encuestas aplicadas a los gerentes y trabajadores de las empresas industriales de Monclova y la región.

1. El cumplimiento a los protocolos implementados y regulados por las autoridades sanitarias, son:



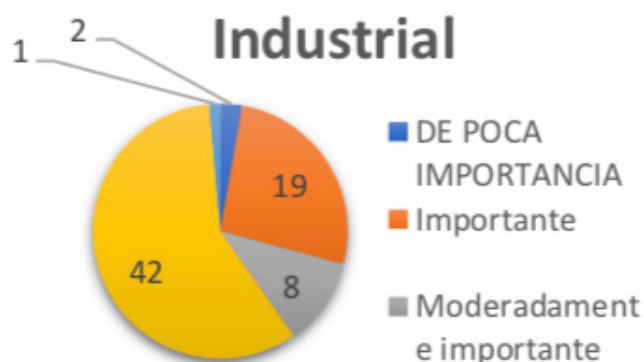
El 77.77% de las empresas industriales de Monclova y la región indican que es muy importante tener en cuenta el correcto cumplimiento a los protocolos implementados por las autoridades sanitarias, que a su vez son igualmente regulados por ellas. Mientras el 20.83% solo ven estos mismos protocolos de sanidad, importantes para su entorno laboral como empresa, por último, solo 1.38% indica son moderadamente importantes la regulación, aplicación y cumplimiento de los protocolos.

2. Durante el periodo de la pandemia, que tan importante ha sido procurar el bienestar mental-emocional de los empleados (se refiere a acciones dirigidas a el manejo del estrés, preocupación, temor a...)



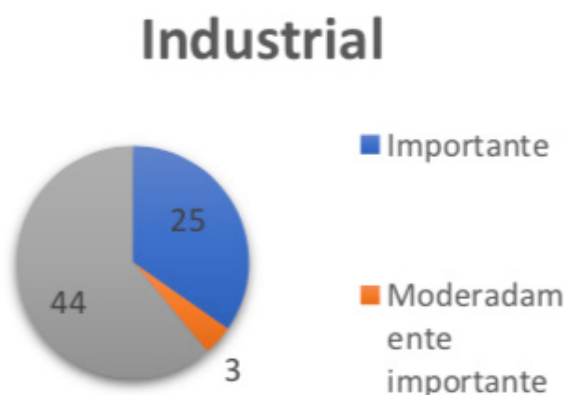
Es de suma importancia para el 65.27% ayudar con las preocupaciones, tanto personales como laborales, como: manejo del estrés y temor a diferentes situaciones, como a la que actualmente enfrentamos, como una pandemia. Para un 27.7% solo es considerado importante reforzar y dar relevancia a estas situaciones, ya que así mantendrían un ambiente de trabajo agradable y con mínimo de problemas. Durante la pandemia para un menor número de 6.7% indican que no es de importancia o tiene poca relevancia alguna el atender o procurar acciones para el empleado que lo necesita, más que los protocolos de sanidad.

3. Mencione cuáles mecanismos de seguimiento se realizaron:



Para la mayoría de las empresas fue importante el monitorear a sus empleados con diferentes actividades, no solo teniendo en cuenta las afectaciones y gerencial que se veían venir por causa de la pandemia y la cuarentena si no también pensar en el riesgo a la integridad física-mental de los trabajadores. Solo el 22.22% de estas pensaron en el bienestar mental-emocional de los empleados, incluyendo a sus protocolos de sanidad, otras medidas como: Platicas de motivación, atención telefónica a empleados las 24 horas, ayuda psicológica con expertos en el tema, llegar a acuerdos que beneficiaran a ambos lados en caso de no poder asistir por temor al contagio, correos de motivación y clases del manejo emocional. Un 16.66% no conocen que métodos se puedan incluir o no se aplicó nada pensando en sus empleados. Mientras que el resto en mayor puntaje con el 61.11% indica que solo se siguen las medidas y protocolos de salud y el gobierno como: Usar cubrebocas, mantener la sana distancia y ambientes sanitizados.

4. ¿Como considera que ha sido el Impacto en las ventas provocado por la pandemia COVID-19?

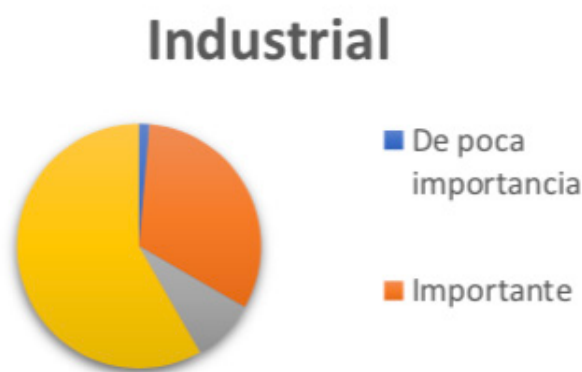


El impacto de las ventas provocado por la pandemia se consideró de grado importante para el 84.44%, dando así que la pandemia afecta de mayor grado a la mayoría de las empresas. Mientras que para un 15.27% solo fueron en de mediana y poca importancia el impacto en las ventas a raíz de la pandemia.

5. Diseñar e implementar mecanismos de respuesta a la contingencia COVID 19, es:

El 61.11% tienen como prioridad diseñar e implementar mecanismos de respuesta ante fenómenos de salud. Por otro lado, el 38.89% considera que podrían diseñar e implementar estos mecanismos. Se infiere que el 99% de la población se comprometerá a diseñar y aplicar mecanismos de respuesta ante fenómenos de salud pública en su empresa

6. ¿Qué tan importante considera el conformar equipos para la toma de decisiones en cuanto a las actividades de trabajo con la finalidad de hacerlas de manera más segura y efectiva?



Con una respuesta del 60% de la población de los trabajadores encuestados, consideran que es de suma importancia para la toma de decisiones de las actividades de trabajo hacerlas en equipo, para así realizarlas de una manera más segura y efectiva. Mientras que solamente el 39% de la otra parte encuestada opina que de igual manera es relevante, pero en menor porcentaje. Por otro lado, solamente el 1% respondió que no tiene nada de relevancia dicha actividad para su seguridad y la buena realización de tareas correspondidas.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La pandemia es y seguirá siendo un tema de impacto mundial, afectando a grandes y medianas empresas, actualmente con su llegada, se vieron obligadas a cambiar su definición de contingencia. Analizamos las diferentes estrategias de diversas empresas del sector industrial, con la aplicación de encuestas, se pudo conocer y analizar los protocolos propuestos por las gerencias y como se adaptaron a los lineamientos de salud pública que fueron implementados en general por el gobierno.

Contemplar no solo los problemas de salud derivados de la pandemia, sino también los problemas socioeconómicos que llegan con la falta de empleados, incapacidades, cierres temporales o totales, cambios de políticas de proveedores, ya que más del 80% en el sector industrial vieron un impacto muy importante en sus ventas, donde no se genera ventas no existen las ganancias, toda una cadena de situaciones que afecta la economía de una empresa y pagos a sus trabajadores.

Parte del proyecto fue conocer estos protocolos para así elaborara un plan de respuesta inmediata a una contingencia del mismo impacto, pensando en todos los factores que repercutieron con mayor impacto como: las medidas de protección a salud, destinar fondos de reserva para la compra de insumos y pagos a los empleados. Un plan de respuesta que contenga también acciones para la vigilancia y el seguimiento de todas las fases y garantizar la correcta aplicación. Etapa1: Consiste en la recopilación y fundamentación de información sobre el fenómeno de salud pública presente, se debe de dar una rápida difusión de la información, esta debe ser obtenida de fuentes confiables como Ministerios de Salud, Trabajo, Organización Mundial de la Salud, etc. Etapa2: La empresa debe

destinar fondos de reserva en caso de que en algún momento se le presente la necesidad de recursos financieros para cubrir los gastos que se requieran, por ejemplo; insumos, gastos operacionales, cubrir deudas, implementación de plan de contingencia, etc. Etapa 3: Conocer y priorizar el plan de salud ocupacional y de seguridad industrial de los trabajadores en medio de la contingencia, para este punto la empresa deberá identificar los riesgos que puedan obstaculizar la realización de actividades. Etapa 4: Revisar de manera periódica el correcto cumplimiento de cada etapa, así como las medidas de prevención aplicadas anteriormente, para la evaluación de las estrategias se requiere recopilar información de: indicadores de contagios e indicadores producción.

#### **8. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)**

Agradezco a el Instituto Tecnológico Superior de Monclova por brindarme el apoyo para realizar las investigaciones y concluir con éxito el proyecto, así como a las Dra. Sandra Lilia Jasso Ibarra, asesora de este proyecto.

#### **REFERENCIAS**

- [1] R. Expansion, «Un año de COVID-19 en México: así afectó a las empresas,» Expansion , p. 1, 2021.
- [2] A. Jaimes, «Los estragos del coronavirus en el sector industrial,» El Economista , p. 1, 2020.

# ESTRATEGIAS DEL SECTOR EMPRESARIAL INDUSTRIAL PARA RESPONDER A LA CRISIS EN LA PANDEMIA COVID 19 EN EL EJERCICIO 2020.

Erika Paola García Castilla  
Tecnológico Nacional de México Campus Monclova  
Carretera 57 km 4.5 Col. Los 90 S 25733 Monclova, México  
*G18050226@monclova.tecnm.mx*

Sandra Lilia Jasso Ibarra  
Instituto Tecnológico Superior de México Carretera 57 km 4.5  
Col. Los 90 S 25733 Monclova, México.  
*sandra.ji@monclova.tecnm.mx*

Resumen — En el presente trabajo de investigación se llevó a cabo la implementación y el diseño de distintas incógnitas, respondiendo así acerca de cómo opinan los trabajadores de empresas industriales acerca del manejo que llevan en sus actividades en la actual pandemia, y como sobrellevaron la misma. Además de llevar a cabo un análisis de los resultados obtenidos de las distintas estrategias que implementaron las empresas durante la emergencia COVID 19 y las diferentes maneras en como las manejaron. Tomando en cuenta así las opiniones de los empleados para ver las distintas variables de como pensaron acerca de estos cambios. Muchas empresas tienen varias maneras de reaccionar a los cambios, y así veremos esas maneras en que lo hicieron.

Palabras clave — Protocolo, Pandemia, Industriales.

Abstract — In the present research work was carried out the implementation and design of different unknowns, responding as well as on how the workers of industrial companies think about the management that they carry out in their activities in the current pandemic, and how they coped with it. In addition to carrying out an analysis of the results obtained from the different strategies implemented by the companies during the COVID 19 emergency and the different ways in which they handled them. Taking into account the opinions of employees to see the different variables of how they thought about these changes. Many companies have various ways of reacting to change, and so we'll see those ways in which they did.

Keywords — Protocol, Pandemic, Industrial.



## I. INTRODUCCIÓN

La rápida propagación del COVID-19 provocó la peor crisis sanitaria del último siglo a nivel mundial, haciendo temblar a los sectores industriales. Casi un año después del inicio del virus prácticamente todas las empresas del mundo se han visto afectadas por el mismo, pero el desempeño ha sido muy variable. Las distintas empresas del sector de Monclova y Frontera se han visto a la necesidad de aplicar distintas actividades con tal de mejorar el desempeño de los trabajadores y sobre todo no llegar a cerrar como les sucedió a muchas empresas en el transcurso de la pandemia. Las estrategias varían, van desde minimizar o exagerar las actividades que se emplean, tomando todas las medidas necesarias para evitar la propagación del virus, asegurando así el bienestar de sus empleados. Se aplicaron distintas preguntas para los empleados de distintos giros de empresas de la ciudad, obteniendo así variantes en sus respuestas lo que nos da como resultado distintas opiniones acerca de cuáles son sus opiniones respecto al manejo de la empresa en la presente pandemia.

### Objetivos Generales

Diseñar y elaborar un protocolo de respuesta empresarial a fenómenos de salud pública basado en el análisis de los resultados de las estrategias implementadas durante la emergencia Covid-19

### Objetivos específicos

- Analizar las estrategias implementadas por el sector empresarial industrial con la llegada de una pandemia de afectación mundial.
- Conocer las afectaciones que la pandemia trajo consigo al sector industrial
- Comparar el plan de respuesta ante contingencias de salud con la presente pandemia a la primera del H1N1 del 2009-2010.

## II. METODOLOGÍA

Se llevó en distintas empresas diferentes métodos proporcionados por la Secretaría de Salud, en donde comenta distintas actividades para regular los contagios ocasionados por el COVID 19, para que así el transcurso en la estancia laboral sea más fácil de controlar y sobre todo más seguro. [1]

Se aplicó una encuesta con preguntas relacionadas acerca de cómo las distintas empresas llevaron a cabo el control del virus en su área de trabajo, y que opinaban los empleados respecto a eso. Contamos con diversas empresas de la región centro del estado de Coahuila, con una muestra de la población en la cual brindó el dato de la población la Canacintra Monclova, en donde nos dio el rango de población a la que encuestamos. Con una población de 140 empresas del sector industrial afiliadas a la misma, utilizando una calculadora de muestra significativa de organizaciones, dando así un 90% de confianza y un 10% de error, la muestra fue de 50 industrias. [1]

Como métodos de investigación se utilizó tipo cuantitativa por las encuestas que se aplicaron y la contabilización de las respuestas obtenidas. Además de ser una investigación aplicada en base de los resultados se diseñó un protocolo de respuesta a los fenómenos de la salud pública. Los datos que se recolectaron fueron analizados en el programa Minitab 18, se obtuvo un 0.88 en el alfa de Cronbach. Lo que nos da a entender que el resultado obtenido es confiable.

Fig. 1. Estadístico Alfa de Cronbach

Variable	N	Suma	Alfa
C14	119	1.462	0.699
C15	119	1.471	0.711
C16	119	1.521	0.711
C17	119	1.445	0.660
Total	119	23.924	6.482

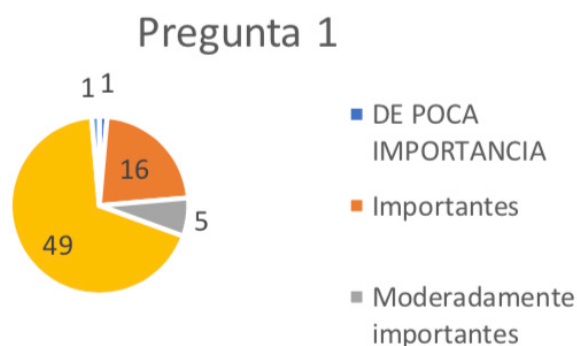
Alfa de Cronbach	
Alfa	0.8887

### III. RESULTADOS

1. El cumplimiento a los protocolos implementados y regulados por las autoridades sanitarias, son:

El 77.77% de las personas encuestadas indican que es muy importante tener en cuenta el correcto cumplimiento a los protocolos implementados por las autoridades sanitarias, lo cual nos da a entender la importancia que tienen los empleados de acuerdo a las actividades que realiza la empresa, dándoles a entender que se preocupan por su seguridad.

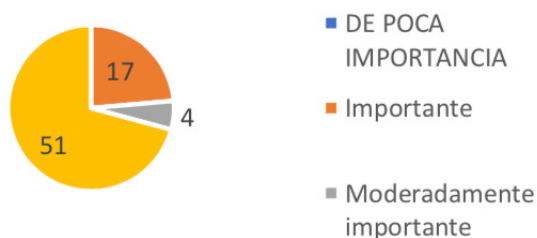
Mientras el 20.83% solo ven estos mismos protocolos de sanidad, importantes para su entorno laboral como empresa, y además, solo 1.38% indica son moderadamente importantes la regulación, aplicación y cumplimiento de los protocolos, lo cual puede de cierta manera debe de preocupar a la empresa, para poder mejorar en el aspecto que la salud del trabajador es importante y que ellos lo entiendan



2. Realizar mecanismos de seguimiento a las acciones anteriores es:

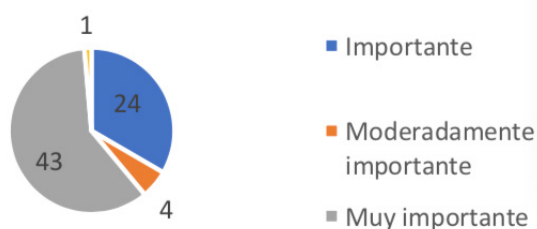
Un 93.05% del total de nuestras empresas encuestadas indica que es muy importante el realizar mecanismos de seguimiento a los protocolos sanitarios y acciones de bienestar físico a los empleados para así garantizar el correcto funcionamiento de estos. Mientras que para el 5.5% solo se considera medianamente relevante la inspección y seguimiento de las acciones anteriores, lo cual no le dan tanta relevancia a este tipo de actividades que realiza la empresa para el bienestar de su personal. El realizar seguimiento de los protocolos y acciones no tiene importancia para el 1.83% de las empresas industriales de Monclova y la región.

### Pregunta 3



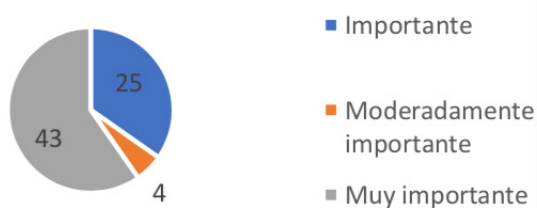
3. En base a su experiencia considera que, para los trabajadores, seguir protocolos de salud, es: Con un mayor porcentaje de 70.83% las empresas dan a conocer que para ellos y los trabajadores es muy importante en base a la experiencia seguir los protocolos de salud, ya que les interesa su propio bienestar y además consideran de gran importancia que la empresa siga con las medidas necesarias para su salud. Mientras que para el 23.61% es solo relevante el seguir estos protocolos sanitarios ya que no le dan la importancia que se merece. Para los trabajadores en un porcentaje de 5.5% indican que es moderadamente importante seguir las indicaciones de salud pertinentes de la empresa, lo cual se debe de considerar por que sin la ayuda de estos trabajadores se podrían originar contagios de acuerdo a su descuido.

### Pregunta 2



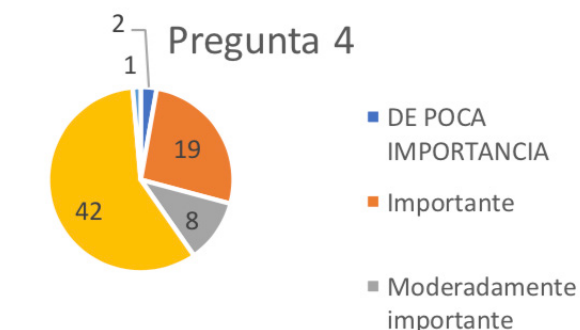
4. Como considera que ha sido el Impacto en las ventas provocado por la pandemia COVID-19 El impacto de las ventas provocado por la pandemia se consideró de grado importante para el 84.44% de las empresas, dando así que la pandemia afecta de mayor grado a la mayoría de las empresas. Mientras que para un 15.27% solo fueron en de mediana y poca importancia el impacto en las ventas a raíz de la pandemia, lo cual da entender que para distintas empresas no tuvieron que pasar por pérdidas o pocas ganancias de acuerdo al impacto que tuvo el COVID-19 en el sector industrial.

### Pregunta 5



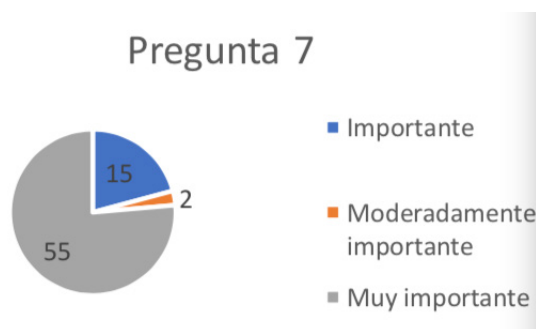
5. Tener una visión clara del segmento al que atiende la empresa, es:

Para el 59.72% de las empresas es muy importante tener en claro el segmento al que la empresa va dirigida, de tal manera que la empresa las pueda atender mejor, ofreciéndole a cada uno de ellos un producto o servicio adecuado. Mientras para que el 40.27% solo es moderadamente relevante conocer la segmentación de mercado de la empresa y así poder dividir a sus clientes por necesidades y especificaciones.



6. Sensibilizar a los empleados con respecto a la aceptación de los cambios necesarios para continuar las operaciones de la empresa en tiempos de pandemia, es:

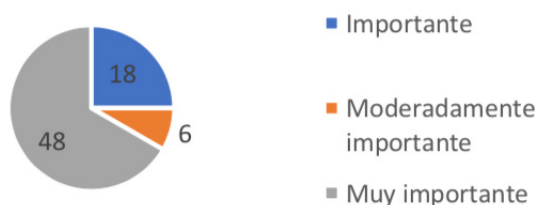
El 76.38% de las empresas está perfectamente de que sus empleados entienden la manera de operar dentro de la empresa en tiempos de pandemia, ya que de acuerdo a la situación que nos encontramos actualmente es necesario recalcar a los empleados la importancia que tienen los distintos cambios que se realizan para el bienestar de los mismos. Mientras que 23.61% de las empresas acepta que sus empleados se les brinda la información necesaria para operar durante una pandemia. Si sumamos estos valores se infiere que el 99% de la población conoce la forma de actuar para informar a sus empleados de como operar en tiempos de pandemia, además de que logran que estos entiendan el nivel de gravedad de la situación.



7. El tener disposición para asumir el aumento de los costos de las operaciones de trabajo influidos por la pandemia, es:

El 66.67% de la población de las empresas están dispuestas a asumir el aumento de los costos que conlleva un fenómeno de salud pública a nivel global en el cual afecta a la mayoría de las personas en distintos aspectos. Mientras tanto el 33.33% de las empresas evaluará los aumentos de costos antes de asumirlos, para así tener un mejor control de los costos de las operaciones y poder sobrellevar a cabo la pandemia. Se infiere que el 99% de la población de las empresas tienen la disposición de asumir el aumento de costos de manera que estos no sean un riesgo para las empresas.

## Pregunta 7



### IV. CONCLUSIONES

A lo largo de la investigación llevamos a cabo la elaboración de preguntas, respondiendo así las incógnitas que teníamos acerca de cómo pensaban y que opinaban los trabajadores de las actividades que realizaron sus empresas para sobrellevar la actual pandemia.

A raíz de esto nos encontramos que distintas empresas manejan y llevan a cabo diferentes actividades para poder sobrellevar la actual pandemia, utilizando diferentes estrategias que se acoplen más que nada a sus necesidades para que sean funcionales para ellos.

Los distintos protocolos que se encontraron van desde la sanitización de los aparatos de trabajo, el uso frecuente de gel anti bacterial, lavado de manos, implementan cabinas de sanitización al momento de ingresar a la empresa, toma de temperatura y sobre todas las cosas el uso obligatorio de cubre bocas en todo momento. Es importante concientizar a los trabajadores sobre los riesgos a los que se pueden estar expuestos y como controlarlos, ya que se trata de su propia vida. Además de saber la opinión de los trabajadores respecto al tema para así poder diseñar distintas actividades que permitan que el trabajador se sienta seguro y confiable, asegurando la calidad del trabajo y la satisfacción de los mismos.

### V. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Monclova por las facilidades y el apoyo otorgado de la Doctora Sandra Jasso para la realización de la estancia de verano.

### REFERENCIAS

- [1] S. D. SALUD, «GOBIERNO DE MÉXICO,» [En línea]. Available: <https://www.gob.mx/salud>. [Último acceso: 10 07 2021].
- [2] CANACINTRA, «CANACINTRA,» [En línea]. Available: <https://canacintra.org.mx/camara/>. [Último acceso: 12 07 2021].

## ANÁLISIS DEL TRANSCRIPTOMA DE LA INTERACCIÓN AGUACATE-INDUCTOR-FITOPATÓGENO

Miriam Itzel Castañeda Rodríguez

Universidad Autónoma de Aguascalientes Av. Universidad # 940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.  
*trabajosalvador@gmail.com*

Luis Ángel Xoca Orozco

Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón  
Blvd. del Valle 2301, Guardarrayas, 36425 Guanajuato, Gto.  
*luis.xo@purisima.tecnm.mx*

Resumen — Se extrajeron datos de bibliografía y de bases de datos para conocer la expresión genética diferencial, las proteínas sintetizadas y las rutas metabólicas de dichas proteínas. Se encontró que las proteínas que más se sintetizan fueron: glutatión *s*-transferasa, peroxidasa, catalasa 2 y proteína quinasa activada por mitógenos. Mientras que las principales rutas metabólicas fueron: de la porfirina y la clorofila, de la biosíntesis flavonoides y de la vía de señalización MAPK. Se concluye que el inductor desencadena cambios moleculares y bioquímicos que están directamente o indirectamente relacionados con la defensa del fitopatógeno en el fruto.

Palabras clave — elicitador, quitosano, aguacate Hass, sistema de defensa.

Abstract — Data from bibliography and databases were extracted to determine the differential gene expression, the synthesized proteins and the metabolic pathways of these proteins. It was found that the most synthesized proteins were: glutathione *s*-transferase, peroxidases, catalases 2 and mitogen-activated protein kinase. While the main metabolic pathways were: porphyrin and chlorophyll, flavonoid biosynthesis and the MAPK signaling pathway. It was concluded that the inducer triggers molecular and biochemical changes that are directly or indirectly related to the defense of the phytopathogen in the fruit.

Keywords — elicitador, chitosan, Hass avocado, defense system.

## I. INTRODUCCIÓN

Las pérdidas de post-cosecha del aguacate infectado por *Colletotrichum gloeosporioides* son casi del 20% según Freeman et.al (1996) y Rodríguez-López et.al (2009) [1,2], mientras que el uso de funguicidas representa un factor de toxicidad ambiental y de salud [3]. Es por ello que se buscan alternativas como los elicitores los cuales promueven una respuesta al estrés biótico que evite el desarrollo de la enfermedad en el aguacate.

En el análisis del transcriptoma del aguacate Hass (*Persea americana*) [4], se realizó con los tratamientos de aguacate inoculados con el patógeno, con y sin quitosano a diferentes tiempos. Los resultados del estudio indicaron que la expresión diferencial fue más alta en los tratamientos de frutos infectados y con quitosano; mientras que los tratamientos infectados fueron los que presentaron una menor expresión diferencial. Además, los tratamientos con quitosano pero sin el patógeno presentaron una expresión diferencial de los genes relacionados con la respuesta al estrés al inicio de la aplicación del quitosano [3].

Así que, teniendo en cuenta que existe una expresión diferencial en múltiples genes en la interacción aguacate-patógeno-elicitor, este trabajo pretende exponer las rutas metabólicas que se desencadenan en dicha interacción, analizando la interacción bioquímica y molecular de la aplicación del quitosano como elicitador en el aguacate Hass (*Persea americana* Mill) cuando está infectado por el fitopatógeno *C. gloeosporioides*, a través del uso de bases de datos de la expresión diferencial de genes en la interacción aguacate-patógeno-elicitor y el análisis de las rutas metabólicas en la base de datos KEGG [5].

## II. MARCO TEÓRICO

En el reino vegetal existen tres tipos de estrés; el biótico que es provocado por agentes biológicos como: bacterias, virus, hongos, nematodos, ácaros, insectos, mamíferos y otros animales herbívoros; el abiótico que es producido por factores ambientales y el estrés provocado por el humano como la contaminación agroquímica [6]. En este sentido, las plantas se protegen a sí mismas produciendo algunos compuestos llamados metabolitos secundarios en respuesta al estrés. Y en el caso del estrés biótico, la síntesis de los metabolitos secundarios está controlado genéticamente en las interacciones huésped-patógeno [7].

Ante el estrés biótico, la planta responde ya sea en la construcción de barreras poliméricas a la penetración de patógenos como en la síntesis de enzimas que degradan la pared celular del patógeno [7]. Sin embargo, la producción de metabolitos secundarios podría ser costosa para la planta y limitar su crecimiento y la reproducción [7]. Por ejemplo, las fitoanticipinas son reconocidas como la primera línea de defensa química para los patógenos [7], pero su producción implica sintetizar todo un sistema enzimático que puede tardar dos o tres días [8], y en consecuencia su producción consume mucha energía y carbono [9].

### A. Clasificación de los metabolitos secundarios

Los metabolitos secundarios se clasifican en terpenos, fenólicos y compuestos que contienen nitrógeno (N) y azufre (S) [7]. Los terpenos son la clase más grande, son de origen biosintético común de acetil-coA o intermediarios glucolíticos [10].

Los sesquiterpenos, con 15 átomos de carbono, se encuentran los costunólidos son agentes antiherbívoros de compuestos familiares. El ácido abscísico (ABA), otro sesquiterpeno responde al estrés hídrico mediante la modificación de las propiedades de la membrana [11] y actúa como un activador transcripcional [12]. El segundo tipo en la clasificación de los metabolitos secundarios, son los compuestos fenólicos. Se caracterizan por tener un grupo fenol; un grupo funcional hidroxilo en un anillo aromático. La cumarina está involucrada en los mecanismos contra insectos herbívoros y hongos y se deriva de la vía del ácido shikímico. Son los derivados de cumarina halogenados funcionan muy eficazmente para inhibir el crecimiento de hongos y bacterias [7]. La lignina es otro tipo de fenol, dentro de los fenilpropanoides. Es un polímero altamente ramificado. Las lignificaciones no sólo



evitan el herbivorismo sino que también bloquean el crecimiento de patógenos y son una respuesta frecuente a infecciones [13]. Los taninos tienen propiedades de resistencia a enfermedades en ciertas plantas, por ejemplo, los ácidos proantocianidinas, y clorogénicos previenen la enfermedad de la roya en las cebollas, causada por el hongo *Colletotrichum circinans*. También previenen la germinación de esporas y el crecimiento de hongos [14]–[16].

#### *B. Mecanismo de defensa y los elicitores*

El mecanismo de defensa de las plantas no sólo radica en la síntesis de metabolitos secundarios, sino también involucra el reconocimiento de ciertas sustancias específicas de un patógeno. Se cree que estos receptores se sintetizan a partir de genes de resistencia, conocidos como genes R, los cuales se activan en la presencia de hongos, bacterias y nematodos en la planta [7]. Estas sustancias específicas del patógeno que alertan a la planta de su presencia se les llama inductores, se encuentran en la pared celular, en la membrana externa o como sustancias secretadas. Tienen una naturaleza química diversa; pueden ser proteínas, péptidos, lípidos u oligosacáridos producidos por la degradación de la pared celular de los hongos por las enzimas vegetales que el hongo causa en las plantas [7].

Luego que los elicitores sean reconocidos por ciertas proteínas en la membrana, se aumentan la señal de transcripción de moléculas de ARNm que codifican enzimas que sintetizan las fitoalexinas [7]. En el caso de las proteínas que codifican para los genes R son proteínas ricas en leucina [17], Por ejemplo, el ácido  $\gamma$ -amino-butiúrico es un inductor de resistencia a enfermedades en *Arabidopsis* contra el hongo *Hyaloperonospora arabidopsis* [18] y la bacteria *Pseudomonas syringae* [7].

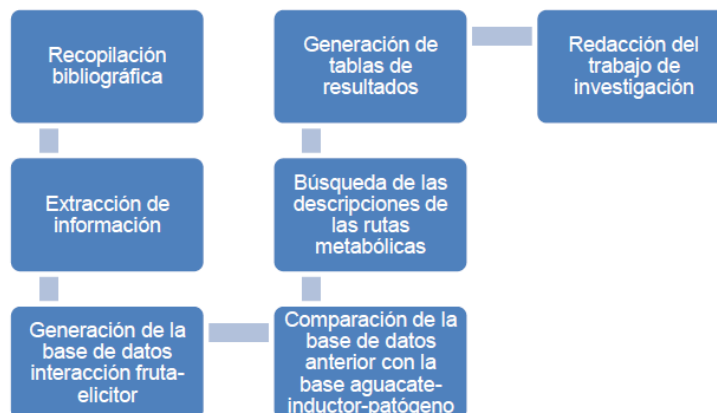
Otro mecanismo de defensa propio de las plantas es la resistencia sistémica adquirida (SAR, por sus siglas en inglés) que ocurre en sitios distantes de las respuestas inmunes primarias y secundarias, protegiendo a las plantas del ataque posterior de patógenos. La SAR es eficaz contra una amplia gama de patógenos y depende de varias fitohormonas que incluyen ácido salicílico, ácido jasmónico, etileno y ácido abscísico o combinaciones de los mismos según [19], [20]. El resultado de la SAR es la expresión de genes de defensa en los tejidos infectados, como el aumento de expresión de genes como los PR, y de los que se destacan: PR-5, fenilalanina amoniaco liasa (PAL) y deficiencia de fitoalexina 4 (PAD4) [21].

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación bibliográfica y bioinformática consistió en las siguientes etapas:

- a) Recopilación de información bibliográfica. Se trabajó en la búsqueda de diferentes artículos científicos y búsqueda de descripción de genes.
- b) Se extrajo información del artículo de Cuellar Torres et.al (2021) [22] para la generación de una base de datos sobre la interacción fruta-elicitor en la activación del sistema de defensa. Dicha base de datos fue comparada con la base de datos de la expresión diferencial de la interacción aguacate-inductor-patógeno generada por Xoca-Orozco et.al (2017) [3].
- c) Se realizó la búsqueda de las descripciones de las rutas metabólicas implicadas en la interacción aguacate-inductor-patógeno en la base de datos KEGG (KEGG PATHWAY Database).
- d) Y finalmente, se generó una tabla con las proteínas principales en la interacción fruta- elicitor, una tabla con las principales proteínas en la interacción aguacate-inductor- patógeno. Y una sobre las rutas principales en dicha interacción.

Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología llevada cabo



#### IV. RESULTADOS

Se realizó una tabla con la interacción aguacate con el patógeno y el elicitor con base al artículo de los datos obtenidos en [3], así como en la búsqueda de información, así como con los datos del artículo en revisión de Cuellar-Torres et al [22] sobre la respuesta molecular de la interacción fruto-patógeno. En la Tabla 1. se muestra la información resumida de los compuestos resultantes de la interacción fruto patógeno siendo las familias de proteínas más citadas en el estudio de revisión son proteínas relacionadas con la patogénesis (PR), la de especies de oxígeno reactivas (ROS), así como enzimas diversas. Mientras que se destacaron los principales reguladores de crecimiento y los factores de transcripción.

Tabla 1. Algunos genes involucrados en la Interacción planta-elicitador, de acuerdo con Cuellar-Torres et al (2021)

Familia	ID
PR	PR-1
	GLU
	CHI
ROS	SOD
	POD
	CAT
Enzimas	PAL
	PPO
	SOD
Reguladores de crecimiento	ET
	JA
	ON
Factor de transcripción	ERF
	MYB34 y
	MYB51
	WRKY

Simbología: PR-1 (proteína relacionada con la patogénesis), GLU (glucanasa), CHI (quitinasas), SOD (superóxido dismutasa), POD (peroxidasa), CAT (catalasa), PAL (fenilalanina amonio-liasa), PPO (polifenol oxidase), ET (etileno), JA (jasmonato), ON (óxido nítrico).

Una vez extraído los diferentes compuestos (proteínas, enzimas, reguladores de crecimiento, factores de transcripción, entre otros), mostrados anteriormente, se obtuvo las proteínas, los genes que las codifican en el fruto

del aguacate Hass (*Persea americana* Mill), así como su gen homólogo de *A. thaliana*. En la Tabla 2 se muestran los unigenes que presentan una expresión diferencial, en la interacción fruto-elicitor-fitopatígeno, y una homología mayor al 0.89 con genes de *Arabidopsis thaliana*, que es considerada una planta modelo; unigenes que codifican a proteínas de la familia del glutatión s-transferasa, superfamilia de peroxidasa, catalasa 2 y proteína quinasa activada por mitógenos.

Tabla 2. Interacción aguacate-inductor-patógeno

Familia	id_gen	Proteína	id_Arab
Especies de oxígeno reactivas	UN73163	proteína de la familia de la glutatión s-transferasa	AT5G42150
	UN36191		AT4G19880
	UN14520		AT5G42150
	UN02247	proteína de la superfamilia de peroxidasa	AT4G21960
	UN82034		AT3G01420
	UN13261		AT4G21960
	UN03583	peroxidasa de ascorbato 2	AT3G09640
	UN31667	peroxidasa de ascorbato 6	AT4G32320
	UN44678	peroxidasa de ascorbato 1	AT1G07890
	UN53463	catalasa 2	AT4G35090
	UN27383		AT4G35090
	UN08453		AT4G35090
Enzimas	UN57510	proteína quinasa quinasa quinasa 7 activada por mitógenos	AT3G13530
	UN68360	proteína quinasa quinasa quinasa 3 activada por mitógenos	AT1G53570
	UN63877	proteína quinasa quinasa quinasa 7 activada por mitógenos	AT3G13530

Se destaca el metabolismo de los fenoles y fenilpropanoides, ya que fueron varias las proteínas que están implicadas en este; Ligasa 4-cumarato-CoA (4CL), isomerasa de calcona (CHI), sintasa de calcona (CHS), Cinamato-4-hidroxilasa (C4H), Cinamoil-CoA reductasa (CCR), Cinamil alcohol deshidrogenasa (CAD), dihidroflavonol 4-reductasa (DFR), flavanona 3-hidroxilasa (F3H), y flavonol sintasa (FLS).

Tabla 3. Rutas metabólicas de la interacción aguacate-inductor-patógeno

Proteína	Entrada	Nombre
ascorbato peroxidasa 1 ascorbato peroxidasa 2 ascorbato peroxidasa 6	map00860	Metabolismo de la porfirina y la clorofila
proteína quinasa dependiente de calcio 16 proteína quinasa dependiente de calcio 19 proteína de la familia de las proteínas quinasa dependientes del calcio	map04626	Interacción planta-patógeno
catalasa 2	map00860	Metabolismo de la porfirina y la clorofila
	ko00380	Metabolismo del triptófano
	ko00630	Metabolismo de glioxilato y dicarboxilato
	ko01200 ko04146	Metabolismo del carbono Peroxisoma
Proteína quinasa activada por mitógenos (MAPK)	map04010	Vía de señalización MAPK
	map04016	Vía de señalización MAPK – planta
peroxidasa (POX)	map00860	Metabolismo de la porfirina y la clorofila

Como archivo adjunto a este reporte se entrega un formato excel con la tabla conteniendo toda la información recopilada.

## V. DISCUSIÓN

De acuerdo con lo mostrado en la Tabla 1, que el elicitor desencadena una serie de cambios moleculares y bioquímicos en los frutos. Ya que un elicitor se caracteriza por desencadenar la activación del sistema de defensa de la planta y se ha encontrado a partir de análisis genómicos y proteómicos la relación que tiene en las rutas metabólicas de defensa en las plantas [36].

En la Tabla 2 se observa que el quitosano es no sólo responde a una expresión diferencial en su genoma en la presencia de quitosano, patógeno o patógeno y quitosano [3], sino que además, la expresión genética promovida por el quitosano desencadena actividades metabólicas características de un inductor, que son [36]. Aunque en la tabla se muestran las principales proteínas, las cuales tiene una similitud alta a los genes homólogos de *A. thaliana*, no todos presentaron una similitud alta.

Como se observa en la Tabla 3., las principales rutas metabólicas y que la mayoría se sabe claramente que tiene una relación directa con el mecanismo de defensa de las plantas. En el caso de la interacción planta-patógeno y “Vía de señalización MAPK” este es un sistema complejo de defensa contra los patógenos invasores en el que se activa la inmunidad por receptores de reconocimiento de la superficie celular, luego da lugar a la inmunidad activada por PAMP y la vía de señalización de MAPK que activa genes de defensa para compuestos antimicrobianos. Una respuesta secundaria se activaría por efectores y proteínas R [21]. En este sentido, partir de la activación de los unigenes UN57510, UN68360 y UN63877 de *P. americana* Mill se sintetizan proteínas quinasa activada por mitógenos las cuales participan en el mecanismo y en la “Vía de señalización MAPK”. Mientras que proteínas quinasa dependiente de calcio también están involucradas en el proceso de interacción planta patógeno [21] [22].

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La interacción aguacate-inductor-fitopatógeno analizada por medio de datos moleculares, proteómicos y de las rutas metabólicas implicadas, muestran que el quitosano es un inductor que favorece la respuesta del fruto cuando está infectado. Con los resultados expuestos se observa que el quitosano actúa como inductor de diferentes rutas metabólicas, inclusive en algunas rutas que en la bibliografía no se encuentran relacionadas con el mecanismo de defensa en plantas. Se sugiere realizar investigaciones sobre las implicaciones directas o indirectas del metabolismo de la porfirina y la clorofila en el sistema defensa de las plantas.

## VII. AGRADECIMIENTOS

Un muy especial agradecimiento al comité organizador de 23° Verano de Ciencia de la Región Centro, al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, a la UAA, a la encargada de la Divulgación Científica del Depto. De Apoyo a la Investigación de la UAA Yazmín Ramírez Rodríguez y al investigador del ITSPR Dr. Luis Ángel Xoca Orozco. Quienes, todos ellos, hicieron posible llevar a cabo esta valiosa estancia virtual de investigación.

## REFERENCIAS

- [1] S. Freeman, T. Katan, y E. Shabi, «Characterization of Colletotrichum gloeosporioides isolates from avocado and almond fruits with molecular and pathogenicity tests.», *Appl Environ Microbiol*, vol. 62, n.o 3, pp. 1014-1020, mar. 1996.
- [2] E. S. Rodríguez-López, J. M. González-Prieto, y N. Mayek-Pérez, «La Infección de Colletotrichum gloeos-

- porioides (Penz.) Penz. y Sacc. en Aguacatero (*Persea americana* Mill.): Aspectos Bioquímicos y Genéticos», *Revista mexicana de fitopatología*, vol. 27, n.o 1, pp. 53-63, ene. 2009.
- [3] K. J. Brent y D. W. Hollomon, *Fungicide Resistance in Plant Management: How Can It be Managed?* Brussels: Fungicide Resistance Action Committee 2007. 2007.
- [4] L.-Á. Xoca-Orozco et al., «Transcriptomic Analysis of Avocado Hass (*Persea americana* Mill) in the Interaction System Fruit-Chitosan-Colletotrichum», *Front. Plant Sci.*, vol. 8, p. 956, jun. 2017, doi: 10.3389/fpls.2017.00956.
- [5] «KEGG PATHWAY Database», KEGG: Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes. <https://www.kegg.jp/kegg/pathway.html> (accedido jul. 20, 2021).
- [6] M. Reigosa, N. Pedrol, A. Sanchez-Moreiras, y L. Gonzalez, *Stress and allelopathy. In allelopathy: from molecules to ecosystems*, eds., Reigosa M, Pedrol N, Enfield, New Hampshire: Science Publishers. 2002
- [7] M. Mazid, T. Khan, y F. Mohammad, «Role of secondary metabolites in defense mechanisms of plants», *Frontiers in Life Sciences: Basic and Applied*, vol. 3, n.o 2, pp. 232-249, 2011.
- [8] R. J. Grayer y J. B. Harborne, «A survey of antifungal compounds from higher plants, 1982–1993», *Phytochemistry*, vol. 37, n.o 1, pp. 19-42, ene. 1994, doi: 10.1016/0031-9422(94)85005-4.
- [9] R. Mauricio, «Costs of Resistance to Natural Enemies in Field Populations of the Annual Plant *Arabidopsis thaliana*», *The American Naturalist*, vol. 151, n.o 1, pp. 20-28, ene. 1998, doi: 10.1086/286099
- [10] T. C. Turlings, J. H. Loughrin, P. J. McCall, U. S. Röse, W. J. Lewis, y J. H. Tumlinson,
- [11] «How caterpillar-damaged plants protect themselves by attracting parasitic wasps», *Proc Natl Acad Sci U S A*, vol. 92, n.o 10, pp. 4169-4174, may 1995, doi: 10.1073/pnas.92.10.4169.
- R. Van Steveninck y M. Van Steveninck, «Abscisic acid and membrane transport. In *Abscisic Acid*, Addicott FT, ed., Praeger, New York, pp: 171-235.», 1983.
- [12] «A developmental gene of maize encodes a novel transcriptional activator», *Cell*, vol. 66, n.o 5, pp. 895-905, sep. 1991, doi: 10.1016/0092-8674(91)90436-3
- [13] J. Gould, «Probing the structure and dynamics of lignin in situ.», *What's New in Plant Physiology*, n.o 14, pp. 25-91., 1983.
- [14] B. Vickery y M. Vickery, *Secondary plant metabolism*. University Park Press, Baltimore., 1981.
- [15] V. S. Butt y C. J. Lamb, «Oxygenases and the metabolism of plant products. Zn EE Conn, ed, *The Biochemistry of Plants, Vol 7: Secondary Plant Products*». Academic Press, New York, 1981.
- [16] A. M. Mayer, «Polyphenol oxidases in plants-recent progress», *Phytochemistry*, vol. 26, n.o 1, pp. 11-20, dic. 1986, doi: 10.1016/S0031-9422(00)81472-7.
- [17] K. E. Hammond-Kosack y J. D. Jones, «Plant disease resistance genes», *Annual review of plant biology*, vol. 48, n.o 1, pp. 575-607, 1997.
- [18] S. Van der Ent et al., «Priming of plant innate immunity by rhizobacteria and -aminobutyric acid: differences and similarities in regulation», *New Phytologist*, vol. 183, n.o 2, pp. 419-431, 2009
- [19] B. P. Thomma, B. P. Cammue, y K. Thevissen, «Plant defensins», *Planta*, vol. 216, n.o 2, pp. 193-202, 2002.
- [20] M. Grant y C. Lamb, «Systemic immunity», *Current opinion in plant biology*, vol. 9, n.o 4, pp. 414-420, 2006.
- [21] N. van den Berg et al., «Advances in Understanding Defense Mechanisms in *Persea*

americana Against *Phytophthora cinnamomi*», *Front. Plant Sci.*, vol. 12, p. 636339, mar. 2021, doi: 10.3389/fpls.2021.636339.

[22] A. Cuellar-Torres et al., «Fruit-elicitor interaction: Molecular aspects related to the defense system activation, a review [Artículo en revisión]», Laboratorio Integral de Investigación en Alimentos, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Tepic, 2021.

D. R. McCarty, T. Hattori, C. B. Carson, V. Vasil, M. Lazar, y I. K. Vasil, «The Viviparous-

# ESTRATEGIAS DEL SECTOR EMPRESARIAL COMERCIAL PARA RESPONDER A LA CRISIS DE LA PANDEMIA CO- VID 19 EN EL EJERCICIO 2020.

Laura Guadalupe Coronado Palacios  
Tecnológico Nacional de México “Campus Monclova”  
Carretera 57 km 4.5, Colonia Los 90 s, Monclova, Coahuila de Zaragoza  
*G18050268@monclova.tecnm.mx*

Claudia Rodríguez Campos  
Tecnológico Nacional de México “Campus Monclova”  
Carretera 57 km 4.5, Colonia Los 90 s, Monclova, Coahuila de Zaragoza  
*claudia\_rdz3116@hotmail.com*

Resumen — El desarrollo de este proyecto de investigación tiene como meta crear estrategias que sean adaptables en el sector empresarial comercial para responder a las consecuencias o crisis causadas por la pandemia de la Covid-19, como primer paso se identificó el problema central y partiendo de este se lograron presentar diferentes problemáticas o consecuencias que se generaron a partir de la pandemia como cierres y paros totales o parciales, ajustes en nóminas y horarios, o la ausencia de un protocolo de seguridad que ayude a contrarrestar las consecuencias, para posteriormente realizar una encuesta en las empresas comerciales que se encuentran en la localidad de Monclova, el análisis de los resultados permitió conocer más específicamente que acciones llevaron a cabo las empresas para la reactivación de actividades.

Palabras clave: Estrategias, Covid-19, Empresas comerciales

Abstract — The development of this research project has as the main goal to create strategies that are adaptable in the commercial business sector to respond to the consequences or crises caused by the Covid-19 pandemic, as a first step the main problem was identified and starting from there it was possible to present different problematics or consequences that were generated by the pandemic such as: closures and total or partial stoppages of stores/companies, adjustments in paychecks and schedules, or the absence of a security protocol that helps to restrain the consequences. To later apply a survey in the commercial companies that are located in the city of Monclova, the analysis of the results allowed to know more specifically what actions the companies followed through to reactivate the activities

## I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación está enfocado al sector comercial y pretende, brindar estrategias de apoyo para la



reactivación económica rápida, después de las negativas consecuencias provocadas por la pandemia de la Covid-19 y las condiciones sanitarias que implicó consigo. Durante la extensión de este documento, se abarcan temas sobre el sector comercial en la localidad, su funcionamiento y también de la situación actual por el entorno pandémico que se vivió y aún se vive (aunque con medidas menos estrictas).

## II. MARCO TEÓRICO

Sector comercial.

Principales retos del sector empresarial durante la pandemia

La emergencia derivada de la COVID-19 ha ocasionado un choque externo en casi todas las empresas, por ello, y debido a la naturaleza de la crisis, éstas han tenido que balancear múltiples prioridades y partes interesadas al mismo tiempo. La respuesta de las compañías ante la contingencia se ha manifestado en dos fases que abordan diferentes problemas generados por el impacto del virus:

Fase 1: Proteger y asegurar la continuidad operativa En esta primera fase, las empresas lidian con los impactos inmediatos de la pandemia enfrentando tres retos principales:

- Salud.
- Operatividad.
- Liquidez.

Fase 2: Acelerar y ajustar la recuperación para la nueva normalidad En esta fase, las empresas comienzan a adaptarse a la realidad generada por el nuevo coronavirus; lo cual las lleva a hacer frente a seis retos principales:

- Incertidumbre
- Evolución de las necesidades de los consumidores
- Cambio de ambición y prioridades
- Nuevos paradigmas operativos
- Liquidez a mediano y largo plazo
- Ajustar el modelo organizacional y operativo.

(Rubio, Sanromán, & Ciuró)

Cierre de empresas.

La gran mayoría de las empresas de la región han registrado importantes caídas de sus ingresos y presentan dificultades para mantener sus actividades: tienen serios problemas para cumplir con sus obligaciones salariales y financieras, y dificultades para acceder a financiamiento para capital de trabajo.

Aunque la crisis afecta a todas las empresas, el impacto será mucho mayor en el caso de las microempresas y las pymes, por su peso en la estructura empresarial de la región, en que se traducirá en grandes cierres de empresas y pérdidas de puestos de trabajo.

Administración de las empresas

¿Por qué una pandemia es un riesgo para mi empresa?

El comportamiento de una pandemia es imprevisible. Si bien sabemos por pandemias pasadas que éstas se presentan de forma cíclica, no hay manera de saber las características de un virus pandémico antes de que irrumpa. Sin embargo, a la hora de planificar el impacto de la pandemia debemos tener en cuenta que:

1. Las pandemias se comportan de una manera impredecible en cuanto a mortalidad, gravedad de la enfermedad y patrón de diseminación, es decir la forma en que la enfermedad se va a distribuir entre la población a lo largo del tiempo.
2. El nuevo virus tenderá a producir varias ondas (período durante el cual ocurren los brotes a través del país).
3. La susceptibilidad de la población al virus pandémico de la gripe será universal. La gran mayoría de la población podrá enfermar.
4. Los grupos de riesgo para una enfermedad grave, con una mayor mortalidad, no se pueden predecir con certeza.
5. Se estima que, durante la pandemia, hasta un 30% de la población total podría enfermar. La proporción de afectados podría ser más alta entre los niños en edad escolar.
6. Los casos se pueden producir de manera muy rápida y aumentar exponencialmente en muy poco tiempo

(semanas).

7. Algunas personas se infectarán, pero no desarrollarán síntomas clínicos significativos.

8. Los índices de absentismo dependerán de la magnitud de la pandemia.

9. No se puede descartar que se recomienden algunas intervenciones de Salud Pública encaminadas a retrasar la diseminación del virus de la gripe y que podrían aumentar los índices de absentismo como el cierre de escuelas, la cuarentena de los convivientes de los individuos infectados, las restricciones a los viajes. (Ministerio de sanidad, 2007)

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

El tipo de investigación llevado a cabo en este proyecto es la cualitativa debido a la recolección de datos para después realizar un análisis para la elaboración de nuevas estrategias del sector comercial que respondan a la crisis provocada por la pandemia de la COVID-19 en el ejercicio 2020.

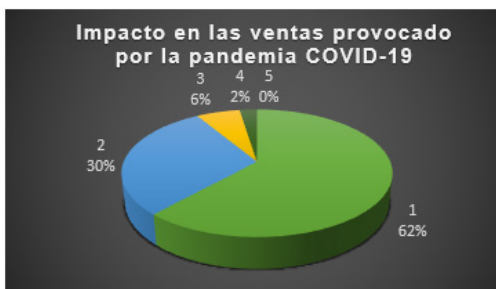
La técnica utilizada en este proyecto es una encuesta, la cual consta de 25 preguntas en donde se utilizó una escala de Likert cuestionando sobre la importancia que le brindan a cada una de las situaciones planteadas.

Los resultados obtenidos de la encuesta fueron capturados en una base de datos para poder ser analizados estadísticamente, utilizando como herramienta el Alfa de Cronbach que arrojó un factor de 1.0 para el instrumento aplicado, confirmando la confiabilidad de nuestro instrumento.

### IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

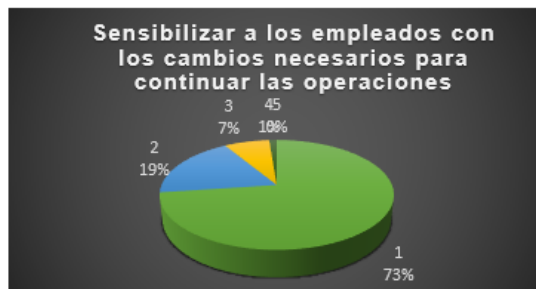


Sumando los resultados del 69% y 20%, pudimos concluir que un 89% de las empresas procuraron poner atención a la parte emocional de sus empleados donde antes de la pandemia no lo hacían. Tomando en cuenta los porcentajes restantes, podemos decir que un 11% lo hicieron en menor medida, pero finalmente todas han centrado un esfuerzo a esta parte tan importante.



Tomando en cuenta los resultados obtenidos, un 62% dijo que el impacto que se tuvieron sobre sus ventas ha sido muy importante, un 30% lo considera importante, un 6% con una importancia media y solamente en un 2% la pandemia tuvo poca importancia sobre ventas, por lo tanto, se llegó a la conclusión de que las ventas si disminuyeron considerablemente por la pandemia.

En este cuestionamiento, un 76% de la muestra respondió que tuvieron que diversificar sus procesos de venta como una medida implementada con gran importancia, un 20% lo implementó con un grado de importancia moderado y finalmente un 4% con una importancia media. Esto refleja que el 100% de las empresas tuvieron que someterse a cambios y diversificaciones para continuar vendiendo.



Para un 73% de las empresas encuestadas resultó muy importante el sensibilizar a los empleados para que pudieran aceptar los cambios necesarios para poder operar las empresas de una forma óptima, un 19% lo hizo con una importancia menor, un 7% con moderada importancia y solamente 1% con poca importancia, por lo tanto, sumando los resultados, podemos concluir con que un 92% de las empresas se preocupó por las circunstancias/sentimientos negativos/positivos que generarían los cambios obligatorios en los empleados e invirtieron en sensibilizarlos para que los cambios fueran aceptados de forma positiva.



Mediante los resultados obtenidos en este cuestionamiento, pudimos concluir con que para un 73% de la muestra resultó muy importante diversificar los medios de comunicación entre los empleados, para un 18% fue importante en menor medida, para un 5% de mediana importancia y solamente un 4% lo consideró algo a atender con poca importancia. Por lo tanto, un 91% aplicó de forma inmediata distintos medios para establecer comunicación entre los integrantes de la empresa y lograr mejores resultados.

## V. CONCLUSIONES

Gracias a la realización de esta investigación podemos concluir en que la pandemia ocasiono y sigue ocasionando muchos cambios en todos los ámbitos de nuestras vidas y las empresas del rubro comercial no han sido la excepción, ya que cientos de comercios se han visto fuertemente afectados por los efectos que genero la covid-19 y todos estos han estado susceptibles a constantes cambios y se podría decir que uno de los aspectos a los que los comercios tuvieron que poner una gran consideración e importancia fue al bienestar de todos los trabajadores ya que después de los paros laborales consecuencia de la cuarentena implementada, estos regresaron con una nueva forma de trabajar con la que no estaban familiarizados y es aquí donde las empresas pasaron por nuevos retos al implementar nuevas estrategias en su capital humano, que a final de cuentas se convirtió en una necesidad.

Gracias a los resultados obtenidos en el instrumento aplicado podemos llegar a la conclusión que las empresas comerciales en la localidad tomaron acciones rápidas y responsables con respecto a la situación y esto fue de ayuda para contrarrestar de una manera más eficiente los daños ocasionados por la covid-19 y que a su vez la respuesta que tuvieron para hacerle frente a la reactivación de labores fue optima aun cuando esto significó el mantener motivados y sanos a sus trabajadores y brindarles la capacitación adecuada para mantener la nueva modalidad de trabajo.

## VI. RECONOCIMIENTOS

En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento a los docentes que fueron de apoyo para la realización de este proyecto, a la Dra. Sandra Jasso por la invitación para participar en el verano de la ciencia y a la Lic. Claudia Rodríguez por guiarnos a lo largo del trabajo con su asesoría. A mis padres que siempre han sido un soporte en cada proyecto de mi vida y nunca me han dejado sola, a mis compañeras que sin su ayuda este trabajo no sería el mismo y por permitirme ampliar mis capacidades al trabajar en equipo.

## REFERENCIAS

Ministerio de sanidad, y. C. (Febrero de 2007). Obtenido de <https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/enfLesiones/enfTransmisibles/docs/EmpresasPlan2.pdf>

Rubio, R., Sanromán, R., & Ciuró, J. (s.f.). Brain & Company. Obtenido de [https://www.bain.com/contentassets/a751c0c21a1f497388e892b57fd5a8aa/covid-19-retos-y-oportunidades-para-el-sector-empresarial-mexicano\\_.pdf](https://www.bain.com/contentassets/a751c0c21a1f497388e892b57fd5a8aa/covid-19-retos-y-oportunidades-para-el-sector-empresarial-mexicano_.pdf)

## ESTRATEGIAS DEL SECTOR COMERCIAL IMPLEMENTADAS EN COAHUILA PARA RESPONDER ANTE LA CONTINGENCIA DE LA PANDEMIA COVID-19, EN EL EJERCICIO 2020.

Yahandra Marisol Tovar Sánchez  
 Instituto Tecnológico Superior Campus Monclova  
 Carretera 57 km 4.5 Colonia Los 90 s  
 Monclova, Coahuila de Zaragoza  
 Teléfono: (866) 6 49 03 70  
 www.itsmva.edu.mx  
 G18050260@monclova.tecnm.mx

Claudia Rodríguez Campos  
 Instituto Tecnológico Superior Campus Monclova  
 Carretera 57 km 4.5 Colonia Los 90 s  
 Monclova, Coahuila de Zaragoza  
 Teléfono: (866) 6 49 03 70  
 www.itsmva.edu.mx  
 claudia\_rdz3116@hotmail.com

Resumen — En el presente trabajo de investigación se aborda el tema del COVID-19 en el sector comercial, el cual ha provocado cambios significativos en todo el mundo, se analizarán las estrategias implementadas por el sector comercial para responder a la contingencia sanitaria, se presentarán resultados de encuestas y gráficos, para verificar el cumplimiento que han tenido por parte de los clientes, trabajadores y de las empresas.

Palabras clave — Estrategia, contingencia, empresas.

Abstract — In this research work the subject of COVID-19 in the commercial sector is addressed, which has caused significant changes throughout the world, the strategies implemented by the commercial sector to respond to the health contingency will be analyzed, they will be presented results of surveys and graphs, to verify the compliance they have had on the part of the clients and workers of the companies.

Keywords - Strategy, contingency, companies.

Objetivo: crear estrategias adaptables al sector comercial para responder a la crisis del Covid 19

## 1. INTRODUCCIÓN

La situación generada por la contingencia ha llevado que las empresas comerciales se vean a la tarea de implementar estrategias para responder al COVID-19, para mejorar el funcionamiento y que de alguna manera no les afecte, pues ya que tener una empresa preparada es fundamental.

Es un esfuerzo por comprender a detalle cómo se han dado los cambios, desde el lado económico como laboralmente, entonces se nos ha dado la tarea de entender y analizar cómo han recibido la contingencia a las empresas comerciales de Monclova, Coahuila.

Para ello se ha realizado un reporte de investigación con base a las tendencias del mercado comercial de acuerdo a su población y las estrategias que implementan las empresas.

Es importante analizar cada una de estas estrategias para verificar que tan bien se están adaptando a los cambios, y si realmente están teniendo relevancia para el funcionamiento de la empresa.

Se presentarán resultados que se obtuvieron utilizando un instrumento de medición, para evaluar el impacto que genero la contingencia a las empresas comerciales y el alcance de los efectos que tienen sus estrategias para obtener un ambiente apto para los clientes y empleados. También se comparará las diferentes estrategias que las empresas implementan y cuál de ellas está teniendo mejores resultados.

## 2. MARCO TEÓRICO (OPCIONAL)

### 2.1. Impacto de COVID 19 en Sector Comercial

#### 2.1.2 Como Afecta El Bienestar Físico y mental de los empleados durante la pandemia

La crisis la COVID-19 afecta psicológicamente a los trabajadores. Ello, por la incertidumbre que genera frente a nuestro futuro económico, social y laboral. La preocupación ante la pérdida de empleo, la enfermedad de un familiar, la incertidumbre, empezar con el teletrabajo o conciliar la vida laboral y familiar sin poder salir de casa. Todas son causas que pueden llegar a generar estrés, ansiedad y pánico a nuestros colaboradores. Ante esta situación, desde Recursos Humanos (RR. HH) o Gestión de Personas, se debe apoyar al máximo a los trabajadores para hacer más llevadero este momento.

Estos efectos psicológicos colaterales del Coronavirus están siendo y serán cada vez más comunes en nuestra población. Según una publicación realizada por la revista científica británica The Lancet, afirma que las personas que han estado en cuarentena durante más de 10 días han presentado síntomas de estrés postraumático.

Para el Control y Prevención de las Enfermedades (CDC en inglés), el estrés durante una cuarentena puede incluir:

- Temer y preocuparse por su propia salud y la salud de sus seres queridos.

- Cambios en el sueño o patrones de alimentación.

- Dificultad para dormir o concentrarse.

- Empeoramiento de los problemas de salud crónicos.

- Mayor uso de alcohol, tabaco u otras drogas.

La cuarentena también tiene sus riesgos. (CORTES, s.f.)

#### 2.1.3 Impacto en las ventas de las empresas

El panorama actual apunta a una disminución de la demanda, ya sea por disminución del consumo medio de los clientes o por la pérdida de estos. Desde luego, no se puede generalizar porque existen sectores con ventas récord es estos días, pero hay que conscientes de que, tarde o temprano, afectará a todos los sectores. La crisis derivada por la COVID-19 viene para quedarse.

Este complejo entorno ya está en los escenarios de los directores comerciales de las compañías que, sin duda, están comenzando a dibujar los planes y contramedidas con los que combatir dicha amenaza. En estos planes de

contingencia es crucial ser realistas con la caída de ventas que producirá esta crisis, y rediseñar escenarios alternativos para el departamento comercial, que es el motor de las empresas.

(JUNGUITU & AGUDO, 2020)

#### 2.1.4 Disposición para asumir el aumento de los costos de las operaciones de las empresas

La pandemia de la COVID-19 ha puesto de manifiesto la necesidad de contar con tecnologías sanitarias innovadoras que puedan ayudar a los países a mejorar los resultados sanitarios proporcionando soluciones rápidas incluso en entornos con escasez de infraestructuras y recursos. Sin embargo, muchas de las nuevas tecnologías que han salido al mercado son inasequibles o inadecuadas para los países de ingresos bajos y medios.

Para garantizar que todos los países se beneficien de la innovación sanitaria, la OMS ha elaborado un compendio de 24 nuevas tecnologías que pueden utilizarse en entornos de bajos recursos.

El objetivo principal del compendio era seleccionar y evaluar las tecnologías que pueden tener un impacto inmediato y futuro en la preparación y la respuesta frente a la COVID-19, mejorar potencialmente los resultados sanitarios y la calidad de vida, y/o ofrecer una solución a una necesidad médica no cubierta. Quince de estas tecnologías ya se están comercializando en los países, mientras que el resto están todavía en fase de prototipo. (GINEBRA, 2021)

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

“Estrategias del sector comercial implementadas en Coahuila para responder ante la contingencia de la pandemia COVID-19, en el ejercicio 2020”

Mediante un proyecto de investigación del Curso de Verano 2021 del Tecnológico Nacional de México Campus Monclova, se busca crear estrategias que permitan que las empresas comerciales creen estrategias adaptables para responder a la crisis de la COVID 19.

Para ello, se le aplicará un instrumento de medición se tomará una muestra de 81 empresas del sector comercial que operan en el municipio de Monclova.

Con ayuda de Google Formularios se creó una encuesta para conocer los factores que más influyeron por la COVID 19 en las empresas comerciales, arrojando si existe alguno afecto de alguna manera.

El instrumento que se utilizó, se realizó mediante la escala de Likert que este es un método universal de recopilación de datos o información, lo que significa que es fácil de entender y responder. Esta es una pregunta esencial para medir la opinión o actitud de un encuestado hacia un tema determinado, así que fue de gran ayuda en la investigación.

LINK DE LA ENCUESTA: <https://forms.office.com/r/qtf4RPMbPR>

### 4. RESULTADOS

Se tomará como resultados 4 preguntas del instrumento de medición que más resaltaron en esta investigación de las cuales son las que se presentan a continuación.

Fig.1 Empresas que tuvieron paros laborales

Fig. 2 La importancia del Bienestar mental

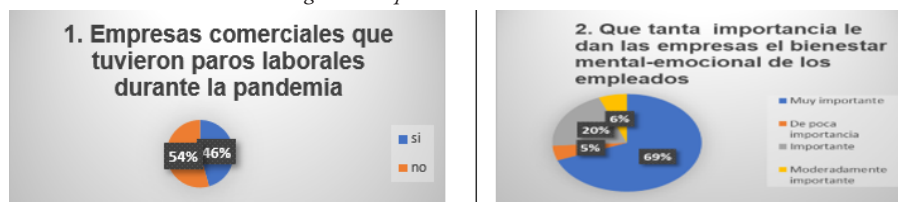
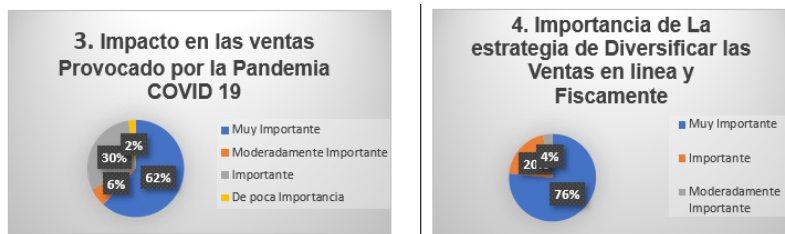




Fig. 3 Impacto en las Ventas  
Fig.4 Importancia de la estrategia de diversificar



## 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Grafica 1: Empresas comerciales que tuvieron paros laborales durante la pandemia

Se puede observar que en las empresas comerciales casi la mitad tuvieron paro, el 56% no se vieron afectados, pero aun así nos damos cuenta que la pandemia tuvo cambios significativos y de alguna o otra manera se realizaron recortes de horarios significativos para la empresa.

Grafica 2: Importancia que le dan las empresas el bienestar mental-emocional de los empleados

En la gráfica se puede apreciar que el 69% de las empresas le dieron mucha importancia en cuanto a este tema con el bienestar de los empleados, un 20% lo consideraron importante pero ese 6% moderadamente y el 5% de poco importante, aunque es muy poco, es de tomar conciencia, porque esos empleados se vieron afectados en su salud emocional, puede que pasaran un momento de crisis, por la ansiedad, el estrés y todos los protocolos que generaron cambio, no lo tomaron de la manera más adecuadamente. Por lo que esas empresas deberían de tomar un poco mas de conciencia con sus empleados para mejorar ese tipo de situaciones.

Grafica 3: Impacto en las ventas provocado por la pandemia COVID 19

Como se observa en la grafica el impacto que tuvo fue muy considerable el 62% Muy importante y el 30% importante que es el 92% de importancia que afecto financieramente a las empresas, y esto se debió por el recorte de horarios, las que tuvieron paro no tuvieron ingresos durante esos días, la cantidad de clientes disminuyo por esto la caída de ventas se hizo presente en como la mas importante que reflejo la pandemia.

Grafica 4: Importancia de la estrategia de diversificar las ventas en línea y físicamente

Analizando esta grafica la estrategia de Diversificar las ventas en 2, que es en línea y físicamente, se adapto de buena manera por las tiendas comerciales, pues beneficio en que los clientes no pudieran asistir por la cuarentena, les fuera útil pedir por línea para que su mercancía llegara a su casa o que solo asistieran a recogerla sin necesidad de exponerse a las filas, o permanecer tanto tiempo en el comercio, por otro lado los clientes que acudieron se vieron favorecidos a no tener exponerse a la aglomeración en la Tienda.

## 6. CONCLUSIONES

Esta investigación nos ha confirmado que la COVID 19 afecto negativamente a los comercios con caídas considerables en sus ventas, y obteniendo pocos beneficios, los centros comerciales tomaron medidas preventivas y estrategias de higiene para combatir contagios y que el cliente se sintiera seguro al asistir o al adquirir productos en su empresa.

Sin embargo, hay muchos factores en los que se ve involucrado el estado de las empresas, aunque el servicio en línea fuera eficiente hay gente que aún no se familiariza con el método y se sienten inconformes. También, la falta de comunicación con el servicio al cliente influye en la agilidad y decisión de compra en el caso de los adultos mayores.

Los empleados también se vieron afectados por su salud, es importante resaltar que en la grafica 2, el por-

centaje que fue muy poco en que las empresas no le dan la importancia suficiente al bienestar del empleado es significativo porque todo esto se debe a que no se estaba preparado adecuadamente a esta crisis sanitaria. La Pandemia nos hace reflexionar en como debemos prepararnos para cualquier situación externa a la empresa que pueda afectar muchos ámbitos como este caso la salud y la economía de los empresarios o trabajadores, para que se creen estrategias adecuadas para solucionar los problemas de una manera efectiva.

#### **7. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)**

En agradecimiento a la empresas comerciales del Municipio de Monclova Coahuila, que colaboraron a esta investigación, Al Instituto Tecnológico Superior Campus Monclova que me dejaron participar en este curso de Verano 2021 colaborando a la investigación, Y a la docente investigador Claudia Rodríguez Campos que nos asesoro para concluir este reporte de manera satisfactoria.

#### **REFERENCIAS**

- CORTES, N. (s.f.). GEOVICTORIA. Obtenido de Coronavirus: ¿cómo afecta psicológicamente a los trabajadores?: <https://www.geovictoria.com/cl/coronavirus-afecta-psicologicamente-trabajadores/>
- GINEBRA. (31 de 08 de 2021). Organizacion Munidial De La Salud. Obtenido de <https://www.who.int/es/news/item/31-08-2021-who-releases-new-compendium-of-innovative-health-technologies-for-covid-19-and-other-priority-diseases>
- JUNGUITU, A., & AGUDO, A. (13 de 06 de 2020). KPMG Tendencias . Obtenido de <https://www.tendencias.kpmg.es/2020/04/covid-19-ventas/>

# SÍNTESIS DE PUNTOS CUÁNTICOS DE $Ag_2S$ Y SU APLICACIÓN EN LA DETECCIÓN TEMPRANA DE CÁNCER

Karla Estefania Robledo Gallardo  
 Universidad Autónoma de Aguascalientes  
 Avenida Universidad # 940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.  
*al188877@edu.uaa.mx*

Eduardo Arturo Elizalde Peña  
 Universidad Autónoma de Querétaro  
 Facultad de Ingeniería-Campus Aeropuerto  
 Carr. a Chichimequillas s/n  
 C.P. 76140, Querétaro, Qro.  
*eelizalde@uaq.edu.mx*

Resumen — Los puntos cuánticos son nanopartículas confinadas en tres dimensiones con características optoelectrónica, que presentan fluorescencia y un alto coeficiente de absorción que pueden ser empleadas para el desarrollo de diferentes productos y aplicaciones, una de ellas es la generación de biosensores de cáncer para su diagnóstico oportuno. Partículas elaboradas con Sulfuro de plata no presentan toxicidad ni comprometen la proliferación celular por lo que pueden ser funcionalizados y bioconjugados con marcadores tumorales, proteínas, etc, de forma que sea biocompatible y pueda desempeñar una función en la detección de cáncer. El presente trabajo presenta una metodología para la formación de puntos cuánticos por cavitación con su posterior conjugación a proteínas para la detección de cáncer.

Palabras clave — biomaterial, punto cuántico, nanopartícula.

Abstract — Quantum dots are nanoparticles confined in three dimensions with optoelectronic characteristics, which present fluorescence and a high absorption coefficient that can be used for the development of different products and applications, one of which is bioscorensacoresation. Particles made with silver sulfide do not show toxicity or compromise cell proliferation, so they can be functionalized and bioconjugated with tumor markers, proteins, etc., so that they are biocompatible and can play a role in the detection of cancer. The present work presents a methodology for the formation of quantum dots by cavitation with their subsequent conjugation to proteins for the detection of cancer.

Keywords — biomaterial, quantum dot, nanoparticle.

## I. INTRODUCCIÓN

Los biomateriales son materiales naturales o sintéticos diseñados, fabricados, aplicados, estudiados, analizados y desarrollados para interactuar con sistemas biológicos. Los materiales nanométricos son un grupo de materiales con un tamaño muy pequeño dentro de la nanoescala que incluye estructuras que van de 1 a 100 nm, estos nanomateriales pueden ser materiales confinados, los cuales presentan el efecto intrínseco de confinamiento cuántico debido a su tamaño extremadamente pequeño, menor de 2 a 10 nm en una, dos o tres dimensiones. El confinamiento cuántico es un fenómeno mecánico que provoca una profunda variación en la energía del espectro electrónico de materiales confinados, durante este efecto, se produce un gran aumento en la fuerza de las interacciones coulombianas que aumentan a magnitudes cercanas a la longitud de onda de Broglie. Cuando aumenta la energía de las interacciones, se forma un tipo de cuasi partículas llamadas excitones. Los excitones están presentes en materiales confinados como los puntos cuánticos y han mostrado un excelente efecto optoelectrónico de fotoluminiscencia y láser [1].

Los materiales confinados pueden tener diferentes grados de confinamiento. Esto se debe al número de dimensiones (x, y, z) que están confinadas. Si solo una de las tres dimensiones del material tiene un tamaño físico entre 2 y 10 nm, se obtiene un pozo cuántico; Si dos de las dimensiones están confinadas, se produce un cable cuántico y si las tres dimensiones del material presentan esta característica, se producen puntos cuánticos (QD) [6]. Los puntos cuánticos son materiales cristalinos semiconductores con dimensiones por debajo del radio de Bohr. El radio de Bohr es la distancia entre el espacio y un electrón en la banda de conducción cuando se forma un excitón. La estructura del punto cuántico está formada por un núcleo que puede estar recubierto (o no) por una capa que ayuda a incrementar sus propiedades o proteger el núcleo. Las propiedades de los QD incluyen la absorción de luz blanca y la reemisión de luz con un color específico en muchos nanosegundos dependiendo de la banda prohibida del material. Es decir, tienen fosforescencia. Según su composición química, están compuestos por elementos semiconductores de los grupos II-VI, III-V y IV-VI.

Uno de los métodos para la formación de nanomateriales es la cavitación. La cavitación es un fenómeno de nucleación, crecimiento y posterior colapso de microburbujas en un medio líquido y se induce en un líquido por el paso de ultrasonidos, que es producido por transductores que convierten la energía eléctrica en energía de vibración mecánica. La cavitación da como resultado una fuerte corriente acústica (circulación de líquido) y el alto esfuerzo cortante cerca de la pared de la burbuja conduce a la formación de micro-chorros cerca de la superficie sólida (debido al colapso asimétrico de las burbujas) [2].

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

El proceso empleado para la formación de puntos cuánticos se basa principalmente en el fenómeno de cavitación que ocurre en la solución de los compuestos precursores, para la realización de la síntesis se formularon las soluciones siguientes:

- a. 250 ml de solución de nitrato de plata (0.1416g)
- b. 100 ml de solución de sulfuro de sodio (21.5µl)
- c. 80 ml de solución de alcohol-agua (1:1)
- d. Solución EDTA
- e. 250 ml de Bromuro de cetiltrimetilamonio (0.573g)

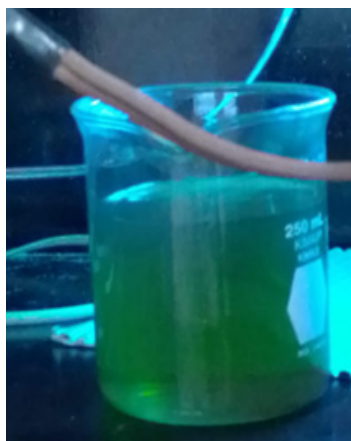
Para la realización de la síntesis se llevo a cabo una mezcla de los 80 ml de solución alcohol-agua con 75 ml de la solución de plata, los cuales se sometieron a constante agitación y calentamiento hasta llegar a 35°C, momento donde se añadieron 10 ml de bromuro y solución EDTA, el agitado y calentamiento continuaron hasta llegar a los 45°C. una vez alcanzada dicha temperatura se sometió a la acción del sonotrodo hielscher up200ht

(aparato donde se emplearon los parámetros máximos de dicho equipo para la síntesis) por 15 minutos, posteriormente se añadieron 18 ml de solución de sulfuro de sodio donde dicha solución tomó un tono café claro y se continúa con la acción del sonotrodo por 15 minutos más. Este proceso fue repetido varias veces para la obtención de mayores cantidades de puntos cuánticos.

### III. RESULTADOS

con la finalidad de demostrar la presencia de puntos cuánticos en la suspensión coloidal formada las muestras fueron visualizadas bajo una lámpara de luz ultravioleta para observarla fotoluminiscencia de las partículas estructuradas formadas. Dado que la determinación de la presencia de puntos cuánticos fue realizada de manera cualitativa estas sólo incluyó una visualización de la suspensión formada donde se lograron distinguir tonalidades verdes y azules producto de la fotoluminiscencia de las partículas formadas y del éxito en su síntesis (figura 1).

*Figura 1. Presencia de fotoluminiscencia en la suspensión coloidal debido a la presencia de puntos cuánticos*



### IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Durante el procesamiento ultrasónico de la punta, la propagación de ondas ultrasónicas de gran amplitud conduce a la creación de vacíos y la formación rápida de cavidades (burbujas). Estas burbujas crecen en la zona de presión negativa del campo acústico, mientras que se encogen en la zona de presión positiva. La interacción continua entre las burbujas y el campo acústico provoca el crecimiento y, en última instancia, un colapso violento de las burbujas. La implosión de burbujas puede crear chorros de alta velocidad y ondas de choque intensas en la superficie de materiales a granel y conduce a la creación de materiales nanométricos, en este caso particular, puntos cuánticos [3]. En el proceso, uno de los factores que resultaron ser de alta importancia para la formación del nanomaterial fue la temperatura, esto se visualizó principalmente en la disponibilidad y cinética de formación de la partícula, esto se logró apreciar de forma visual por el color de la solución inicial y la dispersión coloidal final. Otro factor importante en la experimentación es el tamaño de la partícula, dado que en este caso se pretendía dar un uso médico a los puntos cuánticos los tamaños de las partículas ideales deberían ser pequeños, el tamaño de las partículas también fue visualizado en su espectro de emisión, se sabe que la frecuencia de emisión del punto es dependiente del intervalo de la banda, así, los puntos cuánticos en donde la partícula es pequeña producen luz con longitud de onda corta, mientras que los que poseen partículas grandes producen luz de longitudes de onda más largas, por lo que se determinó que las partículas formadas al tener un coloración verde y azul eran partículas de pequeño tamaño.

Dependiendo de la composición del QD las propiedades también pueden variar, los QD de sulfuro de plata

(QDs-Ag<sub>2</sub>S) se distinguen por sus propiedades promisorias, son materiales semiconductores de tipo n, no solubles en agua, tienen buena fotoestabilidad y alta intensidad de fluorescencia; tienen una brecha energética de 1,1 eV en su volumen, alto coeficiente de absorción y no presentan toxicidad. Presentan buenas propiedades catalíticas, optoelectrónicas y alta conducción eléctrica que junto a su nula toxicidad las convierten en buenas candidatas en aplicaciones biomédicas. Además, estos materiales se pueden funcionalizar para aumentar su biocompatibilidad, bioconjugarse y utilizarse en la construcción de biosensores [4].

Los estudios citotóxicos han demostrado que los QDs-Ag<sub>2</sub>S no tienen toxicidad en términos de proliferación celular, apoptosis, necrosis y daño genético, ya que han sido buenos candidatos para el desarrollo de QD en aplicaciones biológicas. Se ha demostrado que el QDs-Ag<sub>2</sub>S tiene un gran potencial para la obtención de imágenes in vivo, la detección de enfermedades y el diagnóstico de cáncer. Recientemente, se han realizado estudios sobre QDs-Ag<sub>2</sub>S en pruebas de espectrometría de infrarrojo cercano como una prueba de imagen molecular de células vivas. Los resultados de esta investigación ha demostrado que los puntos cuánticos de Ag<sub>2</sub>S en espectrometría infrarroja son atractivos para estudios médicos con alta eficiencia y biocompatibilidad [5].

## V. CONCLUSIONES

Los materiales nanoestructurados pueden contribuir al desarrollo de tecnologías prometedoras que contribuyan a resolver problemáticas actuales de forma más eficiente y segura a los métodos actuales. Los puntos cuánticos debido a estas características, los puntos cuánticos tienen aplicaciones importantes como la energía solar, materiales biomédicos, tecnología superconductora, fabricaciones de dispositivos optoelectrónicos como sensores fluorescentes, biosensores, fotodetectores, amplificadores ópticos entre otras aplicaciones. Cada diferente función puede requerir diferentes parámetros y materiales, esto es algo que se debe tomar en consideración antes de realizar cualquier investigación.

## VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco a los profesores y a la Universidad Autónoma de Querétaro por el tiempo y esfuerzo dedicado para la realización de este verano de las ciencias así como el comité organizador por su dedicación y contribución a la difusión y desarrollo de temas científicos en México.

## REFERENCIAS

- [1] C. P. Poole, F. J. Owens, F. J. (2007). Introducción a la nanotecnología, Reverte, 261, 2007.
- [2] W. C. Chan, D. J. Maxwell, X. Gao, R. E. Bailey, M. Han, S. Nie, S. Current Opinion in Biotechnology 13(1), 40 (2002).
- [3] B. D. Ratner, A. S. Hoffman, F. J. Schoen, J. E. Lemons, Introduction - Biomaterials Science: An Evolving, Multidisciplinary Endeavor Biomaterials Science, Academic Press, San Diego, California, 37, 2013.
- [4] P. Reiss, "Synthesis of semiconductor nanocrystals in organic solvents", in Semiconductor Nanocrystal Quantum Dots, A. Rogach, Ed. Springer, pp. 35-72, 2008.
- [5] D.R. Askeland, P.P. Fulay, W.J. Wright, J. Hernández, Ciencia e ingeniería de materiales, Cengage Learning Mexico, D.F., 2, 2012.

## DESARROLLO DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS

Óscar Antonio Gutiérrez Pérez  
 Universidad Autónoma de Querétaro  
 Facultad de Química  
 Cerro de las Campanas s/n,  
 C.P. 76010, Querétaro, Querétaro  
*oscargutierrez.contacto@gmail.com*

María Elena Villagrán Herrera  
 Universidad Autónoma de Querétaro  
 Facultad de Medicina  
 Clavel No. 200, Prados de la Capilla  
 C.P.76176, Querétaro, Querétaro  
*mevh@uaq.mx*

Resumen — La enfermedad de Chagas es una infección parasítica, la cual es endémica en Latinoamérica, especialmente común en zonas rurales. Es producida por el protozoo *Trypanosoma cruzi*, el cual es transmitido por insectos hematófagos, particularmente los triatomas. En el presente trabajo se muestran los resultados del análisis del contenido intestinal de triatomas provenientes de Aguascalientes, la observación de placas histológicas de ratones enfermos de Chagas y una entrevista con una persona infectada. No se encontraron protozoarios en los triatomas, los cortes mostraron abundancia del parásito en forma de amastigotes y la entrevista fue ilustrativa respecto a la vida de una persona enferma, aunque limitada en pruebas cuantitativas. Se concluye que es necesario prestar mejores servicios de salud a la población rural.

Palabras clave — Amastigote, tripomastigote, Panales, enfermedad de Chagas

Abstract — Chagas' disease is a parasitic infection, endemic to Latin-American, particularly prevalent among rural communities. It is caused by *Trypanosoma cruzi*, a protozoon transmitted by hematophagous insects, more commonly triatomas. In the following article results for the following experiments are shown: the analysis of the intestinal content of a triatome from Aguascalientes, the observation of histological sections from an infected mouse and an interview with an infected person. No protozoa were found living inside the triatomas, mouse sections showed an abundance of amastigotes and the interview provided insight into the life of patient of Chagas' disease, but little quantitative information. It is concluded that better health services for rural communities are required.

Keywords — Amastigote, trypomastigote, Panales, Chagas' disease.



## I. INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Chagas, o parasitemia americana, es una infección sistémica, crónica y parasítica causado por el protozoo *Trypanosoma cruzi*, el cual fue descubierto en la primera década del siglo XX por el médico brasileño Carlos Chagas (Coura, 2010). La mayoría de las infecciones ocurre por medio de la entrada al sistema circulatorio de las heces de vectores infectados pertenecientes a los géneros *Triatoma*, *Panstrongylus* y *Rhodnius*, aunque también es posible la transmisión por vía oral, transfusiones sanguíneas o trasplantes de órganos (Bern, 2015).

El periodo de incubación después de la transmisión por vectores es de 1 a 2 semanas. La fase aguda presenta síntomas inespecíficos como fiebre, hepatoesplenomegalia y linfocitosis atípica (Bern, 2015). En algunos casos, el sitio de inoculación es detectable, ya sea por la aparición de un nódulo subcutáneo (chagoma) o un edema periorbital unilateral (signo de Romaña). Una vez que la inmunidad celular controla la replicación del parásito, las personas pasan a la fase crónica, en donde el paciente se vuelve asintomático (Rassi et al, 2010).

Se han reconocido más de 150 especies de triatomas que fungen como vectores y más de 150 especies de mamíferos que son reservorios de *T. cruzi* (Rassi et al 2010). La distribución de estos vectores se extiende desde el sur de Estados Unidos hasta Chile y Argentina, habiendo en total 22 países que son endémicos a la parasitemia (Pérez-Molina et al, 2018).

La enfermedad de Chagas es prevalente en zonas rurales, en donde los vectores encuentran refugio dentro de hogares rudimentarios y la posibilidad de reinfección es alta. Sin embargo, la migración de personas infectadas hacia las ciudades ha hecho que se encuentre un número creciente de infecciones en medios urbanos y en ambientes fuera de la zona endémica de la enfermedad (Bern, 2015). Se estima que alrededor de 6 a 7 millones de personas en el mundo se encuentran infectadas con *T. cruzi*, la mayoría de ellas concentradas en América Latina, de las cuales 30 a 40 % han desarrollado o desarrollarán cardiomiopatías, patologías digestivas o ambos, derivados de la enfermedad (Pérez-Molina et al, 2018).

América Latina ha progresado en su control de la enfermedad, reduciendo el número de infectados de 18 millones en 1991 a 5.7 millones en 2010; no obstante, la enfermedad continúa siendo un problema prevalente en las zonas de menor desarrollo económico de los países latinoamericanos (Bern 2015). De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la enfermedad de Chagas es una de las 13 enfermedades tropicales menos atendidas, a pesar de la existencia de tratamientos efectivos contra la fase aguda de la infección y técnicas para la detección de la parasitemia (Rassi et al, 2010).

El presente reporte contiene una revisión bibliográfica de la información disponible actualmente respecto a la enfermedad de Chagas, la cual fue adquirida por medio de clases virtuales y complementada con la consulta de artículos de revisión y observaciones microscópicas de tejidos de órganos de ratones infectados con *T. cruzi*.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Clases virtuales

Los estudiantes recibieron clases de 2 horas de duración de parte de la Dra. responsable del proyecto de investigación de lunes a viernes durante el periodo de duración del Verano de la Ciencia. En ellas se discutió la epidemiología de la enfermedad, su desarrollo en modelo murino y humano, sus características clínicas, diagnóstico, tratamiento y control. Adicionalmente, se expusieron resultados obtenidos de experimentación con ratones infectados con cepas de *T. cruzi* endémico de México.

### B. Incubación de triatomas

Se extrajeron dos triatomas de Calvillo, Aguascalientes, a los cuales se les alimentó con sangre humana. Se les contuvo en un recipiente plástico con un recubrimiento de papel filtro en el fondo y una tapa perforada para

permitir su respiración. Se les incubó por 24 horas, en oscuridad, a 37 °C y en presencia de alimento. Después de este periodo, se recortó la zona del recubrimiento de papel filtro en donde habían defecado y se le lavó con solución salina. Se tomó una muestra del líquido de lavado y se le analizó microscópicamente para la identificación de tripanosomas.

Se realizó una extracción del contenido intestinal por medio del suministro de presión regular en el abdomen de los triatomas y humedeciendo la ampolla rectal intermitentemente. El líquido fue evaluado nuevamente en el microscopio para la identificación de tripanosomas.

#### C. Valoración microscópica de tejidos infectados

Se proporcionaron preparaciones positivas de muestras histológicas de corazones de músculo cardíaco de ratones infectados con *T. cruzi*, las cuales habían sido teñidas por la técnica hematoxilina/eosina (H/E). Fueron analizadas bajo microscopio para el reconocimiento del tripanosoma en sus diferentes etapas de desarrollo, así como la formación de pseudoquistes.

#### D. Visita a Panales, Toluimán

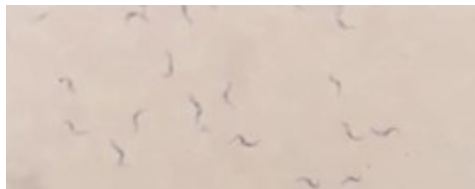
Se realizó un viaje a la comunidad de Panales en Toluimán, Querétaro, en donde se visitó a una familia en la que algunos de sus integrantes habían presentado seropositividad a la enfermedad de Chagas. Se discutió con ellos el efecto que tiene en su vida el convivir con el vector de manera regular y los efectos en su salud que detectan como consecuencia de su infección.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### A. Incubación de triatomas

De los dos triatomas con los que se trabajó, solo uno se alimentó, por lo que los resultados son representativos de ese individuo, exclusivamente. Tras realizar un análisis extensivo de la muestra a 4, 10 y 40 aumentos, se llegó a la conclusión de que el triatoma no se encontraba infectado con *T. cruzi*, pues no se identificó la presencia del protozooario en las muestras de sangre semidigerida. Lo único apreciable en la muestra, fueron células hemáticas. De haberse encontrado infectado, de acuerdo con el patrón de desarrollo observado en el parásito dentro del vector, se esperaba que tuviera la forma de tripomastigote, el cual se caracteriza por tomar una forma de “c” o de “u” en frotis, poseer un flagelo que ocupa una tercera parte de la longitud de su cuerpo y un cinetoplasto de gran tamaño (Walochnik & Duchên, 2016) (Fig. 1).

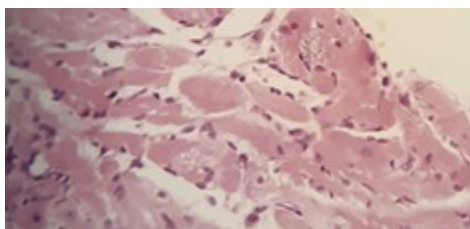
Fig. 1. *T. cruzi* en estado de tripomastigote a 10 x.



#### B. Valoración microscópica de tejidos infectados

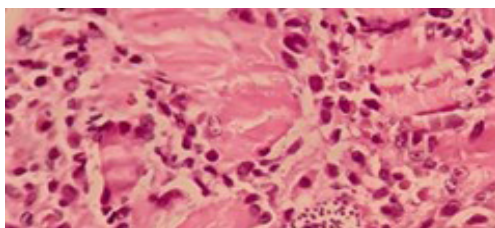
Los cortes histológicos presentados provenían de músculo cardíaco de ratones infectados. Como se puede observar (Fig. 2), existe una abundancia de tripanosomas en el tejido. Se puede apreciar que existen puntos en donde la concentración de protozoarios es mayor, esto ocurre debido a la reproducción del parásito y es el origen de los pseudoquistes característicos de la enfermedad (Mahmud et al, 2017).

Fig. 2. *T. cruzi* en forma de amastigote dentro de un pseudoquiste en músculo cardiaco de ratón a 10 x.



En la Fig. 3, se observan a mayor detalle los tripanosomas. Estos se encuentran en su forma de amastigotes, los cuales se distinguen por tener cuerpos ovalados y su carencia de flagelo. En esta etapa se reproducen por división binaria. Dentro de la célula hay algunos protozoarios que pasan a su forma tripomastigote; la acumulación del parásito puede causar la ruptura celular y la liberación del tripanosoma al flujo sanguíneo para continuar con el ciclo de infección (Walochnik & Duchên, 2016).

Fig. 3. *T. cruzi* en forma de amastigote en corazón de ratón a 40 x



### C. Visita a Panales, Tolimán

En la visita a Panales, se tuvo la oportunidad de discutir con dos miembros de una familia expuesta al vector. Una adulta joven y una mujer de la tercera edad. De ellas dos, solo la mujer joven había sido diagnosticada con la enfermedad de Chagas. Debido a que el diagnóstico se realizó durante la etapa crónica del padecimiento, no es posible establecer una fecha concreta en la que fue infectada, pero se sabe que ha portado el parásito desde una edad temprana. De acuerdo con las observaciones realizadas por la doctora responsable de la investigación en visitas anteriores, se pensaba que la paciente padecía de mega vísceras; sin embargo, en el momento de la visita, la persona se encontraba en el séptimo mes de embarazo, por lo que no fue posible determinar cualitativamente si este era el caso.

Las afecciones gastrointestinales de la enfermedad de Chagas afectan predominantemente al esófago, colón o ambos (Bern, 2015). Durante la entrevista, la mujer que padecía la enfermedad de Chagas indicó que había padecido de periodos de constipación, lo cual es un síntoma indicativo de megacolon, por lo que es posible que este sea el órgano afectado (Rassi et al, 2010). Es necesario realizar estudios más detallados para realizar un diagnóstico con certeza.

Las afecciones gastrointestinales causadas por Chagas son menos comunes que la cardiomiopatía y son más frecuentes en el Cono Sur (Argentina, Chile, Uruguay, Paraguay y el sur de Brasil). Este patrón geográfico se ha explicado por la variación en genotipos de *T. cruzi* a lo largo de América (Bern, 2015). El desarrollo de mega vísceras por parte de la persona enferma podría ser indicativo de la presencia de una variante atípica de *T. cruzi* en la población de Panales, para corroborar este punto de especulación, sería necesario aislar al parásito, secuenciarlo y compararlo con los registros presentes del *T. cruzi* endémico del Cono Sur.

Se cuestionó a la mujer enferma sobre el estado de salud de su sistema cardiaco, preguntando sobre posibles problemas de agotamiento precoz o falta de energía general. La respuesta fue negativa, por lo que no se tuvo

evidencia suficiente para sugerir cardiomiopatía; no obstante, se estima que 20 a 30 % de las personas infectadas con *T. cruzi* desarrollan cardiomiopatía crónica de Chagas (Bern, 2015), por lo que se recomendó a la persona mantenerse vigilante respecto a cualquier irregularidad de esta naturaleza.

Finalmente, se discutió con ambas personas respecto al control que mantienen sobre la propagación de los vectores. Indicaron conocer a los triatomas y que la respuesta típica de la población es matarlos. Dijeron que eran prevalentes en los hogares contruidos con materiales más sencillos, lo cual es consistente con lo indicado por la literatura (Mahmud et al, 2017). Según su experiencia, son más comunes alrededor de la zona donde los habitantes del hogar duermen, lo cual es acorde a los hábitos de alimentación nocturna de los insectos (Pérez-Molina et al, 2018). Afirmaron haber recurrido a los servicios de salud pública solicitando medicamentos, pero dijeron no haber recibido respuesta después de varios meses de espera.

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La enfermedad de Chagas es un padecimiento que sigue siendo un problema de salud pública en América Latina. Su aislamiento relativo en poblaciones rurales ha servido para que el público general ignore su existencia. En este trabajo, se ha mostrado de manera breve el ciclo de vida del tripanosoma y las consecuencias que la enfermedad acarrea a sus portadores crónicos. Durante la elaboración de este proyecto, en particular la visita hacia la comunidad de Panales en Tolimán resultó evidente la necesidad de proveer diagnóstico eficiente y oportuno a la población rural para el diagnóstico de la enfermedad, así como la importancia de la concientización de la población respecto a las señales de la fase aguda de la infección.

La atención temprana de la enfermedad es crucial, ya que el mejor momento para tratarla es durante su fase aguda, pues se ha mostrado que el medicamento es capaz de revertir la seropositividad. Una vez entrada la fase crónica, el tratamiento se vuelve menos eficiente y los riesgos para el paciente incrementan significativamente.

Para la continuación del desarrollo de estos estudios, es fundamental dar seguimiento a los pobladores de la comunidad de Panales, elaborarles pruebas periódicas de detección del parásito y establecer una línea de comunicación eficiente con el sistema de salud para que los enfermos crónicos de la tripanosomiasis reciban el apoyo médico necesario.

#### V. AGRADECIMIENTOS

Quisiera extender mi agradecimiento a la Dra. Ma. Elena Villagrán por su disposición a compartir su conocimiento, su flexibilidad en el desarrollo de las actividades y su generosidad para conmigo y mis compañeras. Igualmente, agradezco a la familia de Panales, que nos recibió en su hogar y compartió sus experiencias con la enfermedad de Chagas.

#### REFERENCIAS

1. Coura, J. R., & Viñas, P. A. (2010). Chagas disease: a new worldwide challenge. *Nature*, 465(n7301\_suppl), S6–S7. doi:10.1038/nature09221
2. Bern, C. (2015). Chagas' Disease. *New England Journal of Medicine*, 373(5), 456–466. doi:10.1056/nejmra1410150
3. Rassi, A., Rassi, A., & Marin-Neto, J. A. (2010). Chagas disease. *The Lancet*, 375(9723), 1388–1402. doi:10.1016/s0140-6736(10)60061-x
4. Pérez-Molina, J. A., & Molina, I. (2018). Chagas disease. *The Lancet*, 391(10115), 82–94. doi:10.1016/s0140-6736(17)31612-4
5. Walochnik, J., & Duchên, M. (2016). *Molecular Parasitology*. Springer-Verlag
6. Mahmud, R., Liam-Lim Y., & Amir, A. (2017). *Medical parasitology*. Springer International Publishing

# NEUROCOGNICIÓN DEL LENGUAJE: RELACIÓN ENTRE CONTROL INHIBITORIO E IRONÍA VERBAL EN ADULTOS NEUROTÍPICOS

Abril Estefanía Domínguez Gómez  
 Universidad Autónoma de Aguascalientes  
 Av. Universidad núm. 940 Ciudad Universitaria,  
 Aguascalientes, Ags. México. C. P. 20131  
*abrildominguez.g98@gmail.com*

María Magdalena Giordano Noyola  
 Instituto de Neurobiología - UNAM  
 Boulevard Juriquilla 3001,  
 Juriquilla, Querétaro, 76230, México  
*giordano@unam.mx*

Resumen— El control inhibitorio es una función ejecutiva, el cual, está implicado en el lenguaje, específicamente con sus aspectos pragmáticos, como lo es la ironía verbal. En el presente estudio se analizó la relación tanto cognitiva como neural entre el control inhibitorio y la ironía verbal. La muestra incluyó 29 adultos neurotípicos, los instrumentos utilizados fueron la prueba Gonogo, una tarea de identificación de ironía verbal, y un metanálisis. Los resultados mostraron que existe una correlación significativa entre una mayor capacidad de control inhibitorio y una clasificación más rápida de un enunciado irónico o literal. Mientras que la correlación no fue significativa cuando se asoció el puntaje en control inhibitorio y aciertos o errores en la identificación de los enunciados irónicos.

Palabras clave — control inhibitorio, ironía verbal, corteza cingulada.

Abstract — Inhibitory control is an executive function, in which pragmatic language is involved, particularly verbal irony. The cognitive and neural relationship between inhibitory control and verbal irony was analyzed in this research study. The sample included 29 neurotypical adults, the instruments used were the Gonogo test, a verbal irony identification task, and a randomized meta-analysis. The main results describe a significant correlation between a better capacity for inhibitory control and a faster classification of an ironic or literal statement but the correlation between inhibitory control score and the identification of ironic statements (rights and wrongs) was not significant.

Keywords — Inhibitory control, verbal irony, cingulate cortex.

## I. INTRODUCCIÓN

El control inhibitorio es una habilidad que permite controlar la atención, el comportamiento, los pensamientos y / o las emociones(1) y se encarga de suprimir una respuesta prepotente incorrecta para generar una respuesta correcta, pero menos automática.(2) A su vez el control inhibitorio forma parte de las funciones ejecutivas, las cuales son un conjunto de capacidades que hacen que el pensamiento se transforme en las diferentes acciones necesarias para funcionar de forma organizada, flexible, y eficaz (3). Estudios en Resonancia Magnética funcional en adultos, señalan que la corteza cingulada se relaciona con el control inhibitorio (4), específicamente la corteza cingulada anterior dorsal se considera una de las estructuras centrales responsable de la capacidad de controlar los impulsos e inhibir una respuesta anticipada (5). La corteza cingulada es una región anatómica de la corteza cerebral que tiene múltiples funciones. Se ha demostrado actividad en la corteza cingulada posterior relacionada con el procesamiento del lenguaje pragmático (6), y en funciones más específicas como la comprensión de la ironía verbal (7). Se define a la ironía verbal como una forma lenguaje figurado que comunica lo contrario de lo que se dice (8) y un aspecto clave para la interpretación exitosa de la ironía son las funciones ejecutivas, dentro de las cuales, el control inhibitorio está implicado en la interpretación de la ironía porque para acceder a la interpretación irónica de un enunciado en particular, un oyente puede necesitar suprimir la interpretación literal del mismo enunciado (9). En tal sentido, en el presente estudio se busca analizar la relación tanto cognitiva como neural entre el control inhibitorio y la ironía verbal.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### I.FUNDAMENTOS TEÓRICOS

La pragmática es un componente del lenguaje. Dentro de la pragmática, se encuentra la ironía verbal, en la cual, intervienen las funciones ejecutivas como un elemento para que se pueda comprender. Dentro de las funciones ejecutivas tenemos el control inhibitorio, el cual puede influir en la interpretación de la ironía verbal. Por lo anterior, y más la falta de información sobre la relación tanto cognitiva como neural entre el control inhibitorio como función ejecutiva para favorecer la comprensión de la ironía verbal, se realiza una relación entre los puntajes obtenidos en tareas de control inhibitorio e ironía verbal en sujetos neurotípicos para identificar si una mayor habilidad en el control inhibitorio condiciona una mejor capacidad de identificación de la ironía. Además, se analiza un área cerebral, que se relaciona tanto con tareas de control inhibitorio como de ironía verbal.

### 2. TIPO DE ESTUDIO

El enfoque del estudio es de tipo cuantitativo, con alcance y diseño descriptivo, con temporalidad transversal de tipo experimental.

### 3. PARTICIPANTES

La investigación contó con 29 participantes, de los cuales 15 eran mujeres y 14 hombres. La media de edad fue de 26.62 años (sd 5.8) con un rango que va desde los 18- 45 años. La escolaridad mínima requerida fue de licenciatura, la lateralidad manual se midió con la prueba de lateralidad manual de Edimburgo, y todos los sujetos eran diestros. Los sujetos reportaron no tener antecedentes psiquiátricos o neurológicos.

### 4. INSTRUMENTOS

#### 1) Pruebas psicométricas:

Para la evaluación de control inhibitorio se utilizó el Sistema de Construcción de Experimentos en Psicología (PEBL) es un programa que cuenta con el experimento de Go/No-Go, el cual, mediante una tarea evalúa la



inhibición de la respuesta motora, en donde ante ciertos estímulos debe ser ejecutada o inhibida (10). Para la evaluación de ironía verbal se realizó una prueba mientras el sujeto estaba dentro de un Resonador GE, 3 Tesla, antena de 32 canales. La prueba consistió en presentarle un contexto en la pantalla (aproximadamente 14-20 seg.), 3-6 seg. después le apareció una frase por un tiempo de 2 segundos, y posteriormente se les permitió que clasificaran la frase, las opciones eran: ironía, literal, mentira o absurda. Se registró el tiempo que les tomó clasificar la frase, si su clasificación fue correcta o incorrecta y se tomaron imágenes anatómicas (T1), imágenes de resonancia magnética funcional en estado de reposo, e imágenes de resonancia magnética funcional durante la realización de la prueba.

#### 2) Metanálisis:

El metanálisis sobre regiones cerebrales que presentan una actividad consistente respecto a control inhibitorio se realizó de forma automatizada por medio del sitio web Neurosynth.

#### 4. PROCEDIMIENTO

Después de la aprobación y difusión del proyecto, se obtuvo la muestra de participantes que contaban con las características necesarias, se les informó sobre el objetivo de la investigación, de la confidencialidad del manejo de los resultados obtenidos, y se programaron dos sesiones para aplicación de pruebas, una presencial y otra virtual. La aplicación de la prueba Gonogo se realizó de forma virtual, por medio de la plataforma zoom, al compartir pantalla y ceder el control al participante, el cual, realizó la tarea de forma remota. Para la prueba de ironía verbal, se citó a los participantes de forma individual en el campus, y se le aplicó la prueba. Para el metanálisis sobre regiones cerebrales que presentan una actividad consistente respecto a control inhibitorio, se ingresó al sitio web Neurosynth y en el apartado de “term-based se buscó “inhibitory control” y se generó el metanálisis automatizado.

#### 5. ANÁLISIS DE DATOS

Los resultados fueron analizados con Rstudio, con la versión R para Windows 4.1.0. En donde se generaron las medidas de tendencia central y dispersión. Por otra parte, se utilizó la correlación de Pearson con corrección de Bonferroni, para medir la relación entre las variables cuantitativas de las pruebas aplicadas y su representación fue por medio de un gráfico de matriz de correlación. En lo que respecta, Neurosynth se realizó un metanálisis automatizado de 143 estudios.

### III. RESULTADOS

#### 1. GONOGO

Los participantes varones obtuvieron una media de aciertos ante la prueba de Gonogo de 307.7 (ds 13.3). Las mujeres obtuvieron una media de 311.9 (ds 6.0). La media de la muestra en general fue de 309.7 (ds 10.5).

#### 2. IRONÍA VERBAL

Se analizaron 4 variables de interés para el proyecto las cuales se muestran en tabla 1 juntos con resultados obtenidos. La correlación entre las variables se encuentra en la figura 1, donde se observa en tonos más oscuros aquellas que tienen correlaciones positivas, y en tonos más claros las correlaciones negativas. Los asteriscos indican el nivel de significancia que existió en la correlación, siendo la significancia de .001 cuando hay 3 asteriscos, .01 con 2 asteriscos y .05 con 1 asterisco. Respecto a las variables de interés con una correlación significativa: entre Gonogo e ironía tiempo de respuesta, hay una correlación negativa moderada. Esto quiere decir que entre más altos los resultados en la prueba de Gonogo, los resultados en ironía tiempo de respuesta son más bajos. Y



entre Gonogo y literal tiempo de respuesta, hay una correlación negativa moderada de igual forma. Por lo tanto, entre más altos los resultados en la prueba de Gonogo, los resultados literal tiempo de respuesta son más bajos. Lo anterior quiere decir que los sujetos que detectaron más rápidamente la ironía tuvieron resultados más altos en la prueba de control inhibitorio, entonces existe una asociación significativa entre una mayor capacidad de control inhibitorio y una clasificación más rápida de un enunciado como irónico o literal. Sin embargo, los resultados arrojados en la prueba de control inhibitorio y los obtenidos en las pruebas de clasificación correcta de enunciados irónicos y literales no tienen una correlación significativa, por lo tanto, un puntaje más alto en pruebas de control inhibitorio no se asocia a un puntaje más alto en pruebas de ironía verbal.

### 3. METANÁLISIS DE REGIONES CEREBRALES CON ACTIVIDAD CONSISTENTE RESPECTO A CONTROL INHIBITORIO.

De los resultados obtenidos en el metanálisis, la región cerebral de interés seleccionada fue la corteza cingulada, específicamente en la coordenada: X: 4 y: 34 z: 16, siendo en esta zona el puntaje Z de 4.9, la cual, se muestra en la figura 2 en los planos sagital, coronal y transversal.

Tabla 1

Prueba	Media	Desviación estándar
Ironía Aciertos	9.31034483	5.02922494
Literal Aciertos	11.4827586	3.08939071
Ironía Tiempo de respuesta	2.10517241	0.81311843
Literal Tiempo de respuesta	2.10931034	0.82772895

Figura 1

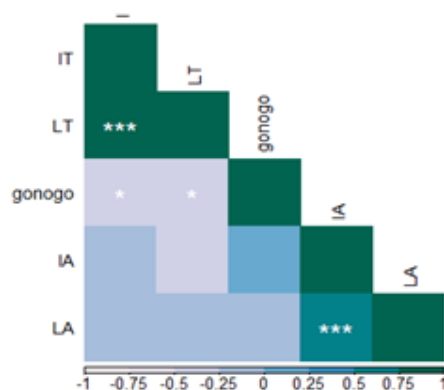
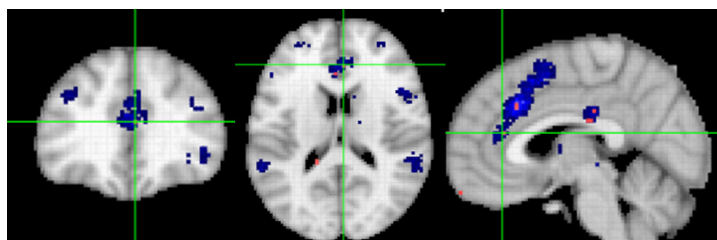


Figura 2



#### IV. DISCUSIÓN

El control inhibitorio como menciona Zajaczkowska M, está implicado en la interpretación de la ironía porque para acceder a la interpretación irónica de un enunciado, un oyente puede necesitar suprimirla interpretación literal del mismo enunciado (9) por lo tanto, en los sujetos que su capacidad de control inhibitorio es mayor, les resulta más sencillo y rápido poder identificar un enunciado irónico. Los resultados mostraron que existe una asociación significativa entre una mayor capacidad de control inhibitorio y una clasificación más rápida de un enunciado como irónico o literal, por lo tanto, se concluyó que existe una relación cognitiva entre ambas funciones, debido a que, al observar el análisis de las pruebas realizadas en los participantes, una mayor capacidad de control inhibitorio permite, junto con otras funciones ejecutivas que se integran, que el tiempo en identificar un enunciado irónico sea más corto. Por otro lado, los resultados mostraron que la correlación no fue significativa cuando se asoció el puntaje en control inhibitorio y aciertos o errores en la identificación de los enunciados irónicos. No podemos concluir una relación entre una mayor capacidad de control inhibitorio y una mejor de identificación de la ironía verbal, a pesar, de que la asociación si sea significativa cuando se habla de la variable tiempo.

La relación entre control inhibitorio e ironía verbal, no solo se compone de aspectos cognitivos, sino también comparten un área neural. Acorde a los resultados del Metanálisis realizado en Neurosynth, la corteza cingulada presenta actividad consistente en el control inhibitorio y en lo que respecta a la ironía verbal, no se pudieron analizar las imágenes obtenidas durante la prueba en el resonador por problemas técnicos y falta de tiempo, sin embargo, existen otros estudios que señalan que la corteza cingulada, específicamente corteza cingulada posterior presenta un aumento en su actividad BOLD ante tareas relacionadas con la comprensión de la ironía verbal (10).

#### V. CONCLUSIÓN

Podemos confirmar que el control inhibitorio tiene un papel importante como función ejecutiva en la comprensión de la ironía verbal, la cual a su vez es un componente significativo en el lenguaje, específicamente en los aspectos pragmáticos del mismo, y el entendimiento de las relaciones que existen en este, permite que haya una mayor comprensión del lenguaje tanto en sus componentes fisiológicos como en los patológicos. La no significación en la asociación entre puntajes altos en Gonogo y la elección correcta del enunciado irónico se puede deber a múltiples factores, como el tamaño de la muestra, la modalidad de aplicación de la prueba, etc. así que se considera importante para futuras investigaciones un tamaño de muestra más representativo y más investigación en el campo del lenguaje pragmático y como los elementos que lo constituyen dependen entre sí.

#### VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Instituto de Neurobiología de la UNAM y a la Dra. Magda Giordano Noyola por permitirme realizar este verano de investigación con ellos, a mi universidad (UAA) por el apoyo otorgado, así como a Elizabeth Valles por su paciencia, tiempo, y todo el aprendizaje brindado durante el verano.

#### REFERENCIAS

1. Diamond A. Executive Functions. *Annu Rev Psychol* [Internet]. 2012 [citado el 18 de julio de 2021];64:135–68. Disponible en: [www.annualreviews.org](http://www.annualreviews.org)
2. Ebitz RB, Hayden BY. Dorsal anterior cingulate: A Rorschach test for cognitive neuroscience. *Nat Neurosci*. el 1 de octubre de 2016;19(10):1278–9.
3. Barroso y Martín J, León Carrión J. Funciones ejecutivas: control, planificación y organización del conocimiento. Vol. 55, *Revista de psicología general y aplicada: Revista de la Federación Española de Asociaciones de Psicología*. 2002. p. 27–44.

4. MacDonald AW, Cohen JD, Andrew Stenger V, Carter CS. Dissociating the role of the dorsolateral prefrontal and anterior cingulate cortex in cognitive control. *Science*. 2000;288(5472):1835–8
5. Petersen SE, Posner MI. The attention system of the human brain: 20 years after. *Annu Rev Neurosci*. 2012;35:73–89.
6. Powell JL, Furlong J, de Bézenac CE, O’Sullivan N, Corcoran R. The Pragmatics of Pragmatic Language and the Curse of Ambiguity: An fMRI Study. *Neuroscience*. 2019;418:96–109.
7. Filik R, Turcan A, Ralph-Nearman C, Pitiot A. What is the difference between irony and sarcasm? An fMRI study. *Cortex*. 2019;115:112–22.
8. Grice PH. Logic and conversation. P. Cole & J. L. Morgan, editor. New York: Academic press; 1975. 41–58 p.
9. Zajackowska M, Abbot-Smith K. “Sure I’ll help—I’ve just been sitting around doing nothing at school all day”: Cognitive flexibility and child irony interpretation. *J Exp Child Psychol*. 2020;199.
10. Ramos Galarza CA, Guevara Vega ME, Bolaños Pasquel M, Ramos Galarza D. Adaptación y estudio descriptivo del experimento Simon en una muestra de estudiantes ecuatorianos. *Wimb Lu*. 2015;10(2):55–65.
11. Yarkoni T, Poldrack R, Nichols T, Van Essen D and Wager T. NeuroSynth: a new platform for large-scale automated synthesis of human functional neuroimaging data. *Front. Neuroinform. Conference Abstract: 4th INCF Congress of Neuroinformatics*. [Internet] 2011 [citado el 16 de agosto de 2021] doi: 10.3389/conf.fninf.2011.08.00058.

## PAPEL DEL RECEPTOR DE COLECISTOQUININA TIPO 2 (CCKR-2) EN LA ACTIVIDAD ANTICIPATORIA AL ALIMENTO

Isabel Méndez Hernández  
Instituto de Neurobiología UNAM  
Campus UNAM 3001, 76230 Juriquilla, Querétaro, Qro.  
*isabelcm@unam.mx*

Julio César Rangel Talamantes  
Benémerita Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Facultad de Médico Cirujano  
Avenida Universidad # 940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.  
*juliocrangelt@gmail.com / al188510@edu.uaa.mx*

Resumen — Los ritmos circadianos son el resultado de la interacción de los relojes moleculares y las señales ambientales, como los ciclos de luz-oscuridad y los ciclos de alimentación-ayuno. Diversas investigaciones han demostrado que el ritmo circadiano se resincroniza en roedores alimentados con desafíos metabólicos, como dietas hiper/hipocalóricas y sometidos a protocolos de alimentación con restricción de tiempo. En este trabajo se propone el posible papel de la neurohormona colecistoquinina (CCK) en el despliegue de la actividad anticipatoria al alimento mediante la activación del receptor de colecistoquinina tipo 2 (CCK2R), involucrado en funciones ansiogénicas. Se propone comparar los efectos de la ausencia del CCK2R en dos protocolos de alimentación (hipo y normocalórico) con restricción de tiempo en un modelo knock out para este receptor.

Palabras clave — colecistoquinina, actividad anticipatoria al alimento, receptor de colecistoquinina tipo 2.

Abstract — Circadian rhythms are the product of the interaction of molecular clocks and environmental signals, such as light-dark cycles and eating-fasting cycles. Several studies have demonstrated that the circadian rhythm is re-synchronized in rodents fed under metabolic challenges, such as hyper or hypocaloric diets and subjected to time-restricted feeding protocols. In this work the possible role of the neurohormone cholecystokinin (CCK) in the food anticipatory activity is proposed, by activating the cholecystokinin type 2 receptor (CCK2R), which is involved in anxiogenic functions. It is proposed to compare the effects of two time-restricted feeding protocols (hypo and normocaloric) in wild type and CCK2R knock out models.

Keywords — Cholecystokinin, food anticipatory activity, cholecystokinin type 2 receptor.

## I. INTRODUCCIÓN

Los ritmos biológicos son adaptaciones de los organismos vivos a su medio ambiente que influyen a diversas funciones biológicas. Un tipo particular de ritmos biológicos lo constituyen los ritmos circadianos como el ciclo sueño-vigilia, el ciclo de alimentación-ayuno o el perfil de secreción de algunas hormonas a lo largo de las 24 horas, demostrando la estrecha interacción entre diversos procesos metabólicos y hormonales con la ritmicidad circadiana. (1)

Un aspecto de especial interés en la interacción entre el sistema circadiano y la nutrición, es el rol que tiene la alimentación como factor sincronizador relevante de los ritmos circadianos. (1) La disponibilidad de alimentos puede actuar como una señal de tiempo predominante para la sincronización circadiana, incluso cuando el reloj maestro ubicado en el núcleo supraquiasmático no es funcional, lo que indica la existencia de una estrategia fisiológica alternativa para medir el tiempo biológico, independiente de la estimulación fótica. Este sistema de tiempo, conocido como oscilador sincronizador por alimentos se activa en respuesta a una variedad de protocolos de restricción temporal en los que el acceso al alimento se limita a unas pocas horas cada día. Además, un sello distintivo asociado con la restricción alimentaria es la aparición de un brote característico de actividad locomotora que precede a la presentación de alimentos, conocido como actividad anticipatoria al alimento. (2)

## II. MARCO TEÓRICO

### LA ACTIVIDAD ANTICIPATORIA AL ALIMENTO

La actividad anticipatoria al alimento incluye cambios conductuales y fisiológicos anticipatorios a la llegada de la comida cuando esta se restringe en el tiempo, generando un estado catabólico. La influencia circadiana es bien reconocida en este fenómeno, pues se identifica aún en condiciones ambientales constantes y cuando el tiempo de acceso diario al alimento cambia, la actividad de anticipación al alimento muestra ciclos alineados con los tiempos de alimentación. (1) Además de la actividad locomotora, la anticipación ocurre en otros parámetros fisiológicos, hormonales y metabólicos como aumento en la temperatura corporal, liberación de corticosterona y aumento de ácidos grasos libres. (3)

Cabe resaltar que no se ha relacionado la actividad anticipatoria al alimento con la ansiedad, aún cuando se observa en los modelos animales previo a la llegada del alimento. La ansiedad se define como la respuesta adaptativa de un sistema de alarma que prepara a un organismo a contener contra un peligro potencial (4). Bajo condiciones normales, los síntomas de la ansiedad son imperceptibles, pero cuando hay un estímulo fijo, como pudiera ser el caso de la privación al alimento, el ser vivo experimenta una sensación de inquietud y aprehensión que se acompaña de un aumento en la vigilancia del entorno, dificultad para concentrarse, un aumento de la tensión muscular y de numerosos síntomas autonómicos, fenómenos que ocurren en la actividad anticipatoria al alimento.

Aunque no se ha identificado el centro anatómico regulador (u oscilador) del reloj circadiano sincronizado por alimento, se sabe que las señales nutricionales de la periferia como liberación de ácidos grasos libres, los cuerpos cetónicos y diversas hormonas transmiten información sobre el estado de alimentación y el estado metabólico de la periferia al sistema nervioso central (3). Estos mensajes nutricionales de los órganos periféricos constituyen entradas sincronizadas para este sistema de cronometraje específico. En esta propuesta de investigación se pretende demostrar el papel de la colecistoquinina (CCK) como mensajero periférico y su receptor tipo 2 como una parte de señales concertadas que dan origen a la actividad anticipatoria al alimento.

## LA COLECISTOQUININA

La colecistoquinina (CCK) es uno de los neuropéptidos más abundantes, presentes en cantidades de microgramos en el cerebro. (5) que es secretada por células enteroendocrinas (células I) localizadas en la mucosa del duodeno, yeyuno e íleon proximal como respuesta a la presencia de ácidos grasos libres y proteínas, así como por neuronas especializadas en el plexo mientérico y el hipotálamo. (6)

Esta hormona se sintetiza como un polipéptido prepro-CCK de 115 aminoácidos que se escinde postraducionalmente con ayuda de la endopeptidasa 24:11 para generar a las otras isoformas (7). La isoforma de 33 aminoácidos (CCK-33), secretada en el intestino delgado de humanos es la más conocida (8), pero existen otras isoformas como CCK-8 y CCK-58. La CCK-58 es la forma circulante más grande de la hormona en humanos, ratas y perros. (6) La CCK-8 es el fragmento más pequeño con actividad biológica completa, además es la única isoforma producida por el hipotálamo (5) y por ende es la única forma en el sistema nervioso central, mientras que CCK-33, CCK-8 y CCK-58 son las producidas a nivel periférico, como se muestra en la figura 1. (9)

La CCK realiza numerosas funciones reguladoras en el intestino y el cerebro. En el sistema gastrointestinal, la CCK se ha relacionado con el vaciamiento y la distensión gástrica, la contracción de la vesícula biliar, la secreción pancreática y la motilidad intestinal. En el sistema nervioso, la CCK juega un papel en la ansiedad y la saciedad(6),(tabla 1).

## LOS RECEPTORES DE COLECISTOQUININA

La CCK realiza sus numerosas funciones al unirse a sus receptores ubicados en los órganos diana. Se han identificado dos receptores diferentes: CCKR-1 y CCKR-2 (anteriormente conocidos como receptores CCK-A “Alimentary” y CCK-B “Brain”, respectivamente). Los receptores CCKR-1 están presentes principalmente en el tracto gastrointestinal, el plexo mientérico y las aferencias vagales, mientras que los CCKR-2 se expresan predominantemente en el cerebro(6). La ubicación anatómica precisa de estos dos tipos de receptores proporciona sustratos morfológicos para muchas de las diversas funciones atribuidas a la CCK neural, que incluyen alimentación, saciedad, control neuroendocrino y ansiedad, (tabla 1). (5)

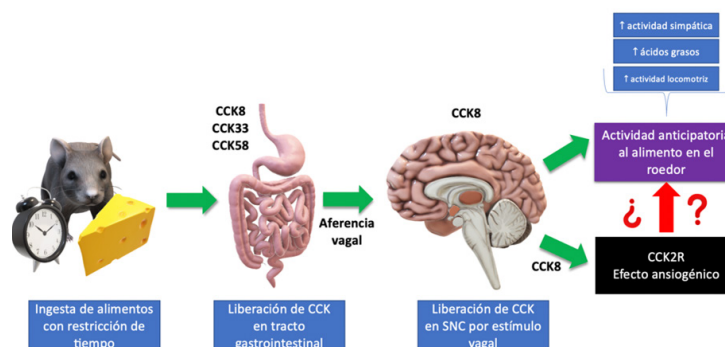
Los efectos inhibidores de la alimentación están mediados a través de interacciones con CCKR-1 (13), mientras que el CCKR-2 son los implicados en funciones ansiogénicas, (14)(figura 1).

Dado que el CCKR-2 desempeña funciones ansiogénicas, que su activación es mediante hormonas producidas en el tracto digestivo, que está presente en el sistema nervioso central, y que su liberación es regulada por los ácidos grasos libres, se propone que su activación contribuye a la promoción de la actividad anticipatoria al alimento.

TABLA 1. Tipos de receptores de CCK descritos en la literatura, con su localización y funciones más características. (7,10–12)

RECEPTOR	LOCALIZACIÓN	FUNCIÓN
CCKR-1	“Periféricos”: páncreas, vesícula biliar, mucosa gástrica e intestino y algunas estructuras del SNC (nervio vago, hipotálamo, núcleo del tracto solitario, área postrema, retina)	Estimula contracción de vesícula biliar, aumento de secreción exocrina del páncreas, efecto anorexígeno a corto plazo y disminución de la motilidad gástrica.
CCKR-2	“SNC”: Hipotálamo dorsomedial, tallo cerebral (sustancia gris periacueductal), nervio vago, retina, mucosa gástrica y células inmunes (monocitos y linfocitos T)	Ansiogénesis. Algunas funciones digestivas, a excepción de producir saciedad.

FIGURA 1. Propuesta de investigación.



Los efectos inhibidores de la alimentación están mediados a través de interacciones con CCKR-1 (13), mientras que el CCKR-2 son los implicados en funciones ansiogénicas, (14)(figura 1).

Dado que el CCKR-2 desempeña funciones ansiogénicas, que su activación es mediante hormonas producidas en el tracto digestivo, que está presente en el sistema nervioso central, y que su liberación es regulada por los ácidos grasos libres, se propone que su activación contribuye a la promoción de la actividad anticipatoria al alimento.

## II. HIPOTÉISIS

En modelos de ratas knock out del CCKR-2 se producirá la disminución o ausencia de la actividad anticipatoria al alimento inducida por restricción temporal de alimento en comparación a las ratas control.

### OBJETIVO GENERAL

Analizar si CCKR-2 contribuye al despliegue de la actividad anticipatoria del alimento.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Investigar si la expresión de CCK hipotalámica e intestinal se sincroniza por la restricción temporal de alimento.
- 2) Determinar si la actividad anticipatoria al alimento se asocia con ansiedad. Y
- 3) Dilucidar si el CCKR-2 participa en el despliegue de la actividad anticipatoria al alimento.

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

### *Animales experimentales*

Se usarán ratones de laboratorio *mus musculus* para el experimento, que se mantendrán en ciclos de luz-oscuridad de 12:12h (luces encendidas a las 08:00 h y apagadas a las 20:00 h) y a temperatura constante ( $22 \pm 1^\circ \text{C}$ ). Se alojarán individualmente para registrar su actividad locomotora o se mantendrán en grupos de 4 en jaulas acrílicas transparentes (40 x 50 x 20 cm) para el análisis metabólico y molecular. Todos los grupos recibirán alimento y agua ad libitum durante 1 semana de habituación, para asignarse al azar a grupos de alimentación con restricción de tiempo. Los ratones KO para el CCK2R homocigotos se obtendrán de la Universidad La Trobe (Melbourne, Australia), de una colonia desarrollada mediante la selección de genes como previamente se ha descrito. (15)

### *Diseño experimental*

Los ratones se asignarán aleatoriamente a uno de los 6 grupos que se muestran en la figura 2. Después de 3 se-



manas, deberán de ser sometidos a eutanasia por decapitación 4 animales por grupo cada 3 h en un ciclo día-noche de 24 h. Los animales deberán de ser manipulados de acuerdo con la Guía Institucional para el Cuidado y Uso de Animales en Experimentación Biomédica de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y estándares para la investigación de ritmos biológicos. (2,10) didas de ingesta alimentaria

#### *Medición de ansiedad*

Para determinar si la actividad anticipatoria al alimento se asocia a ansiedad y de ser el caso, ocasionada por el receptor de CCK tipo 2, el parámetro para su evaluación será el laberinto elevado en cruz (modelo de respuesta no condicionada) un día por semana, cada 2 horas, con 2 ratones de cada grupo. (16)

#### *Medición de la actividad locomotora*

La actividad locomotora se registrará empleando un sistema de detección de movimiento basado en un cruce de detección de luz infrarroja registrados por una computadora cada 10 minutos (celda de contenedor). Cada interrupción del haz se considerará como un evento único. Los datos de la actividad locomotora se analizarán a través de actogramas de doble trazado y formas de onda promedio utilizando el software Actiview V. (2)

#### *Medidas de ingesta alimentaria y peso corporal*

El peso corporal se cuantificará para todos los grupos una vez a la semana a la misma hora. El consumo de alimentos se medirá pesando la comida antes y después de la restricción alimentaria y en los grupos ad libitum una vez al día a la misma hora. El rendimiento metabólico se analizará individualmente en jaulas metabólicas mediante calorimetría indirecta. Para el análisis, se utilizarán dos ratones de cada grupo para medir el coeficiente respiratorio y el gasto de energía cada 20 minutos durante 3 días después de 2 días de habituación.

#### *Medición del peso de los órganos*

Al final de la investigación, se diseccionará y pesará el tejido adiposo retroperitoneal, tejido adiposo genital, tejido adiposo visceral, estómago, asas intestinales, hígado, corazón y riñón para analizar si hay influencia de la restricción calórica en el pesaje.

#### *Medición de la expresión de cck en el hipotálamo*

Para determinar si existe ritmicidad y/o sincronización por la restricción temporal al alimento en la liberación de CCK del hipotálamo, se evaluará sacrificando 4 animales por grupo cada 3 horas durante un período de 24 horas al final del experimento con la técnica Western Blot en homogenizado de tejido. (17)

FIGURA 2. Representación del diseño experimental con los 6 grupos de modelos. AL: ratones alimentados ad libitum; NCT: ratones con aumento progresivo de la ingesta de calorías para lograr una alimentación con restricción de tiempo (8 horas) normocalórica; HCT: alimentación hipocalórica sostenida restringida en el tiempo (6 horas).



#### *Medidas de ingesta alimentaria y peso corporal*

El peso corporal se cuantificará para todos los grupos una vez a la semana a la misma hora. El consumo de

alimentos se medirá pesando la comida antes y después de la restricción alimentaria y en los grupos ad libitum una vez al día a la misma hora. El rendimiento metabólico se analizará individualmente en jaulas metabólicas mediante calorimetría indirecta. Para el análisis, se utilizarán dos ratones de cada grupo para medir el coeficiente respiratorio y el gasto de energía cada 20 minutos durante 3 días después de 2 días de habituación.

#### *Medición del peso de los órganos*

Al final de la investigación, se diseccionará y pesará el tejido adiposo retroperitoneal, tejido adiposo genital, tejido adiposo visceral, estómago, asas intestinales, hígado, corazón y riñón para analizar si hay influencia de la restricción calórica en el pesaje.

#### *Medición de la expresión de cck en el hipotálamo*

Para determinar si existe ritmicidad y/o sincronización por la restricción temporal al alimento en la liberación de CCK del hipotálamo, se evaluará sacrificando 4 animales por grupo cada 3 horas durante un período de 24 horas al final del experimento con la técnica Western Blot en homogenizado de tejido. (17)

#### *Medición de cck y cortisol en el plasma*

La utilidad de esta medición será para determinar si existe ritmicidad y/o sincronización en su liberación. Todos los días, se seleccionarán aleatoriamente 4 ratas de cada grupo experimental para la medición. Se obtendrá la sangre de los animales cada 3 horas para medir el perfil a lo largo de las 24 horas. Se hará con un kit de electroinmunoensayo (E.I.A.). El kit se obtendrá de la siguiente liga: <https://www.sigmaaldrich.com/MX/es/product/sigma/rab0039>. (18)

## IV. RESULTADOS

Este reporte es el resultado de la investigación bibliográfica durante mi estancia de investigación en el 21º Verano de la ciencia de la Región Centro. A partir de la recolección de información, se hicieron actividades de escritura y presentaciones de una propuesta novedosa para plantear el posible papel de la CCK en la generación de la actividad anticipatoria al alimento producida por la restricción temporal de alimento, a través de CCKR-2.

## V. CONCLUSIONES

Considero que participar en el Verano de la Ciencia es una gran oportunidad para los estudiantes que están interesados en el campo de la investigación, puesto que además de desarrollar nuestro pensamiento inductivo e hipotético-deductivo, nos enseña a identificar problemas o situaciones que requieren de una explicación. Sin duda alguna, lo que me llevo de mi estancia es la habilidad para la búsqueda de información y un pensamiento crítico más desenvuelto que me servirá para los próximos proyectos de investigación.

## VI. RECONOCIMIENTO

Agradezco a la Dra. Isabel Méndez Hernández por su guía y ayuda durante esta investigación, esperando volver a coincidir en el futuro para la realización de dicho trabajo.

## REFERENCIAS

1. Nutr RC. Regulación circadiana, patrón horario de alimentación y sueño: Enfoque en el problema de obesidad. Artículo de Revisión / Review Article. 2019;46(6):783–91.
2. García-Gaytán AC, Miranda-Anaya M, Turrubiate I, López-De Portugal L, Bocanegra-Botello GN, López-Is-las A, et al. Synchronization of the circadian clock by time-restricted feeding with progressive increasing calorie intake. Resemblances and differences regarding a sustained hypocaloric restriction. Sci Rep. 2020;10(1):1–17.
3. Challet E, Mendoza J, Dardente H, Pévet P. Neurogenetics of food anticipation. Eur J Neurosci. 2009;30(9):1676–87.

4. Heinze G. Dónde y cómo se produce la ansiedad: sus bases biológicas. 2003;16–28.
5. Vázquez-León P, Campos-Rodríguez C, Gonzalez-Pliego C, Miranda-Páez A. Differential effects of cholecystokinin (CCK-8) microinjection into the ventrolateral and dorsolateral periaqueductal gray on anxiety models in Wistar rats. *Horm Behav* [Internet]. 2018;106(October):105–11. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2018.10.003>
6. Dockray GJ. Cholecystokinin. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2012;19(1):8–12.
7. Reeve JR, McVey DC, Bunnett NW, Solomon TE, Keire DA, Ho FJ, et al. Differences in receptor binding and stability to enzymatic digestion between cck-8 and cck-58. *Nursing (Lond)*. 1995;25(3):50–5.
8. Matter DRY, In I. Un acercamiento a la relación de las hormonas gastrointestinales con el consumo de alimento en rumiantes.pdf. 2011;1.
9. Denecke H, Meyer F, Feldkamp J, Fritzen R, Pietrowsky R. Repetitive intranasal administration of cholecystokinin potentiates its central nervous effects. *Physiol Behav*. 2004;83(1 SPEC. ISS.):39–45.
10. Chen H, Kent S, Morris MJ. Is the CCK2 receptor essential for normal regulation of body weight and adiposity? *Eur J Neurosci*. 2006;24(5):1427–33.
11. Horinouchi Y, Akiyoshi J, Nagata A, Matsushita H, Tsutsumi T, Isogawa K, et al. Reduced anxious behavior in mice lacking the CCK2 receptor gene. *Eur Neuropsychopharmacol*. 2004;14(2):157–61.
12. Shimazoe T, Morita M, Ogiwara S, Kojiya T, Goto J, Kamakura M, et al. Cholecystokinin A receptors regulate photic input pathways to the circadian clock. *FASEB J*. 2008;22(5):1479–90.
13. Bi S, Moran TH. Actions of CCK in the controls of food intake and body weight: Lessons from the CCK-A receptor deficient OLETF rat. *Neuropeptides*. 2002;36(2–3):171–81.
14. Wang H, Wong PTH, Spiess J, Zhu YZ. Cholecystokinin-2 (CCK2) receptor-mediated anxiety-like behaviors in rats. *Neurosci Biobehav Rev*. 2005;29(8):1361–73.
15. Nagata A, Ito M, Iwata N, Kuno J, Takano H, Minowa O, et al. G protein-coupled cholecystokinin-B/gastrin receptors are responsible for physiological cell growth of the stomach mucosa in vivo. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1996;93(21):11825–30.
16. Polanco LA, Vargas-Irwin C, Góngora ME. Modelos animales: Una revisión desde tres pruebas utilizadas en ansiedad. *Suma Psicol*. 2012;18(2):141–8.
17. Hirano S. Chapter 6: Chapter 6 Instructions. *NanotoxicityMethods Protoc Methods Mol Biol*. 2012;926(6):87–97.
18. Otero González AJ. Inmunoensayos enzimáticos para detectar agentes infecciosos o sus productos: algunos diseños y aplicaciones. *Rev Cubana Med Trop* [Internet]. 2010;62(3):167–79. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0375-07602010000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=es%0Ahttp://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0375-07602010000300002&lang=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602010000300002&lng=es&nrm=iso&tlng=es%0Ahttp://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07602010000300002&lang=es)

# ALTERACIONES CARDIACAS EN MODELO DE RATÓN POR CEPAS DE *TRYPANOSOMA CRUZI*, OBTENIDA DE SUS VECTORES NATURALES

Kimberly Ruvalcaba Carreón  
Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Avenida Universidad 940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags  
*al187875@edu.uaa.mx*

Ma. Elena Villagrán Herrera  
Universidad Autónoma de Querétaro  
Clavel 200, Prados de La Capilla, 76176 Santiago de Querétaro, Qro  
*mevh@uaq.mx*

Resumen — La enfermedad de Chagas es causada por *Trypanosoma cruzi*. Presenta tres fases: aguda, indeterminada y crónica. La fase crónica, puede producir daño cardíaco, esofágico o colónico. Se empleó un modelo murino para la determinación de alteraciones orgánicas producidas por cepas de *T. cruzi* en medios de cultivo y obtenidas de vector natural. Se evaluaron cambios anatomomorfológicos, parasitemia, alteraciones histopatológicas en corazón, músculo esquelético, cerebro e intestino, y presencia de anticuerpos con pruebas inmunológicas. Los inoculados con cepas de medios de cultivo presentaron cambios histopatológicos y/o presencia de anticuerpos; los subgrupos inoculados con vector natural de Nayarit y Jalisco mostraron cambios en todas las variables. Las diferentes cepas de *T. cruzi* varían en patogenicidad dependiendo la zona endémica, vector/reservorio y reinfecciones.

Palabras clave — Enfermedad de Chagas, *Trypanosoma cruzi*, corazón.

Abstract — Chagas disease is caused by *Trypanosoma cruzi*. It has three phases: acute, indeterminate, and chronic. The chronic phase can cause heart, esophageal and colonic damage. A murine model was used for the determination of organic alterations produced by strains of *T. cruzi* on cultive mediums and obtained from natural vector. Anatomorphological changes, parasitaemia, histopathological alterations in heart, skeletal muscle, brain and intestine, and presence of antibodies with immunologic test were evaluated. Those inoculated with strains from cultive mediums showed histopathological changes and/or presence of antibodies; the subgroups inoculated with natural vector from Nayarit and Jalisco showed changes in all variables. The different strains of *T. cruzi* vary in their pathogenicity depending on the endemic zone, vector/reservoir, and reinfections.

Keywords — Chagas disease, *Trypanosoma cruzi*, heart

## I. INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Chagas o tripanosomiasis americana es causada por *Trypanosoma cruzi*, protozooario flagelado, que se transmite en forma natural por insectos hematófagos.<sup>1</sup> Alrededor de 20 millones de personas viven en regiones endémicas; aproximadamente 8 millones de personas se encuentran infectadas.<sup>2</sup> Las áreas de mayor endemia se encuentran en Latinoamérica, muchos países no endémicos como Estados Unidos, Canadá y algunos países europeos tienen riesgo de transmisión por los diferentes modelos migratorios. Existen varias formas de transmisión, como la infección por ingestión oral, a través de la piel con tripomastigotes que provienen de las heces del vector, la transfusión de hemocomponentes, el trasplante de órganos y la transmisión maternofetal, entre otras.<sup>3</sup>

La enfermedad se caracteriza por tres fases: aguda, indeterminada o latente y crónica. El periodo de incubación es de 7 a 14 días.<sup>4</sup> Menos del 5% de individuos en la fase aguda desarrollan sintomatología. Del 50 al 70% de casos crónicos presentan una etapa latente careciendo de síntomas clínicos y con resultados paraclínicos normales.<sup>5</sup> La fase crónica clínicamente se desarrolla 10 a 30 años posterior a la infección inicial. El 70% de los casos no desarrollan daño en órganos blanco y persisten asintomáticos; en el resto, puede presentarse daño cardíaco o compromiso de vísceras huecas, como esófago y colon.<sup>3, 6, 7</sup> El desarrollo de megaesófago y megacolon chagásico produce manifestaciones clínicas en un 5 al 10% de los pacientes.<sup>8</sup> El principal factor de morbilidad en estos pacientes es el desarrollo de cardiopatía chagásica. Se manifiesta por fallo cardíaco, tromboembolia pulmonar, arritmias, aneurismas ventriculares, muerte cardíaca.<sup>8, 9, 10</sup>

El trabajo tiene como fin determinar el nivel de parasitemia y presencia de alteraciones histopatológicas en ratones infectados por *T. cruzi*, obtenido de vectores naturales.

## II. MARCO TEÓRICO (OPCIONAL)

Las alteraciones cardíacas en la fase aguda se caracterizan por una ligera cardiomegalia con dilatación en las cámaras cardíacas izquierdas; de manera microscópica se caracteriza por una miocarditis focalizada.<sup>11</sup> La fase crónica se caracteriza por una cardiomegalia moderada marcada por una hipertrofia y dilatación en ambos ventrículos, así como se presenta un adelgazamiento en la región apical (aneurisma apical).<sup>12</sup> La lesión tisular producida en corazón y tracto gastrointestinal se encuentra vinculado con la intensidad de parasitemia y el tropismo tisular propio del parásito.<sup>13</sup>

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Ratones y Parásitos

Se emplearán 20 ratones de la cepa CD-1, machos de 4 semanas de edad fueron empleados en este estudio. Serán adquiridos del bioterio del Instituto de Neurobiología UNAM, ubicado en Juriquilla, y conservados en el animalario de la Facultad de Medicina de la UAQ, serán alimentados con cuadrucubos para ratones y la toma de agua limpia se cambiará cada tercer día. Los criterios de exclusión incluyen ratones mayores de 5 semanas, no pertenecientes a la cepa CD-1 y ratones hembra. Se dividirán en 2 grupos, 3 se emplearán como prueba piloto siendo inoculados con cepas en medio de cultivo (MTL, Grace y LIT), 2 de ellos serán modelos control y el resto se inocularán con parásitos obtenidos del vector natural.

Los parásitos serán obtenidos del intestino de triatomas capturados en su hábitat natural, ambiente peri e intradomiciliario, de diferentes zonas geográficas. Se utilizarán 3 cepas diferentes previamente cultivadas de *T. cruzi*: TcSN3, TcH4, TC Tulahuen, obtenidas del suero de pacientes infectados con *T. cruzi* y conservadas a una temperatura de -80°C.

### B. Triatominos e Inoculación de ratones

Las formas parasitarias de *Tripanosoma cruzi* fueron obtenidas de 30 triatominos, diferenciándose en especie y/o región geográfica obtenida. Se utilizarán 10 triatominos de la especie *Triatoma mexicana* obtenidos en San Pablo, Toluca en Querétaro, México; 10 ejemplares de la especie *Triatoma longipennis* obtenidos en la comunidad de Jala en Nayarit, México y otros 10 ejemplares capturados en la comunidad de Talpa en Jalisco, México. De los 20 ratones de la muestra, se inocularon a 18 ratones, machos de la cepa CD-1 de 4 semanas de nacidos de manera intraperitoneal, empleando un volumen de inoculación de  $3 \times 10^6$ . 14, 15 Aquellos no inoculados serán utilizados como control para la comparación de las variables a estudiar con los otros dos grupos de ratones inoculados.

### E. Instrumentos

Se utilizará un registro observacional diario de variables anatomomorfológicas, con énfasis en ojos, orejas, bigotes, nariz, mejillas, pelo, patas. Se consideran 3 categorías de cambios de tono, color, grosor, caída o arrastre, etc. 0 – Ausencia, 1 – Leve, 2 – Severo. 15

Se cortará un trozo de cola (1mm) obteniendo una gota, para observar en fresco al microscopio óptico la presencia o ausencia de formas parasitarias. Se promediaras los parásitos observados con la cámara de Neubauer en 100 campos de lectura. 16 El conteo del nivel de parasitemia se iniciará desde el día 5 después de la inoculación y se repite cada 5 días hasta los 90 días, a menos de que se produjera la muerte anticipada del ratón.

A los 90 días después de la inoculación y dependiendo del grado de positividad, se sacrificarán los ratones y se obtendrá biopsia de corazón, músculo esquelético, cerebro e intestino para estudio histopatológico. 16 Se realizarán las pruebas de Hemaglutinación Indirecta (HAI), ELISA FeSOD y Western Blot FeSOD a partir de sangre cardiaca. 17

## IV. RESULTADOS

### A. Prueba piloto con cepas en medio de cultivo

Los ratones inoculados a partir de cepas obtenidas de medios de cultivos no presentaron ningún cambio dentro de las variables anatomomorfológicas evaluadas (Tabla 1); en cuanto al nivel de parasitemia evaluado no se evidencio la presencia de formas tripomastigotas o epimastigotas del parásito durante los 90 días del estudio. (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados de Variables Anatomomorfológicas y Nivel de Parasitemia

Cepa	Tc SN3	Tc H4	Tc Tulahuen
Puntaje en variables	0	0	0
Parasitemia	X	X	X

Tabla 2. Resultados de Alteraciones Histopatológicas en diferentes órganos

Órgano / Cepa	Corazón	Intestino	Cerebro	Músculo Esquelético
Tc SN3	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo
Tc H4	Negativo	Positivo	Negativo	Negativo
Tc Tulahuen	Positivo	Positivo	Negativo	Positivo



Fig. 1. a) Pseudoquistes en músculo esquelético en cepa SN3 (HE. X400). b) Pseudoquistes en músculo cardíaco en cepa Tulahuen (HE. X400)

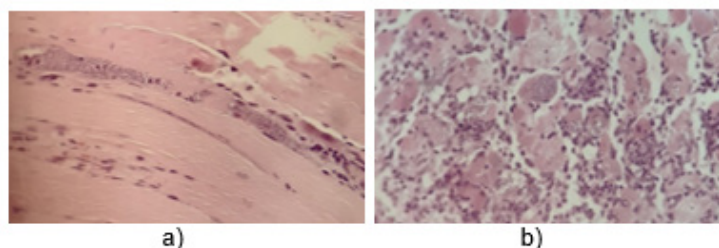


Tabla 3. Resultados de Pruebas Inmunológicas

Prueba / Cepa	HAI	ELISA FeSOD	Western Blot FeSOD
Tc SN3	X	Positivo	Positivo
Tc H4	X	X	X
Tc Tulahuen	X	Positivo	Positivo

Todos los subgrupos presentaron hipertrofia en intestino, de manera selectiva se presenta una hipertrofia en músculo esquelético en las cepas Tc SN3 y Tc Tulahuen (Figura 1); solo la cepa Tc Tulahuen evidenció una hipertrofia en músculo cardíaco (Tabla 2) (Figura 1). Según las pruebas inmunológicas ninguna de las 3 cepas presentó una positividad al realizar la HAI; los estudios realizados con ratones inoculados con Tc SN3 y la cepa Tc Tulahuen fueron positivos en las pruebas de ELISA FeSOD y Western Blot FeSOD (Tabla 3).

#### B. Ratones inoculados con *T. cruzi* obtenido de vector natural

Los ratones inoculados con parásitos del *Triatoma mexicana* de Querétaro, y los inoculados con parásitos del *Triatoma longipenis* de Nayarit no evidenciaron ningún cambio en las variables evaluadas. Aquellos inoculados con parásitos del *Triatoma longipenis* de Jalisco presentaron cambios en las variables desde el día 15 después de la inoculación, registrando un nivel 1 en todas las variables, 5 días después los cambios se consideraron como severos, dándole un puntaje de 2 desde el día 20 hasta el día 90 (Tabla 4).

Los niveles de parasitemia presentados en los ejemplares inoculados de los vectores de Querétaro fueron negativos durante todo el desarrollo del ensayo; los inoculados con el vector de Nayarit presentaron un resultado positivo desde el día 25 posterior a la inoculación; los inoculados con vectores de Jalisco mostraron una positividad desde el día 15 (Tabla 5).

Tabla 4. Resultados de Variables Anatomomorfológicas

Area Geográfica/Puntaje en variables	<i>Triatoma mexicano</i> . Querétaro	<i>Triatoma longipenis</i> . Nayarit	<i>Triatoma longipenis</i> . Jalisco
Día 0-5	0	0	0
Día 15	0	0	1
Día 20-90	0	0	2

Tabla 5. Resultados del Nivel de Parasitemia

Día/Zona Geográfica	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Querétaro	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Nayarit	X	X	X	X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Jalisco	X	X	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+



Tabla 6. Resultados de Alteraciones Histopatológicas en diferentes órganos

Órgano/Zona Geográfica	Corazón	Intestino	Cerebro	Músculo Esquelético
Querétaro	Negativo	Negativo	Negativo	Negativo
Nayarit	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
Jalisco	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo

Fig. 2. a) Pseudoquistes en miocardio en cepa de Talpa, Jalisco (HE. X400). b) Pseudoquistes en miocardio en cepa Jala, Nayarit (HE. X400)

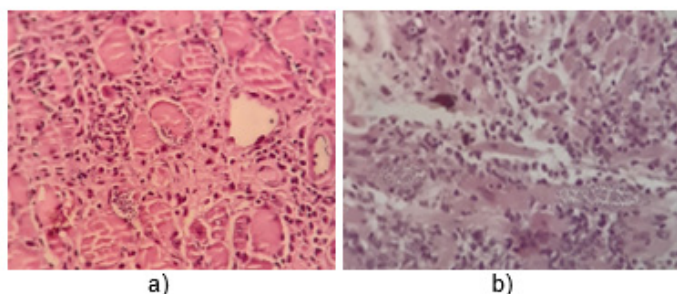


Tabla 7. Resultados de Pruebas Inmunológicas

Prueba/Zona Geográfica	HAI	ELISA FeSOD	Western Blot FeSOD
Querétaro	X	X	X
Nayarit	Positivo	Positivo	Positivo
Jalisco	Positivo	Positivo	Positivo

Los ratones inoculados con vectores de Querétaro no presentaron alteración en ningún órgano evaluado; pero los inoculados con *Triatoma longipennis* tanto de Nayarit y Jalisco presentaron cambios histopatológicos en los 4 órganos evaluados (Tabla 6) (Figura 2). En las pruebas inmunológicas se presentó un resultado negativo en las 3 pruebas aplicadas en los ratones inoculados con vector de Querétaro, pero los inoculados con *Triatoma longipennis* de ambos estados dieron un resultado positivo en todas las pruebas realizadas (Tabla 7).

## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

La enfermedad de Chagas es considerada como una de las principales enfermedades tropicales olvidadas a nivel mundial.<sup>13</sup> El tropismo tisular y patogenicidad de las cepas de *T. cruzi* difieren según las áreas de México, los tejidos que con mayor frecuencia son infectados son los órganos viscerales, peritoneo y el sistema nervioso central.<sup>18</sup>

El diagnóstico de la enfermedad de Chagas en etapa aguda se realiza con la determinación de parasitemia, demostrado por microscopia directa con un examen de gota gruesa, o por xenodiagnóstico. La fase crónica debe ser confirmada con resultados positivos de al menos dos pruebas serológicas, como inmunofluorescencia indirecta, prueba de ELISA, hemaglutinación indirecta, fijación del complemento, y aglutinación directa.<sup>3, 11</sup>

El genotipo de *T. cruzi*, exposición persistente a vectores, detección de parasitemia, adquisición oral e infecciones recurrentes se relacionan con el inicio y gravedad de la enfermedad.<sup>9, 19</sup> Se presenta una mayor proporción de alteraciones cardiacas en pacientes nacidos y criados en estados de pobreza, medios rurales y regiones endémicas, así como lugares con clima tropical o subtropical, los cuales por lo general cohabitan con animales considerados reservorios del parásito *T. cruzi*.<sup>2, 18</sup>

Las medidas terapéuticas que pueden emplearse en la enfermedad de Chagas dependerán de la fase clínica en la

que se encuentre el paciente. En la fase aguda se emplea el tratamiento etiológico que busca como primer objetivo evitar complicaciones inmediatas e impedir la progresión hacia la fase crónica.<sup>3, 4</sup> Los únicos fármacos que se prescriben son: Nifurtimox y Benznidazol.<sup>1, 4, 20</sup> En la fase crónica el uso del tratamiento se realiza con el fin de evitar la progresión de la enfermedad hacia el daño cardíaco o digestivo.<sup>3</sup> En pacientes con síntomas cardíacos, se emplean anticoagulantes y fármacos cardiotropos. Los marcapasos son útiles en pacientes con arritmias de mal pronóstico. El trasplante cardíaco es una alternativa en la cardiopatía de Chagas terminal. El megaesófago se trata de la misma forma que la acalasia idiopática. El megacolon en su fase inicial puede tratarse con dietas ricas en fibra y en ocasiones con laxantes o enemas.<sup>4, 5,</sup>

La prevención de la enfermedad tiene como base la mejoría de las condiciones socioeconómicas y educativas de la población en riesgo.<sup>4</sup> La OMS enfatiza en dos pilares: la atención a los pacientes infectados, enfermos y sus convivientes, debido a que están expuestos al vector, además de la interrupción de la transmisión, en especial la transmisión vectorial intradomiciliaria y la transmisión transfusional y por trasplantes de órganos.<sup>1</sup>

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La enfermedad de Chagas representa una enfermedad con una relevancia importante en el continente americano debido a su alta prevalencia a pesar de ser infradiagnosticada. Debido a la poca importancia prestada hay millones de personas sufriendo de las consecuencias de dicha enfermedad en forma de alteraciones cardíacas o en tracto digestivo, ya que esta enfermedad es sufrida en su mayoría por personas con bajos recursos económicos las diversas medidas terapéuticas que se podrían brindar en fases agudas y crónicas son escasas o bien inexistentes. Es vital educar a la población en riesgo y realizar esquemas de prevención que permitan disminuir la seroprevalencia de *Trypanosoma cruzi*.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco a la Universidad Autónoma de Querétaro por el recibimiento a sus instalaciones, así como a la Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes por el financiamiento a dicho viaje.

## REFERENCIAS

1. Salazar-Schettino P, Bucio-Torres M, Cabrera-Bravo M, Castillo-Saldaña D, Zenteno-Galindo E, Rojo-Medina J, et al. Enfermedad de Chagas en México. *Rev. la Fac Med la UNAM*. 2016;59(3):6–16.
2. Camacho-Calderón N, Villagrán-Herrera M, Sánchez-Moreno M, Solís-Sainz J, Hernández-Montiel H, González-Pérez G, et al. Cardiac abnormalities in *Trypanosoma cruzi* seropositive patients in the State of Querétaro, México. *Rev Mex Cardiol*. 2017;28(1):4–9.
3. Palmezano-Díaz J, Plazas-Rey L, Rivera-Castillo K, Rueda-Rojas V. Enfermedad de chagas: realidad de una patología frecuente en Santander, Colombia. *Rev los Estud la Univ Ind Santander*. 2015;28(1):81–90.
4. Murillo-Godínez G. Enfermedad de Chagas (tripanosomiasis americana). *Med Interna México*. 2018;34(6):959–70.
5. Apt W, Arribada A, Zulantay I, Saavedra M, Araya E, Solari A, et al. *Trypanosoma cruzi* burden, genotypes, and clinical evaluation of Chilean patients with chronic Chagas cardiopathy. *Parasitol Res*. 2015;114(8):3007–18.
6. Abuhid I, Pietra E, Rezende N. Gammagrafía para Detección de Compromiso Miocárdico en la Forma Indeterminada de la Enfermedad de Chagas. *Arq Bras Cardiol*. 2010;95(1):30–4.
7. Andrade J, Marin J, Vincenzo A, Vilas F, Moraes G, Bacal F. Directriz Latinoamericana para el Diagnóstico y Tratamiento de la Cardiopatía Chagásica. Resumen Ejecutivo. *Arq Bras Cardiol*. 2011;96(6):434–42.
8. Marin-Neto JA, Cunha-Neto E, Maciel BC, Simões M V. Pathogenesis of chronic Chagas heart disease. *Circulation*. 2007;115(9):1109–23.

9. Chadalawada S, Sillau S, Archuleta S, Mundo W, Bandali M, Parra-Henao G, et al. Risk of Chronic Cardiomyopathy Among Patients With the Acute Phase or Indeterminate Form of Chagas Disease: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw open*. 2020;3(8):1–15.
10. Melo RCN. Acute heart inflammation: Ultrastructural and functional aspects of macrophages elicited by *Trypanosoma cruzi* infection. *J Cell Mol Med*. 2009;13(2):279–94.
11. Figueiredo F, Marin-Neto JA, Rossi MA. The evolution of experimental *Trypanosoma cruzi* cardiomyopathy in rabbits: Further parasitological, morphological and functional studies. *Int J Cardiol*. 1986;10:277–90.
12. Andrade Z, Andrade S, Sadigursky M, Wenthold Jr R, Hilbert S. The indeterminate phase of Chagas' disease: ultrastructural characterization of cardiac changes in the canine model. *Am J Trop Med Hyg*. 1997;57(3):328–36.
13. González-Zambrano H, Amaya-Tapia G, Franco-Ramos MC, López León-Murguía OJ. Prevalence of Chagas heart disease in dilated cardiomyopathy. *Arch Cardiol Mex*. 2020;91(1):50–7.
14. Pizzi T, Wallace A, Villagra R, Muñoz S, Ortiz S, Solari A. Concordancia de lesiones histológicas en ratones infectados por poblaciones de *Trypanosoma cruzi* de Chile. *Rev Méd Chile*. 2005;133:432–8.
15. Perez CJ, Thompson RCA, Keatley SK, Walsh AL, Lymbery AJ. The effect of reinfection and mixed *Trypanosoma cruzi* infections on disease progression in mice. *Acta Trop [Internet]*. 2017;107–14. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.actatropica.2017.11.002>
16. Añez N, Crisante G. The tissue specific tropism in *Trypanosoma cruzi*. Is it true? *Acta Trop [Internet]*. 2020;213:1–29. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105736>
17. Trocoli-Torrecilhas AC, Tonelli RR, Pavanelli WR, da Silva JS, Schumacher RI, de Souza W, et al. *Trypanosoma cruzi*: parasite shed vesicles increase heart parasitism and generate an intense inflammatory response. *Microbes Infect Elsevier*. 2009;11(1):29–39.
18. Molina-Garza ZJ, Mercado-Hernández R, Molina-Garza DP, Galaviz-Silva L. *Trypanosoma cruzi*-infected *Triatoma gerstaeckeri* (Hemiptera: Reduviidae) from Nuevo León, México, and pathogenicity of the regional strain. *Biomedica*. 2015;35(3):372–8.
19. Bustamante JM, Novarese M, Rivarola HW, Lo Presti MS, Fernández AR, Enders JE, et al. Reinfections and *Trypanosoma cruzi* strains can determine the prognosis of the chronic chagasic cardiopathy in mice. *Parasitol Res*. 2007;100(6):1407–10.
20. Laranja S, Dias E, Nobrega G, Miranda A. Chagas' disease. A clinical, epidemiologic, and pathologic study. *Circulation*. 1956;14(6):1035–60.

# EFFECTOS DE UN KÉFIR MODERNO SOBRE EL PESO, ENERGÍA EXPEDIDA, MARCADORES INMUNES Y TRASTORNOS INTESTINALES Y RESPIRATORIOS ASOCIADOS A LA PARÁLISIS CEREBRAL INFANTIL

Miriam Natali Ramírez Cervantes

Universidad Autónoma de Aguascalientes Av. Universidad S/N, Aguascalientes, Ags.  
*miriamnrc98@gmail.com*

Dr. Adán Israel Rodríguez Hernández

Universidad Autónoma de Aguascalientes Av. Universidad S/N, Aguascalientes, Ags  
*adan\_israelll@yahoo.com.mx*

Resumen: La parálisis cerebral infantil es un trastorno de la postura y el movimiento, resultado de una lesión del cerebro inmaduro. Se asocia a padecimientos intestinales, respiratorios y malnutrición. Se realizó un ensayo clínico aleatorizado doble ciego a 24 niños. Al grupo experimental se administró kéfir moderno mientras que al grupo control yogur convencional durante 7 semanas. Se evaluaron el peso, padecimientos intestinales, problemas respiratorios, la cuenta leucocitaria, la presencia de proteína C reactiva y pruebas de fagocitosis. No presentaron cambios significativos respecto al peso, hubo respuesta favorable en la reducción de dispepsia funcional ( $p=0.026$ ), así como en la reducción del estreñimiento ( $p=0.046$ ). No se encontraron datos significativos en los problemas respiratorios. Hubo un aumento significativamente estadístico del valor absoluto de linfocitos ( $p=0.05$ ).

Palabras clave: Parálisis cerebral, Kéfir, Dispepsia.

Abstract: Infant cerebral palsy is a posture and movement disorder resulting from an injury to the immature brain. It is associated with intestinal and respiratory diseases and malnutrition. A randomized double-blind clinical trial was conducted in 24 children. The experimental group was given modern kefir while the control group was given conventional yogurt for 7 weeks. Weight, intestinal disorders, respiratory problems, white blood cell count, presence of C-reactive protein, and phagocytosis tests were evaluated. They did not present significant changes with respect to weight, there was a favorable response in the reduction of functional dyspepsia ( $p = 0.026$ ), as well as in the reduction of constipation ( $p = 0.046$ ). No significant data were found on respiratory problems. A statistically significant increase in the absolute value of lymphocytes was found ( $p = 0.05$ ).

Keywords: Infant cerebral palsy, Kefir, Dyspepsia.

## I. INTRODUCCIÓN

La parálisis cerebral infantil (PC) es un trastorno de la postura y el movimiento, resultado de una lesión del cerebro inmaduro, o de un desarrollo anormal del mismo. Según un reciente reporte de la CDC [1], se estima que a nivel mundial la prevalencia de la PC oscila y casi 4 por cada 1000 nacidos vivos.

La PC está asociada a diversos padecimientos como la malnutrición [2,3] la alteración de la mecánica de la deglución [4], enfermedades respiratorias [5], enfermedades inflamatorias intestinales y el [6,7] estreñimiento. Estos padecimientos determinan una

pérdida o pobre ganancia de peso, la ganancia de masa muscular se ve limitada representada como una atrofia muscular y pobre crecimiento. Los probióticos son “microorganismos vivos que cuando son administrados en cantidades adecuadas confieren beneficios para la salud del huésped” [8].

Los padecimientos gastrointestinales en los niños con PC se valoran respecto a la respuesta inflamatoria, representada por la presencia de leucocitosis, velocidad de sedimentación globular elevada, aumento de la proteína C reactiva, hipoalbuminemia y anemia. Las manifestaciones del tracto gastrointestinal (TGI) pueden acompañarse o no de manifestaciones extraintestinales [9,10].

Diversos autores [11,12], han reportado una mayor frecuencia de enfermedades respiratorias agudas en los niños con PC como complicaciones de la PC espástica severa, destacando el riesgo que representa la presencia de esta complicación que puede determinar la muerte del niño.

La malnutrición está fuertemente relacionada con una deficiente respuesta del sistema inmunológico [13]. Además, se ha establecido también una correlación entre una pobre respuesta inmune, la disbiosis y cronicidad de infecciones respiratorias [14].

El kéfir moderno de la marca Sello Rojo en México, es una bebida láctea fermentada a partir de la inoculación de 14 cepas probióticas aisladas de un kéfir tradicional. El kéfir tradicional parte de la fermentación láctea a partir de gránulos de kéfir y posee especies de microorganismos probióticos a los cuales en su conjunto se atribuyen diversas propiedades antiinflamatorias, inmunomoduladoras, antivirales, antimicrobianas, antifúngicas etc [15,18]. El kéfir moderno es una versión diseñada y modificada con el fin de mejorar las características organolépticas como lo son el sabor ácido y aroma fuerte del kéfir tradicional, cómo también preservando la mayoría de sus propiedades a la salud [19].

## II. MATERIAL Y MÉTODOS.

Estudio experimental del tipo: Ensayo clínico aleatorizado doble ciego a Niños con parálisis cerebral espástica moderada-severa del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón Aguascalientes, México (n=24). Se aplicó un muestreo probabilístico aleatorio simple (randomizado), doble ciego, se utilizará el software STATS 2.0. Se utilizó el subprograma Random Number Generator desde el programa STATS 2.0 para generar automáticamente los números de los pacientes controles, así como de los experimentales. Se evaluaron y compararon los cambios a tiempo cero y a tiempo final de un periodo de tratamiento de 7 semanas. Al grupo control se le administró un yogur convencional con las cepas: 1) *Streptococcus thermophilus*, 2) *Lactobacillus bugarius*, mientras que al grupo experimental de kéfir moderno con las cepas: 1) *Bifidobacterium infantis*, 2) *Bifidobacterium lactis*, 3) *Lactobacillus acidophilus*, 4) *Lactobacillus delbrueckii* spp. *Lactis*, 5) *Lactobacillus fermentum*, 6) *Lactobacillus paracasei*, 7) *Lactobacillus rhamnosus*, 8) *Lactococcus lactis* spp. *Cremoris*, 9) *Lactococcus lactis* spp. *Lactis*, 10) *Lactococcus lactis* spp. *lactis* biovar. *Diacetylactis*, 11) *Leuconostoc mesenteroides*, 12) *Leuconostoc pseudomesenteroides*, 13) *Streptococcus thermophilus*, 14) *Lactobacillus bugarius*, ambos grupos en razón de 250ml por día.



### III. RESULTADOS

Los resultados de la ingesta del kéfir no presentaron cambios significativos respecto al peso corporal si respecto a una reducción de la EER, así como sobre los trastornos intestinales identificados que fueron: 1.- Respuesta favorable en la reducción de los síntomas de la dispepsia funcional, específicamente sobre el síndrome de dolor de epigastrio ( $p=0.026$ ), 2.-Mejoría de la presencia del trastorno de alteración de evacuaciones o estreñimiento funcional a través de la escala Bristol ( $p=0.046$ ). No se encontraron datos significativos en relación con los problemas respiratorios, sin embargo, la presencia de secreciones como la flema se vio afectada negativamente con el consumo del yogur convencional, de igual forma en el síndrome de vómito funcional  $p=0.036$ . No hubo diferencias significativas en los valores absolutos de linfocitos, monocitos y granulocitos de los pacientes de cada grupo antes y después del tratamiento con yogurt o kéfir (Figura 1). Llamativamente, el valor absoluto de linfocitos en los individuos que recibieron el tratamiento con kéfir durante 7 semanas (S7) fue 40.82% mayor que el de los tratados con yogurt durante el mismo tiempo ( $4.66 \pm 0.43$  versus  $3.31 \pm 0.38 \times 10^3$  linfocitos/ $\mu\text{L}$  de sangre,  $p < 0.05$ ), no existiendo diferencias entre los valores absolutos de estas células en los pacientes de ambos grupos antes de iniciar el tratamiento (S0;  $4.07 \pm 0.44$  versus  $3.58 \pm 0.45 \times 10^3$  linfocitos/ $\mu\text{L}$  de sangre, respectivamente). La cantidad de monocitos y de granulocitos fue semejante al comparar entre los grupos los valores obtenidos antes (S0) y después (S7) de los tratamientos. Un hallazgo no esperado fue la presencia de granulocitopenia al parecer relacionada a aquellos niños que tenían un esquema de tratamiento antiepiléptico.

### IV. DISCUSIONES

Como se menciona por diversos autores [11, 12], se coincide en este estudio que la ganancia de peso es poco significativa en la PC, mientras que específicamente en la PC tipo cuadriparesia espástica moderada-severa. Sobre la eficacia de kéfir en el estreñimiento en niños con PC no existe literatura, pesea esto coincidimos con un estudio de PC de García Contreras A et al [19] en el cual mejoraron el estreñimiento en los 3 grupos de estudio tratados, los cuales tenían un prebiótico, un probiótico y un simbiótico, aunque si existe también eficacia del tratamiento de varias cepas y un prebiótico contra el estreñimiento según Jayasimhan S, et al [20]. En este estudio solo los niños con el tratamiento kéfir presentaron mejoría sobre el estreñimiento crónico y consistencia de las heces respecto al grupo control tratados con yogurt convencional, a diferencia de estudios de revisión sistemáticos por Savaiano DA, et al y por Guarner F, et al [21,22] que mencionan la eficacia del yogurt convencional ante este padecimiento. Según los autores González Jiménez D et al y Maisawa S et al [6, 23-25], el reflujo suele presentarse con frecuencia en esta población, Sin embargo, en este estudio solo se presentaron, según los criterios de Roma IV, como un síndrome de vómito funcional en dos casos del grupo control que consumía el yogurt convencional. Según Himada et al [26] un incremento y mejoría en la producción de linfocitos y mejoría de la capacidad fagocítica se conoce tras el consumo de kéfir tradicional, lo que en este estudio también se logró demostrar. Mientras que por un lado el consumo de Kéfir reduce los niveles de proteína c reactiva según O'Brien KV et al [27], para este estudio no se encontró significancia estadística para el único paciente que resultó con la presencia de este indicador antes y después del estudio.

### V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. National Center on Birth Defects and Developmental Disabilities C for DC and P. Data and Statistics for Cerebral Palsy [En línea]. 2020 [accedido 2020 dic 30]. Disponible en: [https://www.cdc.gov/ncbddd/cp/data.html#:~:text=Cerebral palsy \(CP\) is the,common motor disability in childhood.&text=Recent population-ba](https://www.cdc.gov/ncbddd/cp/data.html#:~:text=Cerebral palsy (CP) is the,common motor disability in childhood.&text=Recent population-ba)

- sed studies from, births or per 1%2C000 children.&text=The prevalence of CP is, preterm or at low birthweight.
2. Perenc L, Przysada G, Trzeciak J. Cerebral Palsy in Children as a Risk Factor for Malnutrition. *Ann Nutr Metab* [En línea]. 2015 [accedido 2020 ago 20]; 66(4):224-32. Disponible en: <https://www.karger.com/Article/FullText/431330>.
  3. Martínez de Zabarte Fernández JM, Ros Arnal I, Peña Segura JL, García Romero R, Rodríguez Martínez G. Nutritional status of a population with moderate-severe cerebral palsy: Beyond the weight. *An Pediatr (English Ed)* [En línea]. 2020 [accedido 2020 ago 20]; 92(4):192-9. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S234128792030020X>.
  4. Caramico Favero DCO, Guedes ZCF, Morais MB de. Food intake, nutritional status and gastrointestinal symptoms in children with cerebral palsy. *Arq Gastroenterol* [En línea]. 2018 [accedido 2020 dic 29]; 55(4):352-7. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-28032018002400352&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-28032018002400352&tlng=en).
  5. Boel L, Pernet K, Toussaint M, Ides K, Leemans G, Haan J, et al. Respiratory morbidity in children with cerebral palsy: an overview. *Dev Med Child Neurol* [En línea]. 2019 [accedido 2020 ago 20]; 61(6):646-53. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/dmcn.14060>.
  6. González Jiménez D, Díaz Martín JJ, Bousoño García C, Jiménez Treviño S. Patología gastrointestinal en niños con parálisis cerebral infantil y otras discapacidades neurológicas. *An Pediatr* [En línea]. 2010 [accedido 2020 jul 2]; 73(6):361.e1-361.e6. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1695403310001621>.
  7. Colson SB, Siparsky GL, Capocelli KE, Pan Z, Sokol RJ, Hoffenberg EJ. Inflammatory Bowel Disease in Pediatric Patients With Cerebral Palsy. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* [En línea]. 2013 [accedido 2019 mar 23]; 56(6):e50. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ibd.21581/pdf%5Cnhttp://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed10&NEWS=N&AN=70316734%5Cnhttp://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed9&NEWS=N&AN=70326832>.
  8. Sanders ME. Probiotics: definition, sources, selection, and uses. *Clin Infect Dis* [En línea]. United States; 2008; 46 Suppl 2(s2):S58-61; discussion S144-51. Disponible en: <https://academic.oup.com/cid/article-lookup/doi/10.1086/523341>.
  9. Chermesh I, Shamir R. El papel de la microbiota en la enfermedad inflamatoria intestinal. *Ann Nestlé (Ed española)* [En línea]. 2009 [accedido 2019 mar 27]; 67(1):27-38. Disponible en: <http://www.karger.com/doi/10.1159/000225914>.
  10. Mearin F. Diagnóstico del síndrome del intestino irritable: criterios clínicos y biomarcadores. *Asociación Española de Gastroenterología, Guías*. [En línea]. 2016 [accedido 2020 ene 21]. Disponible en: <https://goo.gl/hYhP8u>.
  11. Strauss DJ, Shavelle RM, Anderson TW. Life expectancy of children with cerebral palsy. *Pediatr Neurol* [En línea]. 1998 [accedido 2020 may 5]; 18(2):143-9. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0887899497001720>.
  12. Pérez-Guerrero MC. Propuesta de intervención domiciliaria a la familia del niño con parálisis cerebral portador de infecciones respiratorias TT - Proposal of intervention at home for the family of the child with cerebral palsy and respiratory infections. *Rev Cuba Enferm* [En línea]. 2013 [accedido 2020 ago 20]; 29(2):89-101. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03192013000200004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03192013000200004).
  13. Sullivan PB. Nutrition and growth in children with cerebral palsy: setting the scene. *Eur J Clin Nutr* [En línea]. England; 2013 [accedido 2020 may 5]; 67(S2):S3-4. Disponible en: <http://www.nature.com/articles/ejcn2013222>.
  14. Marimón JM. The Lung Microbiome in Health and Respiratory Diseases. *Clin Pulm Med* [En línea]. 2018



- [accedido 2020 may 5]; 25(4):131-7. Disponible en: <http://journals.lww.com/00045413-201807000-00003>.
15. George Kerry R, Patra JK, Gouda S, Park Y, Shin H-S, Das G. Benefaction of probiotics for human health: A review. *J Food Drug Anal* [En línea]. Elsevier Ltd; 2018 [accedido 2020 nov 2]; 26(3):927-39. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1021949818300309>.
16. Mishra V, Shah C, Mokashe N, Chavan R, Yadav H, Prajapati J. Probiotics as Potential Antioxidants: A Systematic Review. *J Agric Food Chem* [En línea]. 2015 [accedido 2020 ene 3]; 63(14):3615-26. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf506326t>.
17. Wyk J Van. Kefir: The Champagne of Fermented Beverages. En: Grumezescu AM, Holban AMBT- FB, editores. *Fermented Beverages* [En línea]. Woodhead Publishing; 2019 [accedido 2019 abr 10]; pp. 473-527. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128152713000129>.
18. Kesenka H, Gürsoy O, Özba H. Kefir. En: Frias J, Martínez-Villaluenga C, Peñas EBT-FF in H and DP, editores. *Fermented Foods in Health and Disease Prevention* [En línea]. Boston: Academic Press; 2016 [accedido 2019 abr 6]; pp. 339-61. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128023099000145>.
19. Bozova B, Kok Tas T, Guzel Seydim Z. Effects of Kefir Powder Fortification on Yogurt Qual. *Tarım Bilim Derg* [En línea]. 2018 [accedido 2020 ago 31]; 24(2):238-44. Disponible en: <https://dergipark.org.tr/tr/doi/10.15832/ankutbd.446446>.
20. García Contreras A, Vásquez Garibay E, Sánchez Ramírez C, Fafutis Morris M, Delgado Rizo V. Lactobacillus reuteri DSM 17938 and Agave Inulin in Children with Cerebral Palsy and Chronic Constipation: A Double-Blind Randomized Placebo Controlled Clinical Trial. *Nutrients* [En línea]. 2020 [accedido 2021 mar 30]; 12(10):2971. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/10/2971>.
21. Savaiano DA, Hutkins RW. Yogurt, cultured fermented milk, and health: a systematic review. *Nutr Rev* [En línea]. 2020 [accedido 2020 dic 21]; 0(0):1-16. Disponible en: <https://academic.oup.com/nutritionreviews/advance-article/doi/10.1093/nutrit/nuaa013/5843523>.
22. Guarner F, Perdigon G, Corthier G, Salminen S, Koletzko B, Morelli L. Should yoghurt cultures be considered probiotic? *Br J Nutr* [En línea]. England; 2005 [accedido 2020 dic 24]; 93(6):783-791. Disponible en: [https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0007114505001212/type/journal\\_article](https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0007114505001212/type/journal_article).
23. González Jiménez D, Díaz Martín JJ, Bousoño García C, Jiménez Treviño S. Gastrointestinal disorders in children with cerebral palsy and neurodevelopmental disabilities. *An Pediatr* [En línea]. Elsevier; 2010 [accedido 2019 mar 25]; 73(6):361.e1-361.e6. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1695403310001621>.
24. Jaramillo C, Johnson A, Singh R, Vasylyeva TL. Metabolic disturbances in patients with cerebral palsy and gastrointestinal disorders. *Clin Nutr ESPEN* [En línea]. Elsevier; 2016 [accedido 2019 feb 20]; 11:e67-9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405457715001217?via%3Dihub>.
25. Maisawa S, Sasaki M, Ida S, Uchida K, Kagimoto S, Shimizu T, et al. Characteristics of inflammatory bowel disease with an onset before eight years of age: A multicenter epidemiological survey in Japan. *J Gastroenterol Hepatol* [En línea]. 2013 [accedido 2020 nov 2]; 28(3):499-504. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1111/jgh.12071>.
26. Hamida RS, Shami A, Ali MA, Almohawes ZN, Mohammed AE, Bin-Meferij MM. Kefir: A protective dietary supplementation against viral infection. *Biomed Pharmacother* [En línea]. 2021 [accedido 2021 feb 1]; 133:110974. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0753332220311665>.

27. O'Brien KV, Stewart LK, Forney LA, Aryana KJ, Prinyawiwatkul W, Boeneke CA. The effects of postexercise consumption of a kefir beverage on performance and recovery during intensive endurance training. *J Dairy Sci* [En línea]. 2015; 98(11):7446-9. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030215>

## ASOCIACIÓN DEL MAGNESIO CON ENFERMEDADES METABÓLICAS

Martha Elissa Quezada Valenzuela  
Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Av. Universidad #940 Ciudad Universitaria, 20131 Aguascalientes, Ags.  
*martha\_25elissa@hotmail.com*

Héctor Hernández Mendoza  
Universidad del Centro de México  
Capitán Caldera 75, Tequisquiapan, 78250 San Luis, S.L.P.  
*hector.hernandez520@gmail.com*

Resumen. El Magnesio (Mg) es un elemento esencial para el cuerpo humano, ya que participa en diferentes procesos enzimáticos en el metabolismo celular. Además, estudios reportan la asociación de los niveles basales séricos de Mg con diferentes enfermedades metabólicas. Sin embargo, estos resultados no son claros. Razón por la cual, en este trabajo se realizó una investigación bibliográfica sobre los estudios que demuestren una asociación de Mg con enfermedades metabólicas, especialmente obesidad, diabetes, hipertensión, síndrome metabólico, enfermedad cardiovascular y dislipidemia. La investigación fue enfocada en población pediátrica y adulta. Los resultados obtenidos muestran una asociación negativa entre niveles séricos de Mg con enfermedades metabólicas, excepto con dislipidemia, donde los resultados no fueron concluyentes.

Palabras clave – Magnesio, diabetes, hipertensión, síndrome metabólico, obesidad, enfermedad cardiovascular.

Abstract. Magnesium (Mg) is an essential element for the human body, since it participates in different enzymatic processes in cellular metabolism. Furthermore, studies report the association of basal serum Mg levels with different metabolic diseases. However, these results are not clear. Reason why, in this work, a bibliographic investigation was carried out on the studies that demonstrate an association of Mg with metabolic diseases, especially obesity, overweight, diabetes, high blood pressure, metabolic syndrome, cardiovascular disease and dyslipidemia. The research was focused on the pediatric and adult population. The results obtained show a negative association between serum Mg levels with metabolic diseases, except with dyslipidemia, where the results were not conclusive.

Keywords – Magnesium, diabetes, high blood pressure, metabolic syndrome, obesity, cardiovascular disease.

## I. INTRODUCCIÓN

La ingesta de Magnesio (Mg) dietética normal es de 300 a 360 mg/día. Sin embargo, estas concentraciones dependen del sexo, dieta, edad y origen de la población. Además, este elemento es uno de los más abundantes en el organismo y ocupa el cuarto lugar entre los cationes, de forma que contribuye de manera directa en el intercambio iónico. Por otro lado, el Mg desempeña un rol en más de 300 reacciones enzimáticas y está involucrado en el metabolismo energético, la utilización de la glucosa, la síntesis proteica, síntesis y degradación de los ácidos grasos, la contracción muscular, y en todas las funciones de la ATPasa y las reacciones hormonales (Ibáñez et al., 2015). Mg participa en el mantenimiento del balance iónico celular a través de su asociación con el Sodio (Na), Potasio (K) y Calcio (Ca). También es importante en los procesos fisiológicos que involucran el almacenamiento, transferencia y utilización de la energía [1]. Otros estudios muestran que el Mg contribuye en las funciones del sistema inmunológico y en la formación de hueso, donde el Mg actúa como un antagonista de Ca y estimula la producción de prostaciclina vasodilatadora y óxido nítrico y altera la respuesta vascular a agonistas vasoactivos (Romani et al., 2013). El Mg corporal se regula fisiológicamente a través de 3 principales mecanismos: absorción a través del intestino, excreción renal después de la filtración y absorción y por intercambio de la gran reserva de magnesio óseo (Costello et al., 2016).

El objetivo de este trabajo fue conocer la asociación de los niveles basales séricos de Mg con obesidad, diabetes mellitus tipo 2 (DM2), hipertensión, síndrome metabólico (SM), enfermedad cardiovascular y dislipidemia. A fin, de implementar medidas basadas en la prevención y corrección de enfermedades metabólicas, que representan un gran problema a nivel mundial.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

El protocolo empleado se basó en una revisión sistemática de trabajos científicos y académicos publicados sobre la asociación del Mg con enfermedades metabólicas (diabetes mellitus, hipertensión arterial, enfermedad cardiovascular, sobrepeso y obesidad y síndrome metabólico). La revisión de documentos se buscó en bases de datos como Pub-Med, Google académico y UpToDate, donde se revisó bibliografía publicada hasta Julio de 2021 con las palabras clave: “Magnesium/ Magnesemia/ Magnesio” AND “Health/ Serum/ Values/ Human Body/ Physiology” AND/OR “Obesity and overweight/ body mass index/ Fat/ BMI” AND/OR “Hypertension/ Heart rate/ High Blood Pressure/ Vasoconstriction” AND/OR “Heart disease/ cardiovascular risk/ heart/ heart attack/ cardiology/ coronary heart disease/ atherosclerosis/ cardioprotective” AND/OR “dyslipidemia/ HDL/ LDL/ TG/ COLESTEROL” AND/OR “Diabetes mellitus type 2/ DM2/ Diabetes/ Diabetes mellitus/ insulin resistance/ blood glucose” AND/OR “Metabolic syndrome” AND/OR “Adults/children/pediatric”

Las características de inclusión de las respectivas referencias bibliográficas fueron: 1) Artículos de investigación, artículos de revisión. 2) Artículos que incluyeran información suficiente sobre la relación que hay entre valores en suero de magnesio comparando grupos control/sanos con grupos que tuvieran la condición de interés. 3) Se consideraron adultos y niños (edad pediátrica) sin hacer distinción del sexo. 4) Documentos en español o inglés. 5) Documentos de acceso libre a dichos artículos.

## III. RESULTADOS

Tabla 1. Valores normales de Mg en suero en niños y adultos

N	Mg (mg/dL)	Valor P	Referencia
140	2.55±0.155	<0.001	(Hassan et al., 2017)
305	1.86 ± 0.36	<0.001	(Rodríguez et al., 2019)
25	2.03 ± 0.24	<0.001	(Alghobashy et al., 2018)
24	1.95±0.03	<0.009	(Huerta et al., 2005)
53	2.58 ± 0.21	<0.001	(Bipin et al., 2012)
15820*	1.82-2.31	<0.001	(Costello et al., 2016; Piuri et al., 2021; Razzaque et al., 2018)

N; Tamaño de la población que fue estudiada. \*Valores de Mg en suero en adultos sanos

Tabla 2. Valores de Mg en suero de niños y adultos y su asociación con sobrepeso y obesidad

SOBREPESO Y OBESIDAD EN NIÑOS				
N	Mg (mg/dL)	Asociación	Valor P	Referencia
140	2.08±0.211	Negativa	<0.001	(Hassan <i>et al.</i> , 2017).
9	1.71±0.34	Negativa	0.51	(Rodríguez <i>et al.</i> , 2019)
48	1.82 ± 0.04	Negativa	<0.009	(Huerta <i>et al.</i> , 2005)
SOBREPESO Y OBESIDAD EN ADULTOS				
427	0.41-1.48	Negativa	<0.01	(Guerrero <i>et al.</i> , 2013)
63	1.5±0.27	Negativa	<0.001	(Corica <i>et al.</i> , 1997)
192	<1.82	Negativa	<0.0001	(Rodríguez <i>et al.</i> , 2004)

N; Tamaño de la población que fue estudiada

Tabla 3. Valores de Mg en suero de niños y adultos y su asociación con hipertensión arterial

HIPERTENSIÓN ARTERIAL EN NIÑOS				
N	Mg (mg/dL)	Asociación	Valor P	Referencia
35	1.76 ± 0.41	Negativa	0.575	(Rodríguez <i>et al.</i> , 2019)
HIPERTENSIÓN ARTERIAL EN ADULTOS				
380	-	Negativa	-	(Shibutani <i>et al.</i> , 1988)
135	-	Negativa	<0.0001	(Gröber <i>et al.</i> , 2015)
2028	<1.73	Negativa	<0.05	(Zhang <i>et al.</i> , 2016)

N; Tamaño de la población que fue estudiada

Tabla 4. Valores de Mg en suero de niños y adultos y su asociación con diabetes mellitus..

DIABETES MELLITUS EN NIÑOS				
N	Mg (mg/dL)	Asociación	Valor P	Referencia
75	1.88 ± 0.2	Negativa	<0.001	(Huerta <i>et al.</i> , 2005)
24	1.82 ±0.04	Negativa	<0.009	(Bipin <i>et al.</i> , 2012)
DIABETES MELLITUS EN ADULTOS				
319	1.6 ±0.23	Negativa	<0.01	(Rasheed <i>et al.</i> , 2012)
114	1.36±0.6	Negativa	<0.05	(Rusu <i>et al.</i> , 2013)
1105	<1.7	Negativa	<0.01	(Hyassat <i>et al.</i> , 2014)
589	1.92 ±0.21	Negativa	<0.01	(Spiga <i>et al.</i> , 2019)

N; Tamaño de la población que fue estudiada

Tabla 5. Valores de Mg en suero de niños y adultos y su asociación con SM

SÍNDROME METABÓLICO EN NIÑOS				
N	Mg (mg/dL)	Asociación	Valor P	Referencia
55	2.14 ± 0.37	Negativa	<0.001	(Bipin <i>et al.</i> , 2012)
SÍNDROME METABÓLICO EN ADULTOS				
7641	-	Negativa	<0.001	(Sun <i>et al.</i> , 2013)
237	2.09 ± 0.03	Negativa	0.024	(Ghasemi <i>et al.</i> , 2010)
4637	-	Negativa	<0.01	(He <i>et al.</i> , 2006)
384	1.8±0.3	Negativa	<0.00001	(Guerrero <i>et al.</i> , 2002)
117	-	Negativa	-	(Evangelopoulos <i>et al.</i> , 2008)

N; Tamaño de la población que fue estudiada

Tabla 6. Valores de Mg en suero de niños y adultos y su asociación con enfermedad cardiovascular.

ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR EN NIÑOS				
N	Mg (mg/dL)	Asociación	Valor P	Referencia
51	1.82±0.22	Negativa	<0.007	(Glowinska <i>et al.</i> , 2007)
ENFERMEDAD CARDIOVASCULAR EN ADULTOS				
300	<1.6	Negativa	-	(Mahalle <i>et al.</i> , 2012)
13,922	-	Negativa	0.009	(Shechter <i>et al.</i> , 2010)
7172	1.5-1.8	Negativa	<0.001	(Abbott <i>et al.</i> , 2003)
323	<1.85	Negativa	0.009	(Amighi <i>et al.</i> , 2004)

N; Tamaño de la población que fue estudiada

Tabla 7. Valores de Mg en suero de niños y adultos y su asociación con diabetes mellitus.

DISLIPIDEMIA EN NIÑOS					
Lípidos en sangre	en N	Mg (mg/dL)	Asociación	Valor P	Referencia
Dislipidemia	71	<1.7	Negativa	<0.001	(Shahbah <i>et al.</i> , 2017)
DISLIPIDEMIA EN ADULTOS					
DHL, TG	492	<1.8	Negativa	<0.01	(Barragán <i>et al.</i> , 2020)
LDL, CT	121	>1.8	Positiva	<0.002	(Barragán <i>et al.</i> , 2020)
HDL	-	<1.8	Negativa	-	(Barbagallo <i>et al.</i> , 2007)
LDL, CT	-	<1.8	Positiva	-	(Barbagallo <i>et al.</i> , 2007)
TG	62	<1.8	Negativa	<0.001	(Esmeralda <i>et al.</i> , 2021)
TG	395	<1.8	Negativa	<0.001	(Kurstjens <i>et al.</i> , 2017)
HDL	395	>1.82	Positiva	0.002	(Kurstjens <i>et al.</i> , 2017)

N; Tamaño de la población que fue estudiada

#### IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los niveles séricos basales de Mg que se han reportado en niños y adultos sanos se muestran en la Tabla 1. Para niños el rango va desde 1.5 hasta 2.79 mg /dL y en adulto fue de 1.81 hasta 2.31 mg /dL. Cabe mencionar que los niveles séricos de Mg no son diferentes entre niños y adultos. Razón por la cual, Mg es un elemento que no disminuye y que es requerido en varias funciones metabólicas en el cuerpo humano, especialmente en los mecanismo celulares de regulación y secreción de insulina. Por otra parte, existen pocos estudios que demuestran una asociación de los niveles séricos de mg con sobrepeso y obesidad. No obstante, los estudios reportados muestran una asociación negativa de Mg con sobrepeso y obesidad. El rango de los valores séricos de Mg en niños con sobrepeso y obesidad fue de 1.37 hasta 2.29 mg /dL en comparación con adultos que fue < 1.82 mg /dL (Tabla 2). La obesidad, el SM y diabetes mellitus tipo 2 son enfermedades que están conectadas y que tienen mecanismos bioquímicos que son atribuibles a proceso de inflamación. En el caso de obesidad, Mg actúa en varias enzimas clave, donde la oxidación de la glucosa es dependiente de Mg. Además, el Mg también es necesario para la activación de la vitamina B1. Además, difosfato de tiamina (TDP) es una enzimas dependientes de TDP requieren Mg. A concentraciones intracelulares bajas de Mg pueden alterar el metabolismo oxidativo de la glucosa. En el hígado, una disminución de la actividad de la enzima piruvato deshidrogenasa dependiente de Mg + y TDP puede generar exceso de NADPH, donde este proporciona un potencial redox esencial para la biosíntesis de ácidos grasos.

Se ha demostrado que su deficiencia de Mg aumenta la reactividad a los vasoconstrictores, promueve la vasoconstricción, incrementa la resistencia periférica y con ello, aumenta la presión sanguínea. Existe una estrecha correlación inversa entre la ingesta dietética de Mg y la suplementación de Mg con los niveles de presión arterial (Rodríguez *et al.*, 2019). Zhang *et al.*, [17] reporta un metanálisis con 34 ensayos en el que participaron 2028



personas. La suplementación de Mg a una dosis media de 368 mg/día durante 3 meses redujo significativamente la presión arterial sistólica en 2.0 mm Hg y la presión arterial diastólica en 1.78 mm Hg. En la Tabla 3 se muestra los valores séricos asociados a hipertensión arterial, donde se encontró una asociación negativa tanto en niños como en adultos. Los niveles séricos de Mg encontrados fueron inferiores a los valores basales de referencia de la Tabla 1. Por otra parte, Schwalfenberg et al., [38] reporta que el Mg ingerido vía oral actúa como un bloqueador natural de los canales de Ca, donde aumenta el óxido nítrico y mejora la disfunción endotelial e induce directa e indirectamente vasodilatación. La deficiencia puede inducir antihipertensivos. Si se suplementa entre 500 a 1000 mg/día de Mg pueden reducir la presión arterial sistólica/diastólica de hasta 5.6/2.8 mmHg [38]. Adicionalmente, el Mg activa la bomba Na-K y ATPasa, por lo que si existe un desequilibrio en el Mg contribuye a la reducción intracelular de K y la ganancia de Ca y Na. El aumento intracelular el Ca provocar hipertensión, vasoespasmo y potenciación de agentes vasoconstrictores (DiNicolantonio et al., 2018).

Alghobashy et al., [6] reportó un estudio de casos y controles, donde participaron 100 niños con diabetes mellitus tipo 1 y 40 niños sanos. Los resultados muestran que un desequilibrio temprano de oligoelementos en la DT1 puede causar alteraciones del metabolismo de la glucosa y un mayor estrés oxidativo lo que lleva al desarrollo de resistencia a la insulina y complicaciones diabéticas. Por esta razón la insulina regula la homeostasis de Mg, así mismo el Mg es determinante para llevar a cabo la señalización de la insulina post receptor, donde el metabolismo de la glucosa, sensibilidad a la insulina y acción de ésta está implicada con una asociación negativa entre la ingesta de Mg y DT1. En la Tabla 4 se muestra los valores séricos de Mg en población infantil y adulta con DT1. Los estudios encontrados demuestran que existe una clara asociación entre los niveles séricos de Mg y DT1, donde los valores son inferiores a los valores basales de Mg en población sana.

SM es una enfermedad multifactorial, donde está fuertemente asociada a sobrepeso y obesidad, así como DT2 y dislipidemia. En la Tabla 5 se muestra la asociación negativa que tiene los niveles séricos de Mg con SM. Los parámetros medidos en el SM y asociados con niveles bajos de Mg han sido insulina plasmática, índice de masa corporal, circunferencia de cintura, presión arterial sistólica y diastólica, así como marcadores de inflamación y alteración de glucosa y/o perfil lipídico. Cabe mencionar que los niveles reducidos de Mg sérico se asocian con un mayor riesgo de SM, quizás por un proceso de inflamación de bajo grado (Evangelopoulos et al., 2008). Por otra parte, las enfermedades cardiovasculares son asociadas a DT2, dislipidemia, SM e hipertensión. La hipomagnesemia y la baja ingesta dietética de Mg están estrechamente relacionadas con los factores de riesgo cardiovascular entre los sujetos conocidos con enfermedad de las arterias coronarias (Solati et al., 2019). Una dieta rica en Mg podría ejercer un efecto cardioprotector a través de la reducción del CT y TG, estrés oxidativo y la mejora de la relación HDL/CT (Rosique, 2018). La hipomagnesemia indica un mayor riesgo de eventos neurológicos en pacientes con enfermedad arterial periférica sintomática, lo que favorece la terapia de sustitución de Mg en aquellos pacientes con aterosclerosis avanzada (Amighi et al., 2004). En la Tabla 6 se muestra los valores que han sido reportados sobre niveles de Mg sérico en población que se ha diagnosticado con enfermedades cardiovasculares.

Shahbah et al., [32] reportan un estudio de cohorte prospectivo en el que incluyeron 71 niños y concluyeron que la corrección de la hipomagnesemia se asocia con la optimización de la glucemia, reducción de la fracción lipídica aterogénica y aumento de la protectora. Barragán et al., [34] menciona en su estudio una relación entre hipomagnesemia y los valores de HDL y triglicéridos y observaron que la concentración sérica de Mg no se vio directamente relacionado con éstos. Por otra parte, una mayor concentración de Mg se vio directamente relacionada con un nivel mayor de LDL y colesterol total. Mientras que Barbagallo et al., [35] menciona que una administración oral de Mg, el TC y LDL pueden aumentar mientras que el HDL disminuye en pacientes con diabetes tipo 2. Kurstjens et al., [37] reportan que los niveles de TG y glucosa en sangre, tienen una correlación



negativa con los de Mg, mientras que entre mayores niveles de Mg, mayor concentración de HDL. Adicionalmente, Esmeralda et al., [36] informaron que la hipertrigliceridemia, se relaciona con menores niveles de Mg. En la Tabla 7 se muestra los niveles séricos de Mg asociados con dislipidemia. Sin embargo, estos resultados no son claros, ya que se encontraron asociaciones positivas y negativas con Mg.

## V. CONCLUSIONES

Los estudios encontrados han mostrado una asociación de los niveles séricos de Mg con enfermedades metabólicas, excluyendo dislipidemia que no muestra una asociación clara con los niveles séricos de Mg. Cabe mencionar que los niveles séricos de Mg no cambian con la edad, esto demuestra la relevancia que tiene el equilibrio de Mg en los procesos metabólicos de la célula, especialmente, en la regulación y secreción de insulina y procesos inflamatorios por la oxidación-reducción del Mg. Finalmente, se propone que el Mg es un indicador pronóstico y de atención para prevenir enfermedades metabólicas (DT2, SM, sobrepeso y obesidad, hipertensión y enfermedades cardiovasculares).

## VI. RECONOCIMIENTO O AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a CONACYT por la aprobación del proyecto (315880): Selección de marcadores para la evaluación de la calidad del agua en Regiones de Emergencias Ambientales.

## REFERENCIAS

- [1] Ibáñez B et al., (2015). Importancia del mg en la dieta humana. *Agroindustrial Science*, 5(2), 177-189.
- [2] Romani et al., (2013). Magnesium in health and disease. Interrelations between essential metal ions and human diseases, 49-79.
- [3] Costello et al., (2016). Magnesium. *Advances in Nutrition (Bethesda, Md.)*, 7(1), 199-201.
- [4] ul Hassan, et al., (2017). Comparison of serum magnesium levels in overweight and obese children and normal weight children. *Cureus*, 9(8).
- [5] Rodríguez, J. I. A. (2019). Serum magnesium in normotensive, pre-hypertensive, hypertensive and obese school-age children. *Medicentro*, 23(2), 84-93.
- [6] Alghobashy et al., (2018). Trace elements and oxidative stress in children with type 1 diabetes mellitus. Diabetes, metabolic syndrome and obesity: targets and therapy, 11, 85.
- [7] Huerta et al., (2005). Magnesium deficiency is associated with insulin resistance in obese children. *Diabetes care*, 28(5), 1175-1181.
- [8] Bipin, J. et al., (2012). Serum magnesium in overweight children. *Indian pediatrics*, 49(2), 109-112.
- [9] Costello et al., (2016). Perspective: the case for an evidence-based reference interval for serum magnesium: the time has come. *Advances in Nutrition*, 7(6), 977-993.
- [10] Piuri et al., (2021). Magnesium in obesity, metabolic syndrome, and Type 2 diabetes. *Nutrients*, 13(2), 320.
- [11] Razzaque et al., (2018). Magnesium: are we consuming enough?. *Nutrients*, 10(12), 1863.
- [12] Guerrero-Romero et al., (2013). Serum magnesium in the metabolically-obese normal-weight and healthy-obese subjects. *European journal of internal medicine*, 24(7), 639-643.
- [13] Corica et al., (1997). Magnesium concentrations in plasma, erythrocytes, and platelets in hypertensive and normotensive obese patients. *AJH*, 10(11), 1311-1313.
- [14] Rodríguez et al., (2004). Elevated concentrations of TNF alpha are related to low serum magnesium levels in obese subjects. *Magnesium Research*, 17(3), 189-196.
- [15] Shibutani et al., (1988). Serum and erythrocyte magnesium levels in junior high school students: relation to blood pressure and a family history of hypertension. *Magnesium*, 7(4), 188-194.

- [16] Gröber et al.,(2015). Magnesium in prevention and therapy. *Nutrients*, 7(9), 8199-8226.
- [17] Zhang, X. et al.,(2016). Effects of magnesium supplementation on blood pressure: a meta-analysis of randomized double-blind placebo-controlled trials. *Hypertension*, 68(2), 324-333.
- [18] Rasheed et al.,(2012). Serum magnesium and atherogenic lipid fractions in type II diabetic patients of Lahore, Pakistan. *Biological trace element research*, 148(2), 165-169.
- [19] Rusu et al.,(2013). Magnesium and selenium in diabetics with peripheral artery disease of the lower limbs. *Clujul Medical*, 86(3), 235.
- [20] Hyassat et al.,(2014). Prevalence of hypomagnesaemia among obese type 2 diabetic patients attending the National Center for Diabetes, Endocrinology and Genetics (NCDEG). *International journal of endocrinology and metabolism*, 12(3).
- [21] Spiga et al.,2019). Are circulating Mg<sup>2+</sup> levels associated with glucose tolerance profiles and incident type 2 diabetes?. *Nutrients*, 11(10), 2460.
- [22] Sun et al.,(2013). Impact of HbA1c criterion on the definition of glycemic component of the metabolic syndrome: the China health and nutrition survey 2009. *BMC public health*, 13(1), 1-9.
- [23] Ghasemi et al.,(2010). Low serum magnesium levels in elderly subjects with metabolic syndrome. *Biological trace element research*, 136(1), 18-25.
- [24] He et al.,(2006). Magnesium intake and incidence of metabolic syndrome among young adults. *Circulation*, 113(13), 1675-1682.
- [25] Guerrero-Romero et al.,(2002). Low serum magnesium levels and metabolic syndrome. *Acta diabetologica*, 39(4), 209-213.
- [26] Evangelopoulos et al.,(2008). An inverse relationship between cumulating components of the metabolic syndrome and serum magnesium levels. *Nutrition Research*, 28(10), 659-663.
- [27] Glowinska-Olszewska et al.,(2007). Relationship between endothelial dysfunction, carotid artery intima media thickness and circulating markers of vascular inflammation in obese hypertensive children and adolescents. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism*, 20(10), 1125-1136.
- [28] Mahalle et al.,(2012). Is hypomagnesaemia a coronary risk factor among Indians with coronary artery disease?. *Journal of cardiovascular disease research*, 3(4), 280-286.
- [29] Shechter et al.,(2010). Mg and cardiovascular system. *Magnesium research*, 23(2), 60-72.
- [30] Abbott et al.,(2003). Dietary magnesium intake and the future risk of coronary heart disease (the Honolulu Heart Program). *The American journal of cardiology*, 92(6), 665-669.
- [31] Amighi et al.,(2004). Low serum magnesium predicts neurological events in patients with advanced atherosclerosis. *Stroke*, 35(1), 22-27.
- [32] Shahbah et al.,(2017). Oral magnesium supplementation improves glycemic control and lipid profile in children with type 1 diabetes and hypomagnesaemia. *Medicine*, 96(11).
- [34] Barragán et al.,(2020). Influence of Demographic and Lifestyle Variables on Plasma Magnesium Concentrations and Their Associations with Cardiovascular Risk Factors in a Mediterranean Population. *Nutrients*, 12(4), 1018.
- [35] Barbagallo et al.,(2007). Magnesium metabolism in type 2 diabetes mellitus, metabolic syndrome and insulin resistance. *Archives of biochemistry and biophysics*, 458(1), 40-47.
- [36] Esmeralda et al.,(2021). Deranged fractional excretion of magnesium and serum magnesium levels in relation to retrograde glycemic regulation in patients with type 2 diabetes mellitus. *Current Diabetes Reviews*, 17(1), 91-100.
- [37] Kurstjens et al.,(2017). Determinants of hypomagnesemia in patients with type 2 diabetes mellitus. *Eur J*

Endocrinol, 176(1), 11-19.

[38]Schwalfenberg et al.,(2017). The importance of magnesium in clinical healthcare. *Scientifica*, 2017.

[39]DiNicolantonio et al.,(2018). Mg for the prevention and treatment of cardiovascular disease.

[40] Solati et al.,(2019). Oral herbal supplement containing magnesium sulfate improve metabolic control and insulin resistance in non-diabetic overweight patients: A randomized double blind clinical trial. *Medical journal of the Islamic Republic of Iran*, 33, 2.

[41] Rosique et al.,(2018). Dietary magnesium and cardiovascular disease: a review with emphasis in epidemiological studies. *Nutrients*, 10(2), 168.

## EFFECTOS DE UN KEFIR MODERNO SOBRE EL PESO, ENERGÍA EXPEDIDA, MARCADORES INMUNES Y TRASTORNOS INTESTINALES Y RESPIRATORIOS ASOCIADOS A LA PARÁLISIS CEREBRAL INFANTIL.

Alondra Lizbeth Rodríguez Ponce.

Universidad Autónoma de Aguascalientes Av. Universidad S/N, Aguascalientes, Ags.  
*allizabeth5@gmail.com*

Dr. Adán Israel Rodríguez Hernández

Universidad Autónoma de Aguascalientes Av. Universidad S/N, Aguascalientes, Ags  
*adan\_israel11@yahoo.com.mx*

Resumen: La parálisis cerebral infantil es un trastorno de la postura y el movimiento, resultado de una lesión del cerebro inmaduro. Se asocia a padecimientos intestinales, respiratorios y malnutrición. Se realizó un ensayo clínico aleatorizado doble ciego a 24 niños. Al grupo experimental se administró kéfir moderno mientras que al grupo control yogur convencional durante 7 semanas. Se evaluaron el peso, padecimientos intestinales, problemas respiratorios, la cuenta leucocitaria, la presencia de proteína C reactiva y pruebas de fagocitosis. No presentaron cambios significativos respecto al peso, hubo respuesta favorable en la reducción de dispepsia funcional ( $p=0.026$ ), así como en la reducción del estreñimiento ( $p=0.046$ ). No se encontraron datos significativos en los problemas respiratorios. Hubo un aumento significativamente estadístico del valor absoluto de linfocitos ( $p=0.05$ ).

Palabras clave: Parálisis cerebral, Kéfir, Dispepsia

Abstract: Infant cerebral palsy is a posture and movement disorder resulting from an injury to the immature brain. It is associated with intestinal and respiratory diseases and malnutrition. A randomized double-blind clinical trial was conducted in 24 children. The experimental group was given modern kefir while the control group was given conventional yogurt for 7 weeks. Weight, intestinal disorders, respiratory problems, white blood cell count, presence of C-reactive protein, and phagocytosis tests were evaluated. They did not present significant changes with respect to weight, there was a favorable response in the reduction of functional dyspepsia ( $p = 0.026$ ), as well as in the reduction of constipation ( $p = 0.046$ ). No significant data were found on respiratory problems. A statistically significant increase in the absolute value of lymphocytes was found ( $p = 0.05$ ).

Keywords: Infant cerebral palsy, Kefir, Dyspepsia

## I. INTRODUCCIÓN

La parálisis cerebral infantil (PC) es un trastorno de la postura y el movimiento, resultado de una lesión del cerebro inmaduro, o de un desarrollo anormal del mismo. Según un reciente reporte de la CDC [1], se estima que a nivel mundial la prevalencia de la PC oscila 1 y casi 4 por cada 1000 nacido vivos.

La PC está asociada a diversos padecimientos como la malnutrición [2,3] la alteración de la mecánica de la deglución [4], enfermedades respiratorias [5], enfermedades inflamatorias intestinales y el e [6,7] estreñimiento. Estos padecimientos determinan una pérdida o pobre ganancia de peso, la ganancia de masa muscular se ve limitada representada como una atrofia muscular y pobre crecimiento. Los probióticos son “microorganismos vivos que cuando son administrados en cantidades adecuadas confieren beneficios para la salud del huésped” [8]. Los padecimientos gastrointestinales en los niños con PC se valoran respecto la respuesta inflamatoria, representada por la presencia de leucocitosis, velocidad de sedimentación globular elevada, aumento de la proteína C reactiva, hipoalbuminemia y anemia. Las manifestaciones del tracto gastrointestinal (TGI) pueden acompañarse o no de manifestaciones extraintestinales [9,10]

Diversos autores [11,12], han reportado una mayor frecuencia de enfermedades respiratorias agudas en los niños con PC como complicaciones de la PC espástica severa, destacando el riesgo que representa la presencia de esta complicación que puede determinar la muerte del niño.

La malnutrición está fuertemente relacionada con una deficiente respuesta del sistema inmunológico [13]. Además, se ha establecido también una correlación entre una pobre respuesta inmune, la disbiosis y cronicidad de infecciones respiratorias [14].

El kéfir moderno de la marca Sello Rojo en México, es una bebida láctea fermentada a partir de la inoculación de 14 cepas probióticas aisladas de un kéfir tradicional. El kéfir tradicional parte de la fermentación láctea a partir de gránulos de kéfir y posee especies de microorganismos probióticos a los cuales en su conjunto se atribuyen diversas propiedades antiinflamatorias, inmunomoduladoras, antivirales, antimicrobianas, antifúngicas etc [15,18]. El kéfir moderno es una versión diseñada y modificada con el fin de mejorar las características organolépticas como lo son el sabor ácido y aroma fuerte del kéfir tradicional, como también preservando la mayoría de sus propiedades a la salud [19].

## II. MATERIAL Y MÉTODOS.

Estudio experimental del tipo: Ensayo clínico aleatorizado doble ciego a Niños con parálisis cerebral espástica moderada-severa del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón Aguascalientes, México (n=24). Se aplicó un muestreo probabilístico aleatorio simple (randomizado), doble ciego, se utilizará el software STATS 2.0. Se utilizó el subprograma Random Number Generator desde el programa STATS 2.0 para generar automáticamente los números de los pacientes controles, así como de los experimentales. Se evaluaron y comparon los cambios a tiempo cero y a tiempo final de un periodo de tratamiento de 7 semanas. Al grupo control se le administró un yogur convencional con las cepas: 1)Streptococcus thermophilus, 2)Lactobacillus bugaricus, mientras que al grupo experimental de kéfir moderno con las cepas: 1)Bifidobacterium infantis, 2)Bifidobacterium lactis, 3) Lactobacillus acidophilus, 4)Lactobacillus delbrueckii spp. Lactis, 5)Lactobacillus fermentum, 6)Lactobacillus paracasei, 7)Lactobacillus rhamnosus, 8)Lactococcus lactis spp. Cremoris,9)Lactococcus lactis spp. Lactis, 10) Lactococcus lactis spp. lactis biovar. Diacetylactis, 11)Leuconostoc mesenteroides, 12)Leuconostoc pseudomesenteroides 13) Streptococcus thermophilus 14) Lactobacillus bugaricus, ambos grupos en razón de 250ml por día.

### III. RESULTADOS

Los resultados de la ingesta del kéfir no presentaron cambios significativos respecto al peso corporal peso si respecto a una reducción de la EER, así como sobre los trastornos intestinales identificados que fueron: 1.- Respuesta favorable en la reducción de los síntomas de la dispepsia funcional, específicamente sobre el síndrome de dolor de epigastrio ( $p=0.026$ ), 2.-Mejoría de la presencia del trastorno de alteración de evacuaciones o estreñimiento funcional a través de la escala Bristol ( $p=0.046$ ). No se encontraron datos significativos en relación con los problemas respiratorios, sin embargo, la presencia de secreciones como la flema se vio afectada negativamente con el consumo del yogur convencional, de igual forma en el síndrome de vómito funcional  $p=0.036$ . No hubo diferencias significativas en los valores absolutos de linfocitos, monocitos y granulocitos de los pacientes de cada grupo antes y después del tratamiento con yogurt o kéfir (Figura 1). Llamativamente, el valor absoluto de linfocitos en los individuos que recibieron el tratamiento con kéfir durante 7 semanas (S7) fue 40.82% mayor que el de los tratados con yogurt durante el mismo tiempo ( $4.66 \pm 0.43$  versus  $3.31 \pm 0.38 \times 10^3$  linfocitos/ $\mu\text{L}$  de sangre,  $p < 0.05$ ), no existiendo diferencias entre los valores absolutos de estas células en los pacientes de ambos grupos antes de iniciar el tratamiento (S0;  $4.07 \pm 0.44$  versus  $3.58 \pm 0.45 \times 10^3$  linfocitos/ $\mu\text{L}$  de sangre, respectivamente). La cantidad de monocitos y de granulocitos fue semejante al comparar entre los grupos los valores obtenidos antes (S0) y después (S7) de los tratamientos.

Un hallazgo no esperado fue la presencia de granulocitopenia al parecer relacionada a aquellos niños que tenían un esquema de tratamiento antiépiléptico.

### IV. DISCUSIONES

Como se menciona por diversos autores [11, 12], se coincide en este estudio que la ganancia de peso es poco significativa en la PC, mientras que específicamente en la PC tipo cuadriparesia espástica moderada-severa.

Sobre la eficacia de kéfir en el estreñimiento en niños con PC no existe literatura, pese a esto coincidimos con un estudio de PC de García Contreras A et al [19] en el cual mejoraron el estreñimiento en los 3 grupos de estudio tratados, los cuales tenían un prebiótico, un probiótico y un simbiótico, aunque si existe también eficacia del tratamiento de varias cepas y un prebiótico contra el estreñimiento según Jayasimhan S, et al [20].

En este estudio solo los niños con el tratamiento kéfir presentaron mejoría sobre el estreñimiento crónico y consistencia de las heces respecto al grupo control tratados con yogurt convencional, a diferencia de estudios de revisión sistemáticos por Savaiano DA, et al y por Guarner F, et al [21,22] que mencionan la eficacia del yogurt convencional ante este padecimiento.

Según los autores González Jiménez D et al y Maisawa S et al [6, 23-25], el reflujo suele presentarse con frecuencia en esta población, Sin embargo, en este estudio solo se presentaron, según los criterios de Roma IV, como un síndrome de vomito funcional en dos casos del grupo control que consumía el yogurt convencional.

Según Himada et al [26] un incremento y mejoría en la producción de linfocitos y mejoría de la capacidad fagocítica se conoce tras el consumo de kéfir tradicional, lo que en este estudio también se logró demostrar.

Mientras que por un lado el consumo de Kéfir reduce los niveles de proteína c reactiva según O'Brien KV et al [27], para este estudio no se encontró significancia estadística para el único paciente que resulto con la presencia de este indicador antes y después del estudio.

### V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. National Center on Birth Defects and Developmental Disabilities C for DC and P. Data and Statistics for Cerebral Palsy [En línea]. 2020 [accedido 2020 dic 30]. Disponible en: [https://www.cdc.gov/ncbddd/cp/data.html#:~:text=Cerebral palsy \(CP\) is the,common motor disability in childhood.&text=Recent population-ba](https://www.cdc.gov/ncbddd/cp/data.html#:~:text=Cerebral%20palsy%20(CP)%20is%20the,common%20motor%20disability%20in%20childhood.&text=Recent%20population-ba)



- sed studies from, births or per 1%2C000 children.&text=The prevalence of CP is, preterm or at low birthweight.
2. Perenc L, Przysada G, Trzeciak J. Cerebral Palsy in Children as a Risk Factor for Malnutrition. *Ann Nutr Metab* [En línea]. 2015 [accedido 2020 ago 20]; 66(4):224-32. Disponible en: <https://www.karger.com/Article/FullText/431330>.
  3. Martínez de Zabarte Fernández JM, Ros Arnal I, Peña Segura JL, García Romero R, Rodríguez Martínez G. Nutritional status of a population with moderate-severe cerebral palsy: Beyond the weight. *An Pediatr (English Ed)* [En línea]. 2020 [accedido 2020 ago 20]; 92(4):192-9. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S234128792030020X>.
  4. Caramico Favero DCO, Guedes ZCF, Morais MB de. Food intake, nutritional status and gastrointestinal symptoms in children with cerebral palsy. *Arq Gastroenterol* [En línea]. 2018 [accedido 2020 dic 29]; 55(4):352-7. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-28032018002400352&tln-g=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-28032018002400352&tln-g=en).
  5. Boel L, Pernet K, Toussaint M, Ides K, Leemans G, Haan J, et al. Respiratory morbidity in children with cerebral palsy: an overview. *Dev Med Child Neurol* [En línea]. 2019 [accedido 2020 ago 20]; 61(6):646-53. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/dmcn.14060>.
  6. González Jiménez D, Díaz Martín JJ, Bousoño García C, Jiménez Treviño S. Patología gastrointestinal en niños con parálisis cerebral infantil y otras discapacidades neurológicas. *An Pediatr* [En línea]. 2010 [accedido 2020 jul 2]; 73(6):361.e1-361.e6. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1695403310001621>.
  7. Colson SB, Siparsky GL, Capocelli KE, Pan Z, Sokol RJ, Hoffenberg EJ. Inflammatory Bowel Disease in Pediatric Patients With Cerebral Palsy. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* [En línea]. 2013 [accedido 2019 mar 23]; 56(6):e50. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ibd.21581/pdf%5Cnhttp://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed10&NEWS=N&AN=70316734%5Cnhttp://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed9&NEWS=N&AN=70326832>.
  8. Sanders ME. Probiotics: definition, sources, selection, and uses. *Clin Infect Dis* [En línea]. United States; 2008; 46 Suppl 2(s2):S58-61; discussion S144-51. Disponible en: <https://academic.oup.com/cid/article-lookup/doi/10.1086/523341>.
  9. Chermesh I, Shamir R. El papel de la microbiota en la enfermedad inflamatoria intestinal. *Ann Nestlé (Ed española)* [En línea]. 2009 [accedido 2019 mar 27]; 67(1):27-38. Disponible en: <http://www.karger.com/doi/10.1159/000225914>.
  10. Mearin F. Diagnóstico del síndrome del intestino irritable: criterios clínicos y biomarcadores. *Asociación Española de Gastroenterología, Guías*. [En línea]. 2016 [accedido 2020 ene 21]. Disponible en: <https://goo.gl/hYhP8u>.
  11. Strauss DJ, Shavelle RM, Anderson TW. Life expectancy of children with cerebral palsy. *Pediatr Neurol* [En línea]. 1998 [accedido 2020 may 5]; 18(2):143-9. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0887899497001720>.
  12. Pérez-Guerrero MC. Propuesta de intervención domiciliaria a la familia del niño con parálisis cerebral portador de infecciones respiratorias TT - Proposal of intervention at home for the family of the child with cerebral palsy and respiratory infections. *Rev Cuba Enferm* [En línea]. 2013 [accedido 2020 ago 20]; 29(2):89-101. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03192013000200004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03192013000200004).
  13. Sullivan PB. Nutrition and growth in children with cerebral palsy: setting the scene. *Eur J Clin Nutr* [En línea]. England; 2013 [accedido 2020 may 5]; 67(S2):S3-4. Disponible en: <http://www.nature.com/articles/ejcn2013222>.
  14. Marimón JM. The Lung Microbiome in Health and Respiratory Diseases. *Clin Pulm Med* [En



- línea]. 2018 [accedido 2020 may 5]; 25(4):131-7. Disponible en: <http://journals.lww.com/00045413-201807000-00003>.
15. George Kerry R, Patra JK, Gouda S, Park Y, Shin H-S, Das G. Benefaction of probiotics for human health: A review. *J Food Drug Anal* [En línea]. Elsevier Ltd; 2018 [accedido 2020 nov 2]; 26(3):927-39. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1021949818300309>.
  16. Mishra V, Shah C, Mokashe N, Chavan R, Yadav H, Prajapati J. Probiotics as Potential Antioxidants: A Systematic Review. *J Agric Food Chem* [En línea]. 2015 [accedido 2020 ene 3]; 63(14):3615-26. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf506326t>.
  17. Wyk J Van. Kefir: The Champagne of Fermented Beverages. En: Grumezescu AM, Holban AMBT-FB, editores. *Fermented Beverages* [En línea]. Woodhead Publishing; 2019 [accedido 2019 abr 10]; pp. 473-527. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128152713000129>.
  18. Kesenka H, Gürsoy O, Özbaş H. Kefir. En: Frias J, Martínez-Villaluenga C, Peñas EBT-FF in H and DP, editores. *Fermented Foods in Health and Disease Prevention* [En línea]. Boston: Academic Press; 2016 [accedido 2019 abr 6]; pp. 339-61. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128023099000145>.
  19. Bozova B, Kok Tas T, Guzel Seydim Z. Effects of Kefir Powder Fortification on Yogurt Qual. *Tarım Bilim Derg* [En línea]. 2018 [accedido 2020 ago 31]; 24(2):238-44. Disponible en: <https://dergipark.org.tr/tr/doi/10.15832/ankutbd.446446>.
  20. García Contreras A, Vásquez Garibay E, Sánchez Ramírez C, Fafutis Morris M, Delgado Rizo V. Lactobacillus reuteri DSM 17938 and Agave Inulin in Children with Cerebral Palsy and Chronic Constipation: A Double-Blind Randomized Placebo Controlled Clinical Trial. *Nutrients* [En línea]. 2020 [accedido 2021 mar 30]; 12(10):2971. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/10/2971>.
  21. Savaiano DA, Hutkins RW. Yogurt, cultured fermented milk, and health: a systematic review. *Nutr Rev* [En línea]. 2020 [accedido 2020 dic 21]; 0(0):1-16. Disponible en: <https://academic.oup.com/nutritionreviews/advance-article/doi/10.1093/nutrit/nuaa013/5843523>.
  22. Guarner F, Perdigon G, Corthier G, Salminen S, Koletzko B, Morelli L. Should yoghurt cultures be considered probiotic? *Br J Nutr* [En línea]. England; 2005 [accedido 2020 dic 24]; 93(6):783-6. Disponible en: [https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0007114505001212/type/journal\\_article](https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0007114505001212/type/journal_article).
  23. González Jiménez D, Díaz Martín JJ, Bousoño García C, Jiménez Treviño S. Gastrointestinal disorders in children with cerebral palsy and neurodevelopmental disabilities. *An Pediatr* [En línea]. Elsevier; 2010 [accedido 2019 mar 25]; 73(6):361.e1-361.e6. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1695403310001621>.
  24. Jaramillo C, Johnson A, Singh R, Vasylyeva TL. Metabolic disturbances in patients with cerebral palsy and gastrointestinal disorders. *Clin Nutr ESPEN* [En línea]. Elsevier; 2016 [accedido 2019 feb 20]; 11:e67-9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405457715001217?via%3Dihub>.
  25. Maisawa S, Sasaki M, Ida S, Uchida K, Kagimoto S, Shimizu T, et al. Characteristics of inflammatory bowel disease with an onset before eight years of age: A multicenter epidemiological survey in Japan. *J Gastroenterol Hepatol* [En línea]. 2013 [accedido 2020 nov 2]; 28(3):499-504. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1111/jgh.12071>.
  26. Hamida RS, Shami A, Ali MA, Almohawes ZN, Mohammed AE, Bin-Meferij MM. Kefir: A protective dietary supplementation against viral infection. *Biomed Pharmacother* [En línea]. 2021 [accedido 2021 feb 1];

- 133:110974. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0753332220311665>.
27. O'Brien KV, Stewart LK, Forney LA, Aryana KJ, Prinyawiwatkul W, Boeneke CA. The effects of post-exercise consumption of a kefir beverage on performance and recovery during intensive endurance training. *J Dairy Sci* [En línea]. 2015; 98(11):7446-9. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030215005834>.

# METODOLOGÍA PARA LA PREVENCIÓN DE LESIONES DURANTE EL APRENDIZAJE DE TÉCNICA GRAHAM

Diana Martha Rivas Gómez  
Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Avenida Universidad # 940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.  
*diana.rivas290999@gmail.com*

Ana Cristina Medellín Gómez  
Universidad Autónoma de Querétaro  
Cerro de las Campanas s/n, Cp. 76010, Querétaro, Querétaro, México.  
*crisrina.medellin@gmail.com*

Resumen: La investigación se basa en mejorar la integridad física y mental de bailarines y estudiantes de danza. El presente documento se enfoca en aportar información integrando las disciplinas de danza y medicina para identificar las lesiones que imposibilitan a los bailarines a desarrollar su trabajo con mayor desempeño, muchas de estas lesiones se deben a la exigencia del entorno, y al alto nivel de competencia que se presenta en el medio. Debido a esta situación, se considera fundamental proporcionar información de calidad, que relacione los conocimientos de diversos expertos y aporte a mejorar las metodologías de enseñanza de la danza, en particular la técnica Graham.

Palabras clave: Danza, Anatomía, Aparato locomotor y Salud

Abstract: The investigation is based on improve the physical and mental integrity of dancers and dance students. This document focuses on providing information integrating the disciplines of dance and medicine to identify the injuries that impossible the dancers to develop their work with greater performance, many of these injuries are due to demands of the environment, and the high level of competition that is presented in the middle. Due to this situation, it is considered essential to provide quality information that relates the knowledge of various experts and contributes to improving dance teaching methodologies, in particular the Graham technique.

Keywords: Dance, Anatomy, Musculoskeletal system and Health.

## I. INTRODUCCIÓN

Esta investigación se enfoca en la relación entre la medicina y la danza. Esta relación tiene a su vez dos grandes conceptos distintos; la medicina de la danza y la ciencia de la danza, las cuales tienen enfoques distintos. “La medicina de la danza se especializa en la prevención, evaluación y tratamiento de músicos, bailarines, actores o

vocalistas mientras que la ciencia de la danza investiga los aspectos cualitativos y cuantitativos del entrenamiento, el rendimiento y la salud de los bailarines, se preocupan en investigar aspectos biomecánicos, fisiológicos, neuromotores, alimenticios, psicológicos y terapias en las áreas corporales y somáticas.” [1]. Ambos conceptos serán de utilidad ya que nos enfocaremos en destacar cuales son los diferentes factores de riesgo que conducen a los bailarines a sufrir lesiones, revisando los aspectos de carácter anatómico, psicológico y nutricional. La relación medicina y danza presta atención fundamentalmente en la anatomía y el sistema locomotor.

La anatomía es: “La rama de la Morfología que estudia la figura y estructura del cuerpo humano vivo, e investiga las leyes que rigen el desarrollo de sus formas, con relación a sus funciones y con el medio ambiente del organismo”. [2] Estableceremos la definición de danza como: El movimiento del cuerpo con o sin música que se realiza en espacios diversos y que puede ser de carácter lúdico, social o escénico, planteando a su vez que la danza está integrada a la expresión corporal y por consecuencia a la expresión emocional si la necesidad del lenguaje verbal. Estos dos conceptos anatomía y danza se relacionaron con la intención de integrar sus saberes para el análisis de la relación de los huesos, músculos y articulaciones que se utilizan en movimientos de entrenamiento en danza profesional, esto con el fin de encontrar una relación entre los ejercicios realizados en la técnica Graham de danza contemporánea y las lesiones frecuentes entre las personas que practican esta misma técnica, integrando los conocimientos que se tienen del aparato locomotor desde la anatomía aplicada al movimiento .

## II. MARCO TEÓRICO

Se estudio desde la vision de la danza la trayectoria de Martha Graham, pionera de la danza moderna, creó su propio lenguaje coreográfico, los fundamentos que caracterizan la llamada técnica Graham son: respiración (contracción y relajación), las caídas (se ejecutan en la fase de relajación, nunca son un estado de abandono hacia la fuerza de gravedad), saltos (deben ser amortiguados), la concisión o economía de medios (la esencia del sentimiento que quiere comunicar al público), “y” (forma de conteo) y desplazamiento por el espacio desde la cadera. Derivado del primer postulado de Julius Wolff que nos dice “Las deformidades óseas se deben a adaptaciones mecánicas de los huesos.” [3] Se dice también que las lesiones son por sobrecarga y lesiones agudas. Las primeras se originan por pequeños traumas repetidos en el tiempo que acaban ocasionando una fatiga en el tejido músculo- esquelético. Las lesiones agudas se producen por un trauma único e intenso, de gran magnitud. [1]. Se revisó la relación de la anatomía y la ideokinética con la salud en el entrenamiento para la danza y además se hizo un análisis de los somatotipos en la danza partiendo de la premisa de que los somatotipos influyen en la forma de enfrentar el entrenamiento físico.

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizo una revisión exhaustiva sobre el tema, de la cual se recuperó información de diferentes artículos y la tesis doctoral de Sanahuja Maymó que ampliaron la visión sobre estudios realizados a nivel mundial que señalan cuales son las lesiones más comunes en los bailarines de danza contemporánea.

Durante 3 semanas se estuvieron observando, practicando y realizando anotaciones de diferentes clases (técnica de Graham, ballet y método Fedelkrais) de la Universidad Autónoma de Querétaro por medio de la plataforma Zoom, con el fin de adentrarnos más a estas técnicas; además se revisaron diferentes vídeos en youtube [4,5,6] para comprender la técnica de las cuartas: de espiral, suástica y de extensiones esto con el fin de realizar un chequeo de los movimientos que están implicados en las cuartas y así deducir que músculos, huesos y tendones se utilizan más, para así encontrar una relación con las lesiones que se generan en la danza, estas observaciones derivaron en la redacción puntual de las principales cuartas de la técnica: cuarta suástica, cuarta de extensión y cuarta de espiral.

Finalmente se realizaron 2 encuestas, una para alumnos que estudien alguna Lic. en danza (46 alumnos) y otra para maestros que enseñan la técnica Graham (9 maestros); esto con la finalidad de revisar varios puntos importantes en la investigación como son: desgaste físico de los estudiantes, discriminación, salud, importancia de la anatomía, ejercicios que más se les dificulta de la técnica de Graham, forma de dar las clases y que podrían mejorar de sus maestros y de la técnica de Graham.

#### IV. RESULTADOS

Resultados de la encuesta realizada a 46 alumnos que estudian alguna Lic. en danza:

Desgaste físico de los bailarines: ¿Cuántas horas entrenas danza en tu casa?, ¿Cuántas horas entrenas danza en la escuela? y Si tomaban alguna otra clase de danza. El 59% dijo que ensayaba 1-2 horas en su casa y el 80% dijo que ensayaba 1-5 horas en la escuela y el 50% descansa de 4-8 horas.

Maltrato en las clases de danza: Alguna vez tu maestro te grito, te golpeo o se burlo de ti porque no te salía un ejercicio; Alguna vez un maestro te empujo o te estiro de más para que tuvieras mayor elasticidad, a la primera pregunta 57% respondió que sí y a la segunda pregunta el 61% dijo que sí.

Salud: Te has lesionado en clases de danza el 72% dijo que sí; ¿Cuál región del cuerpo fue? 30% rodillas, 21% tobillos, 24% otra, 21% columna vertebral y 3% la cadera; ¿Qué tipo de lesión fue? 34% contractura muscular, 33% otro, 3% fractura, 27% esguince y 12% desgarre muscular; Si usted tiene una lesión acude con: 77% Fisioterapeuta, 7% Doctor general y 16% Traumatólogo; Calientas antes de empezar: 100% dijo que sí; Si tienes alguna lesión tomas un descanso o sigues bailando: 72% descansa.

Importancia de la anatomía: Crees que la anatomía es importante para un bailarín: el 100% dijo que sí; En la escuela en la que estudias te han hablado de la anatomía 87% dijo que sí.

Hay algún ejercicio en particular de la técnica de Graham que te cueste mucho trabajo realizar y el 87% dijo que las cuartas.

Evaluar las clases de los maestros: En qué crees que puedan mejorar tus maestros: 44% nuevas didácticas de enseñanza, 22% en el trato de los maestros hacia los alumnos y el 34% en la empatía; Cuándo no puedes realizar un ejercicio: 83% dijo tus profesores te repiten como hacerlo; Cómo aprendes más fácil un ejercicio: 50% hacerlo mientras lo explica.

Resultados de la encuesta realizada a 9 maestros de técnica de Graham:

Experiencia de los maestros: ¿Cómo se hizo maestro de la técnica de Graham? 67% dijo que era una materia de la carrera que estudio; ¿Cuántos años lleva de ser maestro de técnica de Graham? 43% dijo que entre 10-15 años.

Salud de los maestros y sus alumnos: Se lesiono alguna vez cuando aprendía la técnica de Graham: 22% dijo que sí; ¿Qué parte del cuerpo fue?: 100% cadera; Alguno de sus alumnos se ha lesionado mientras usted está dando clases: 44% dijo que sí; ¿Qué tipo de lesión tuvo su alumno? 50% contractura muscular, 25% esguince y 25% otra; En un salón de clases ha tenido fallas en el piso que ocasionen lesiones en sus estudiantes: 44% dijo que sí y Si usted tiene una lesión acude con: 78% fisioterapeuta, 11% traumatólogo y 11% doctor general.

Importancia de la anatomía: En la carrera de danza le enseñaron algo sobre la anatomía del cuerpo: 89% dijo que sí; Usted por su cuenta estudio algo de anatomía antes de dar clases: 89% dijo que sí; Usted cree que es importante saber anatomía para un maestro de baile: 100% dijo que sí.

Técnica de Graham: ¿Cuál es el ejercicio de la técnica de Graham fue el que le costo mayor trabajo realizar? 56% contesto que cuartas; ¿Cuál es el ejercicio de la técnica de Graham que más se les dificulta a sus alumnos realizar? 33% dijo que cuartas.

Realización de la clase: Realiza ejercicios para calentar y estirar: 100% dijo que sí; Para enseñar un ejercicio usted: 78% lo realiza enfrente de sus alumnos; ¿Cómo corrige a sus alumnos? 67% Mientras hacen el ejercicio usted va

y los corrige; Si a un alumno no le sale el ejercicio usted: 78% dijo al final de la clase le da unos ejercicios para que practique; Si su alumno no tiene mucha elasticidad usted: 100% le pone hacer ejercicios de elasticidad. Discriminaron a los maestros y si este maestro esta repitiendo estos mismos patrones contra sus alumnos: Alguna vez fue criticado por su físico por algún profesor de su facultad: 44% dijo que sí; Alguna vez fue usted rechazado por alguna compañía por su aspecto físico: 33% dijo que sí; Usted cree que todas las personas pueden bailar independientemente de su edad, cultura y aspecto físico: 78% dijo que sí; Cree que son buenos los estereotipos en la danza: 22% dijo que sí.

## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Según las preguntas realizadas podemos observar que los alumnos entrenan aproximadamente entre 7-8 horas al día y descansan entre 4-8 horas por lo que se puede decir que no es un descanso proporcional al desgaste físico que tienen, ya que ellos deben de tener un descanso entre 10-15 minutos entre cada hora de clase para relajar los músculos y una persona mayor de 18 años debería de dormir entre 7-8 horas ya que si duermen menos el cuerpo no llega a regenerarse por completo.

Sí existe un maltrato de los maestros hacia los alumnos, lo que puede generar daños psicológicos como son: baja autoestima, trastornos nutricionales, suicidio y depresión.

El ejercicio que más se les dificulta tanto a maestros como alumnos son las cuartas de la técnica de Graham ya que éstas no se pueden realizar sin forzar la anatomía del cuerpo lo cual causa lesiones a largo plazo, más de la mitad de los alumnos se han lesionado, 30% las rodillas, 21% los tobillos, 21% la columna vertebral y 3% la cadera y las lesiones que predominan son las contracturas musculares y los esguinces mientras que los maestros el 100% se ha lesionado la cadera y esto es porque son las regiones del cuerpo que más se utilizan para realizar las cuartas de la técnica de Graham, otro punto importante es que el 77% va con un fisioterapeuta y es necesario que vayan de la mano un traumatólogo y un fisioterapeuta ya que el primero te puede dar medicamento y reposo para que la articulación, hueso o músculo afectado se regenere o se desinflame y finalmente ir con un fisioterapeuta para recuperar la movilidad de la región afectada.

Tanto los maestros como los alumnos realizan ejercicios de calentamiento y estiramiento lo que ayuda al cuerpo a prepararse antes de los ejercicios de la clase lo que reduce la producción de una lesión y ambos creen que es de gran importancia la anatomía ya que sin esta no podemos conocer las regiones del cuerpo ni las posibles lesiones que pueden ocurrir. Los maestros tienen muchos años de experiencia, pero no tomaron cursos adicionales a lo que vieron en la carrera y solo el 89% estudio algo relacionado con la anatomía esto nos puede causar una falta de actualización en la enseñanza de las clases.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En conclusión se reconoce que las posibles lesiones derivadas de la practica constante de las cuartas de técnica de Graham según lo observado en las clases de la Universidad Autónoma de Querétaro y en los vídeos de diferentes escuelas son: tendinitis aquilea, desgaste de las articulaciones de la rodilla, juanetes, lesiones en la articulación coxofemoral, contracturas musculares principalmente en el músculo trapecio, dorsal ancho, desgarre del músculo recto femoral, esguince de tobillo porque todos los músculos de la pierna cuando esta flexionada caen sobre el tobillo, “tendinitis del músculo flexor largo del dedo del pie, trigónomo sintomático, golpe talar anterior, esguince de tobillo, fractura por tensión, síndrome de dolor fémorrotuliano, contracción de la cadera y lesión de la porción interarticular de la segunda vértebra cervical”. [7]. “Las principales localizaciones de una lesión en bailarines de danza contemporánea son: 58% en extremidades inferiores y 17% en lumbares y en la pelvis (19.5% tobillo, 18.6% lumbar, 18.1% rodilla, 11.4% el pie y 10% la cadera), la mayoría tiene entre un 70-80%



de prevalencia. [1] La tasa de incidencia se encuentra en un rango de 0.62 a 5.6 lesiones por cada 1000 horas de exposición. [8]

Algunas recomendaciones son: Tener un psicólogo, un nutriólogo, un médico del deporte y un fisioterapeuta en las instituciones de danza para que cada alumno tenga una revisión de cada profesional de la salud. Además, contar con un salón equipado que puedan utilizar los alumnos para ensayar ya que en sus casas se podrían golpear con algún mueble y ocasionar una lesión y que los profesores tomen diferentes cursos por ejemplo: anatomía, como tratar una lesión inmediatamente, técnicas de enseñanza, actualización de las técnicas de danza, cuidar las cargas de entrenamiento, evitar solicitar ejercicios en las malas posturas anatómicas, cuidar la congruencia entre el somatotipo y la carga de trabajo, eficientar los procesos de calentamiento y estiramiento,

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Verano de las Ciencias Región Centro 2021, a la Doctora Ana Cristina Medellín Gómez de la Universidad Autónoma de Querétaro y finalmente a la Universidad Autónoma de Aguascalientes por darnos la oportunidad de ser parte de este verano.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Sanahuja Maymó, M. B. (20 de julio de 2021). Bailarines lesionados: respuestas emocionales y estrategias de afrontamiento. Obtenido de Tesis Doctorals de Xarxa: <http://hdl.handle.net/10803/9264>
2. Gutiérrez Quiroz, F. (2006). Anatomía Humana ,Músculos de la Región posterior del abdomen. México: Porrúa.
3. Hernández, J. (26 de Marzo de 2011). Repositorio de artículos Cimeq . Obtenido de La ley de Wolff: <http://articulos.sld.cu/cimeq/?p=5569>
4. Mora, D. (1 de Junio de 2021). Obtenido de Tutorial: Cuarta de espirales. Técnica Graham: <https://www.youtube.com/watch?v=sYGfiDxzKOk&t=223s>
5. Nayeli, M. (2 de Junio de 2021). Tutorial Cuarta de extensión/Técnica de Graham . Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=yhYS6SHIdGg>
6. Garza, M. (31 de Mayo de 2021). Tutorial Cuarta Suástica Tecnica Graham. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=Fx7bNq9e2eI>
7. Healthy children.org. (21 de Noviembre de 2015). Obtenido de Care of the Young Athlete Patient Education Handouts
8. Camacho, D. (31 de Enero de 2021). Prevalencia y perfil de las lesiones. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/79156/1022342770.2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



## ESTRÉS PERCIBIDO Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DEL SUEÑO EN AM DE LA COMARCA LAGUNERA

Lucero Abigail Perez Jauregui

Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes Centro de Ciencias de la Salud

Av. Universidad #940, Aguascalientes, Ags.

*abbie.jauregui@gmail.com*

Alejandro Morales Jinez

Universidad Autónoma de Coahuila Escuela de Licenciatura en Enfermería,

Unidad Torreón Monte Vesubio s/n Fracc. Valle Dorado C.P. 27298, Torreón, Coahuila.

*alejandro\_morales@uadec.edu.mx*

Resumen — El objetivo de este estudio fue determinar la relación entre el nivel de estrés percibido y la calidad de sueño en el Adulto Mayor, basados en la propuesta de Lazarus y Folkman conocida como la “Teoría transaccional del estrés”. Se planteó un estudio descriptivo, correlacional, de corte transversal en una muestra de 133 adultos mayores seleccionados a conveniencia. Para la colecta de datos se utilizó el Índice calidad de sueño de Pittsburg y la Escala de estrés percibida. El análisis se realizó en SPSS y se calcularon estadísticos descriptivos e inferenciales. Los resultados muestran la existencia de una correlación positiva significativa, es decir, a mayor cantidad de estrés percibido, se tiene una peor calidad de sueño en el adulto mayor.

Palabras clave — Ancianos, estrés, sueño

Abstract — The objective of this study was to determine the relationship between the level of perceived stress and the quality of sleep in the Elderly, based on the proposal by Lazarus and Folkman known as the “Transactional Theory of Stress”. A descriptive, correlational, cross-sectional study was proposed in a sample of 133 older adults selected at convenience. For data collection, the Pittsburg Sleep Quality Index and the Perceived Stress Scale were used. The analysis was carried out in SPSS and descriptive and inferential statistics were calculated. The results show the existence of a significant positive correlation, that is, the greater the amount of perceived stress, the worse the quality of sleep in the elderly.

Keywords — elderly, stress, sleep

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, se han propuesto diferentes procesos para explicar cómo interviene el estrés con la calidad del sueño y cómo estos factores alteran al adulto mayor. Pero para unificar el conocimiento, primero se necesita desglosar cada concepto a lo más fundamental. Empezando por el agente causal de toda la teoría, el estrés. Existen un sinnúmero de definiciones acerca del estrés, sin embargo, una que englobe la explicación y relevancia que tiene con la salud y con el cuerpo, es aquella propuesta por Lazarus y Folkman en 1984; también conocida como “Teoría o perspectiva transaccional del estrés”. (Lazarus & Folkman, 1984)

Esta teoría se define como esa relación particular entre el individuo y su entorno que es evaluado por el propio sujeto como amenazante o desbordante de sus recursos y, que pone en peligro su bienestar o su meta. Siendo el estrés la variable central en el proceso de las manifestaciones de síntomas psicósomáticos por el enfoque de la respuesta del individuo, el fenómeno del entorno externo y la interacción entre el individuo y el medio. (Ramírez & Landero Hernández, 2006)

Desde el ámbito de la salud, el estrés es considerado como la reacción que resulta de la interacción constante entre la persona y el medio en el que se encuentra; lo que ocasiona consecuencias que pueden generar factores que se exterioricen físicamente, como producto de la asimilación de las emociones internas. (Díaz & De la Iglesia, 2019) Estas emociones pueden estar influenciadas por factores sociales y contextos cotidianos, pensamientos de muerte, problemática económica, preocupaciones del futuro con relación a la familia, etc. Estos factores, son conocidos como estresores y son los predisponentes a un estado crónico de estrés psicológico. (Espinoza Ibarra, 2021)

Se explica bajo el modelo procesual alternativo del estrés de Sandín (1995) como punto de análisis los planteamientos del modelo transaccional de Lazarus y Folkman (año) respecto al estrés, sus interrelaciones o variables y las respuestas a estos. Representando que, ante los estresores, el individuo se enfrenta al estrés, siendo la valoración que hace de sus recursos, el apoyo con el que cuenta y de la situación; factores asociados a su percepción del estrés, acompañado de las variables sociodemográficas lo que nos lleva a responder a este estado crónico. Estas respuestas son de nivel emocional, conductual y fisiológicas. Existe una lista incontable de estresores en el adulto mayor, incluso descartando toda el área de enfermedades crónico-degenerativas que acompañan la decadencia de la vida. Estos estresores afectan al individuo en una parte fundamental de su recuperación, que es el sueño. El envejecimiento ha demostrado tener una fuerte relación con una disminución en la calidad del sueño (Merchán Restrepo, Nieto Manrique, Rubio Villegas, & Manrique Rojas, 2017) y algunos factores pueden agravar este estado, como el estrés percibido.

La calidad del sueño hace referencia a un buen dormir durante la noche, acompañado de un adecuado funcionamiento durante el día. (Domínguez Pérez, Oliva Díaz, & Rivera Garrido, 2007) Determinado por parámetros como la duración del sueño, latencia del sueño, número de despertares nocturnos y lo que es más significativo, la profundidad y percepción subjetiva de un sueño reparador hacia el individuo. La importancia en la calidad del sueño radica en su directa proporción según su nivel con el aumento de la morbilidad en el adulto mayor; entendiendo que, a menor nivel de la calidad del sueño, aumenta la morbilidad en los adultos mayores por deterioro cognitivo (Cohen-Zion, 2001), depresión, problemas del comportamiento, disminución en la funcionalidad (Valenza, 2013), vulnerabilidad al abuso de sustancias y aumento en el riesgo de caídas (Ferrari, 2017). (Escobar & Eslava, 2005)

Con lo anterior, la presente investigación se centra precisamente en la relación de este ciclo entre la percepción del adulto mayor a las situaciones que enfrenta, su reacción a base de estrés crónico psicológico que deriva en una alteración en la calidad de sueño y como este afecta su estado emocional durante el día; todo por los factores sociales, su relación con la familia y el entorno donde vive.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio es una investigación de tipo cuantitativo, bajo un diseño descriptivo, correlacional y de corte transversal. La población del estudio conformado por adultos mayores (AM) de la zona metropolitana de la Región Lagunera, al nte de México. La muestra fue de 133 AM, se calculó con el programa estadístico Epidat v. 4.1 con los parámetros: nivel de confianza del 95% y una potencia del 80%. Muestreo no probabilístico a conveniencia y los participantes se seleccionaron con base en los siguientes criterios: AM de 60 años y más, orientados en tiempo y espacio, participación voluntaria. Se excluyeron aquellos que no completaron las encuestas y que decidieron ya no participar. La CS en el AM se midió a través del Índice de Calidad del Sueño de Pittsburg (ICSP). (Luna, Robles & Agüero, 2015).

A continuación, se muestra como valorar los 7 componentes parciales del ICSP, de acuerdo con Jiménez, Mon-teverde, Nenclares, Esquivel y De la Vega (2008):

- Componente 1: Calidad subjetiva. Asignamos a la pregunta 6 una puntuación de 0 a 3.
- Componente 2: Latencia. 1° se examina la pregunta 2 y se le asigna la puntuación. (Puntuación <15 min representa normalidad; aquellos que tarden <15 min en dormirse no presentan alteración en este componente=0, puntuación entre 16-30 min nos indica dificultad leve=1, entre 31-60 min, dificultad moderada=2 y una puntuación >60, denota una dificultad grave en este aspecto=3. 2° se examina la pregunta 5 y se le asigna una puntuación de 0 a 3. 3° sumamos las puntuaciones obtenidas de las preguntas 2 y 5. 4°, asignamos la puntuación del componente 2 como sigue: (si 0=0; 1-2=1; 3-4=2; 5-6=3).
- Componente 3: Duración. Observamos la pregunta 4 y le asignamos las puntuaciones correspondientes: >7 hrs de sueño=0, entre 6 y 7 hrs=1, de 5-6 hrs = 2 y <5 horas = 3.
- Componente 4: Eficiencia habitual. 1° observar la cantidad de hrs dormidas (pta 4). 2° calcular el N° de hrs permanecidas en la cama teniendo en cuenta la hr de acostarse (pta 1) y la de levantarse (pta 3). 3° calcular la eficiencia habitual del sueño, sigue:  $[(N^{\circ} \text{ hrs dormidas} / N^{\circ} \text{ hrs permanecidas en la cama}) \times 100 = \text{Eficiencia habitual de sueño} \times 100 = (\%)]$ . Finalmente se asigna la puntuación del componente 4 como sigue: >85%=0, de 75-84%=1, de 65-74%=2 y <65%=3.
- Componente 5: Alteraciones. 1° se suman los ítems del 5b al 5j. 2° asignar la puntuación del componente 5 como sigue: 0 = 0; 1-9 = 1; 10-18 = 2 y de 19-27 = 3.
- Componente 6: Uso de medicamentos para dormir. A la pregunta 7 se le otorgará la siguiente puntuación: 0 = Ninguna vez en el último mes, 1 = <1 vez a la semana, 2 = 1-2 veces a la semana, 3 = >3 veces a la semana.
- Componente 7: Disfunción diurna: 1° se suman las preguntas 8 y 9. 2° se le asignará la puntuación del componente 7 como sigue: 0 = 0; 1-2 = 1; 3-4 = 2; 5-6 = 3.

La interpretación del instrumento es que >puntaje <calidad del sueño, además, se proponen los siguientes ptos de corte para clasificar la CS: De 0-4 ptos = Sin problemas de sueño, de 5-7 ptos = Merece atención médica, de 8-14 ptos = Merece atención médica y tratamiento y >15 ptos = Problema de sueño grave. En cuanto a las características de su validez presentó un Alpha de Cronbach de 0.83 (Luna, Robles & Agüero, 2015).

Para el EP, se utilizó una versión traducida al español del instrumento original (Remor, 2006). La escala comprende 14 ítems que permiten medir en qué medida se evalúan como estresantes distintas situaciones de la vida. Los ítems de la escala se puntúan en una escala tipo Likert de 5 ptos (0=nunca, 4=muy frecuentemente). Los ítems 1-3, 8, 11, 12 y 14 se refieren a estrés percibido, mientras que los ítems 4-7, 9, 10 y 13 se refieren a afrontamiento del estrés percibido. La puntuación de estos últimos ítems se invierte para arrojar una puntuación total. La puntuación directa indica que a > puntuación corresponde > nivel de estrés percibido. Para la colecta de datos se utilizó la técnica de entrevista a los AM. El proyecto se sometió a evaluación y obtuvo la aprobación del comité

de ética e investigación de la institución correspondiente, con el permiso con las autoridades correspondientes, se les dio a firmar el consentimiento informado.

Una vez colectada la información se creó una base de datos en el programa SPSS v.25 para Windows. Se realizaron diversos tipos de análisis estadísticos, estadística descriptiva (medidas de tendencia central, dispersión para variables cuantitativas, fr relativas para variables cualitativas). Enseguida, para el análisis de confiabilidad de los instrumentos se aplicó el Alpha de Cronbach y finalmente, para corroborar la asociación se calculó el coeficiente de correlación de Spearman. Se fijó un nivel del 95% de confianza, considerando significativo cuando  $p < 0.05$ .

### III. RESULTADOS

Se trabajó con un total de 133 adultos mayores, donde 102 (76.7%) fueron mujeres y 31 (23.3%) fueron hombres; cuyas edades medias y desviaciones estándar fueron de 68.89 años y 6.503 años. Y el mayor porcentaje de participantes con un 40% fueron casados. Sobre la escolaridad de los AM, en promedio, estudiaron 7 años, lo equivalente al mínimo nivel de escolaridad, es decir, primaria. También se obtuvieron resultados de variables clínicas, tales como el IMC de los AM con un resultado de 29.5309 en promedio, por encima del rango normal; PA sistólica y diastólica media de 141/77 respectivamente y el estudio de los niveles séricos de cortisol de 14.0395 en promedio.

Al realizar el análisis del nivel de estrés se observa que el nivel medio que se tiene es de 21.73, se aprecia variabilidad en el nivel de estrés. La muestra obtuvo un nivel medio de estrés, según los resultados. En los resultados de análisis sobre el ICSP se observa que los AM de la muestra requieren en su mayoría atención médica acompañado de tratamiento como se puede observar en la tabla 1. Sobre el análisis de correlación entre el ICSP y el EEP se observa que existe una correlación positiva significativa ( $r_s = 0.326$ ,  $p = 0.001$ ), lo cual indica que, a mayor percepción de estrés, existe peor calidad de sueño. Al realizar la comparación de los grupos clasificados de acuerdo con la calidad de sueño, se observa que existe diferencia significativa ( $k = 14.274$ ,  $gl = 3$ ,  $p = 0.003$ ), como podemos ver en la figura 1. Cuando se hizo la comparación intergrupos del ICSP, como se puede observar en la tabla 2, encontramos que hay 3 grupos con diferencia significativa; el grupo 2: sin problemas de sueño – merece atención médica y tratamiento, el grupo 3: sin problemas de sueño – problema de sueño grave y el grupo 5: merece atención médica – problema de sueño grave.

Tabla 1. Tabla de frecuencia de la clasificación de calidad de sueño

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Sin problemas de sueño	29	21.8	21.8	21.8
	Merece atención médica	46	34.6	34.6	56.4
	Merece atención médica y tx	50	37.6	37.6	94.0
	Problema de sueño grave	8	6.0	6.0	100.0
	Total	133	100.0	100.0	

Figura 1. Diagrama de cajas del ICSP y EEP

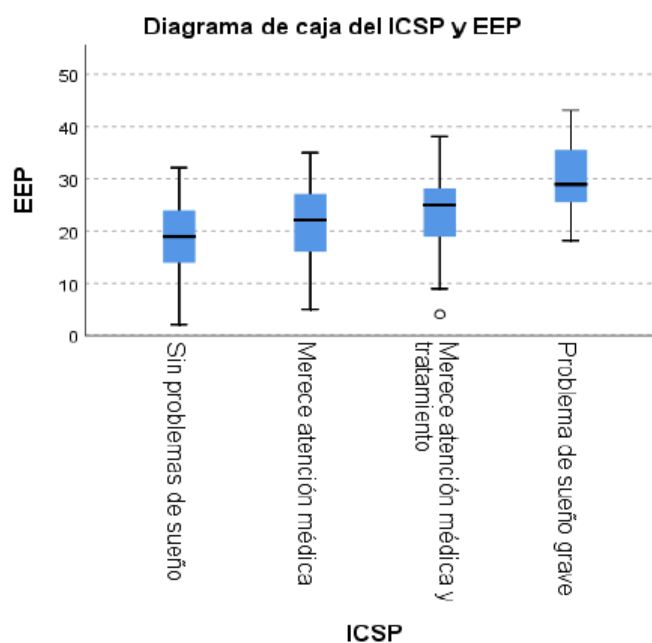


Tabla 2. Tabla de comparación intergrupos del ICSP

Sample 1-Sample 2	Test Statistic	Std. Error	Std. Test Statistic	Sig.	Adj. Sig. <sup>a</sup>
Sin problemas de sueño-Merece atención médica	-12.280	9.124	-1.346	.178	1.000
Sin problemas de sueño-Merece atención médica y tx	-23.699	8.982	-2.638	.008	.050
Sin problemas de sueño-Problema de sueño grave	-51.571	15.368	-3.356	.001	.005
Merece atención médica-Merece atención médica y tx	-11.418	7.862	-1.452	.146	.878
Merece atención médica-Problema de sueño grave	-39.291	14.741	-2.665	.008	.046
Merece atención médica y tx-Problema de sueño grave	-27.872	14.653	-1.902	.057	.343

Each row tests the null hypothesis that the Sample 1 and Sample 2 distributions are the same. Asymptotic significances (2-sided tests) are displayed. The significance level is .05.

a. Significance values have been adjusted by the Bonferroni correction for multiple tests.

#### IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

De acuerdo con análisis realizado en el género de los participantes, se observa que la muestra estuvo constituida en su mayoría por mujeres, lo cual concuerda con las estadísticas reportadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en México, donde se observa que la mujer tiene una esperanza de vida mayor que el hombre y se refleja en un mayor número. El presente estudio mostró una relación significativa positiva entre, el nivel de estrés percibido y la calidad de sueño, lo cual concuerda con los resultados de estudios realizados en poblaciones de mujeres con cáncer de mama (Jaime, Juárez & Téllez, 2018) y en personal de enfermería (Peña,

Nieto, Sánchez & Cortés, 2019), sin embargo, no se encontró literatura científica de este fenómeno en población adulta mayor. (Geografía, 2019).

Los resultados de la calidad del sueño en el adulto mayor, se observa la existencia de alteraciones evidentes, lo cual es similar a lo que nos menciona Restrepo en la asociación de la calidad de sueño y los valores antropométricos de hogares geriátricos. Asimismo, los resultados indican, entre otros aspectos, la relación que guardan los niveles de estrés percibido y las alteraciones en el adulto mayor. Al realizar el análisis del nivel de estrés promedio de los AM en cuyo caso, se encuentra por encima del medio con 21.73 de 43, cantidades alarmantes para la atención que se guarda en este aspecto de la salud en el área geriátrica, según la literatura. Otro aspecto importante para mencionar es la media de AM que necesitan de atención médica con tratamiento por esta alteración causada por el nivel de estrés en la calidad del sueño; la necesidad de tratamiento para lograr el descanso es un factor de alarma que nos indica que los estresores del AM ya entran en materia de la salud. (Y, y otros, 2017) (Espinoza Ibarra, 2021) (Merchán Restrepo, Nieto Manrique, Rubio Villegas, & Manrique Rojas, 2017) (Jiyeon & Juah, 2019)

Finalmente, en la relación intergrupos la clasificación más alarmante, merece atención médica y problemas de sueño graves, se afirma que la atención que se necesita es urgente en esta problemática poco abordada y la cual genera a largo plazo problemas graves de salud.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En conclusión, se observa que existe una relación entre el estrés percibido y la calidad del sueño del AM, lo cual puede tener serias repercusiones en la salud. El análisis de correlación mostro una relación significativa positiva, indicando que a mayor cantidad de estrés percibido, empeora la calidad de vida. Esto nos da la apertura para que el personal del área de la salud intervenga más en la rama geriátrica a nivel emocional y no sólo en las evidencias clínicas. Finalmente, nos da la permuta para que, a partir de esta investigación, se logre desarrollar un estudio de intervención de estrés para ver el impacto de la calidad de sueño y qué soluciones se le puede brindar al AM con base a la afirmación del presente proyecto.

## VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Quiero agradecer al Dr. Alejandro Morales Jinez por estar al pie del cañón guiándome y enseñándome en la investigación, a la Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes por brindarme la oportunidad y apoyar a sus estudiantes, a mi Tito y mi mamá por su apoyo incondicional en todos los proyectos, y al E.M. Ricardo Estrada por motivar e impulsar esta área que descubrí que me gusta tanto.

## REFERENCIAS

- Cohen-Zion, M. (2001). Changes in cognitive function associated with sleep disordered breathing in older people. *J Am Geriatr Soc*, Vol (49): 1622-7.
- Jaime-Bernal L, Juárez-García DM, Téllez A. La influencia del estrés y el optimismo sobre la calidad de sueño de mujeres con cáncer de mama. *Psicooncología* 2018;15:249-260. doi: 10.5209/PSIC.61434
- Peña-Rodríguez Iván-Alfredo; Nieto-Olarte Lina-Paola; Sánchez-Preciado Diana-Mayerli; Cortés- Lugo Rafael-Leonardo. Relación entre estrés percibido y calidad de sueño en enfermeras de turnos nocturno y rotativo. *Revista Colombiana de Enfermería*, 2019, v. 18, n. 3, e014. <https://doi.org/10.18270/rce.v18i3.2640>
- Díaz, I., & De la Iglesia, G. (2019). Ansiedad: Revisión y Delimitación Conceptual. Obtenido de Summa Psicológica: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7009167>
- Domínguez Pérez, S., Oliva Díaz, M., & Rivera Garrido, N. (Noviembre de 2007). PREVALENCIA DE DETERIORO DEL PATRÓN DEL SUEÑO EN ESTUDIANTES DE ENFERMERÍA EN HUELVA. Obte-



nido de Revista electrónica semestral de enfermería : file:///C:/Users/Abiga%C3%ADl%20J%C3%A1uregui/Downloads/346-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1492-2-10-20080229.pdf

Escobar, F., & Eslava, J. (2005). Validación colombiana del índice de calidad de sueño de Pittsburgh. REV NEUROL, 150 - 155.

Espinoza Ibarra, M. E. (2021). Mecanismos de regulación y afrontamiento al estrés en pacientes con enfermedades crónicas desde la Teoría propuesta por Lazarus y Folkman. Machala: UTMACH. Ferrari, S. (2017).

Frequency and factors associated with falls in adults aged 55 year or more. Rev Saude Pública, Vol (51); Pág: 37.

Geografía, I. N. (2019). Mujeres y Hombres en México. Aguascalientes: INMUJERES.

Jiyeon, H., & Juah, K. (2019). Factors influencing perceived health status among elderly workers: occupational stress, frailty, sleep quality, and motives for food choices. pubmed.gov, 1493-1501. Lazarus, R., & Folkman, S.

(1984). Stress, coping and adaptation. New York: Springer.

Merchán Restrepo, J. K., Nieto Manrique, P. Á., Rubio Villegas, S. A., & Manrique Rojas, D. (2017). Asociación entre la calidad del sueños y los parámetros antropométricos en adultos mayores de 65 años institucionalizados en hogares geriátricos de Tenjo y Cajicá en el segundo semestre del 2017. Bogotá, D.C: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales .

Ramírez, M. T., & Landero Hernández, R. (2006). Síntomas Psicósomáticos y Teoría Transaccional del estrés. Ansiedad y Estrés, 45-61.

Valenza, M. (2013). Nursing homes: Impact of sleep disturbances on functionality. Archives of Gerontology and Geriatrics, [Internet], Vol 56, Pág: 432-436.

Y, L., T, L., L, G., R, Z., X, F., & K, L. (2017). The mediating role of sleep quality on the relationship between perceived stress and depression among the elderly in urban communities: a cross-sectional study. PubMed.gov, 21-27.



## DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE SNP DE LEP Y LEPR EN OBESIDAD CENTRAL EN JÓVENES MEXICANOS.

Lourdes Vanessa Hernández Rodríguez  
Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Av. Universidad #940, Ciudad Universitaria, C.P. 20100, Aguascalientes, Ags. México.  
*Vanessa.br.uaa@gmail.com*

Ulisses Moreno Celis  
Universidad Autónoma de Querétaro Avenida de las Ciencias S/N Juriquilla, Delegación  
Santa Rosa Jáuregui, Querétaro, Qro. C.P. 76230  
*ulisses.moreno@uaq.mx*

Resumen — La obesidad es un trastorno multifactorial, en el que participan aspectos genéticos y ambientales, actualmente es un problema de salud mundial. El sistema leptina- melanocortina juega un papel importante en la regulación de la ingesta de alimentos. La presencia de polimorfismos de nucleótido simple (SNP) en los genes implicados en esta vía metabólica pueden estar asociados a la presencia de obesidad. En el presente trabajo se realizó un análisis estadístico de las variantes genotípicas del gen LEP y LEPR en relación con factores morfológicos de la obesidad en población joven mexicana. No se encontraron resultados contundentes para establecer una relación de riesgo o protección hacia la obesidad. Por lo que será necesario continuar con futuras investigaciones relacionadas a estos polimorfismos.

Palabras clave — Obesidad, factores genéticos, SNP, LEP, LEPR.

Abstract — Obesity is a multifactorial disorder, involving genetic and environmental aspects, it is currently a global health problem. The leptin-melanocortin system plays an important role in regulating food intake. The presence of single nucleotide polymorphisms (SNPs) in the genes involved in this metabolic pathway may be associated with the presence of obesity. In the present study, a statistical analysis of the genotypic variants of the LEP and LEPR gene was performed in relation to morphological factors of obesity in a young Mexican population. No conclusive results were found to establish a relationship of risk or protection towards obesity. Therefore, it will be necessary to continue with future research related to these polymorphisms.

Keywords — Obesity, genetic factors, SNP, LEP, LEPR.

## I. INTRODUCCIÓN

La obesidad es un problema de salud pública fundamental en los países desarrollados y se está constituyendo en problema emergente en países en desarrollo, como la India [1]. En México, de acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) del 2018, se revela que la prevalencia de obesidad en niños de 5 a 11 años (20%) es mayor a la del grupo de hombres de 12 a 19 años (15%); en las mujeres de ambas edades se observa la misma tendencia, aunque con una menor brecha. En el grupo de mujeres de 20 a 29 años, la prevalencia de obesidad es de 26% y aumenta a 46% en el grupo de 30 a 59 años; en los hombres se observa un aumento menos pronunciado al pasar de 24 a 35 por ciento. Los adultos mayores tienen otra dinámica: las mujeres presentan una prevalencia de obesidad más alta (40%) con respecto a los hombres; la diferencia es de 14 puntos porcentuales [2]. La obesidad se puede definir como un exceso de grasa corporal [3], que es de magnitud suficiente para afectar a la salud [1]. En clínica, se denomina sobrepeso a un IMC de entre 25 y 29.9 kg/m<sup>2</sup> y obesidad, a un IMC superior a 30 kg/m<sup>2</sup>. El IMC no constituye una estimación directa de la adiposidad ni toma en cuenta el hecho de que algunas personas presenten un IMC alto debido a una gran masa muscular [3]. El exceso de adiposidad se asocia a un aumento de la incidencia de varias de las enfermedades más importantes del ser humano, incluyendo diabetes de tipo 2, dislipidemias, enfermedad cardiovascular, hipertensión y cáncer [1]. Lo anterior parece estar en estrecha relación con el aumento de la adiposidad central, o visceral (abdominal), que, con el incremento de los depósitos de grasa subcutánea, o el almacenamiento de grasa en las partes inferiores del cuerpo (como las caderas). Por lo tanto, se mide el perímetro de cintura como indicador de obesidad abdominal. Un perímetro de cintura de más de 102 cm en hombres y de 88 cm en mujeres o una proporción entre cintura y cadera superior a 0.9 en hombres y a 0.85 en mujeres se suele considerar un indicio de obesidad abdominal en adultos [3]. La patogenia de la obesidad es compleja y aún no es comprendida en su totalidad. Se han identificado mecanismos humorales y neurológicos complejos que controlan el apetito y la saciedad. Estos mecanismos neurohumorales responden a señales genéticas, nutricionales, ambientales y psicológicas, y desencadenan una respuesta metabólica a través de la estimulación de centros localizados en el hipotálamo [1]. Las pruebas actuales indican que de un 20 a un 25% de los casos de obesidad obedece a factores genéticos [3]. La leptina, la adiponectina y las hormonas intestinales son componentes importantes para la regulación del apetito y la saciedad. La leptina (LEP) es una hormona sintetizada por las células grasas. LEP atraviesa la barrera hematoencefálica y se une a su receptor específico (LEPR) expresado en neuronas encargadas de regular el balance energético. La acción de la leptina sobre LEPR genera una disminución del apetito y aumenta la termogénesis. Se han descrito polimorfismos en el gen LEP y LEPR que han sido asociados con la obesidad en diferentes poblaciones [4]. Por tal motivo el objetivo del presente estudio fue determinar la asociación entre polimorfismos de los genes de LEP y LEPR con obesidad central en la población joven mexicana.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó una base de datos la cual contenía variables clínicas y genéticas de un total de 650 individuos entre hombres y mujeres, de la cual se obtuvieron los datos de porcentaje de grasa y circunferencia de cintura; y se dividieron en dos grupos, Grasa Central y Grasa Periférica. Posteriormente se procedió a obtener las frecuencias alélicas de cada variante genética (6 variantes para el Gen LEP y 61 para el Gen LEPR) a través del paquete multiplataforma para Excel, GenAIEx (Genetic Analysis in Excel) versión 6.5. El análisis consistió en cuantificar y analizar la cantidad de homocigotos y heterocigotos presentes para cada polimorfismo de cada individuo. Posteriormente, se utilizó el software estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 25 en el que se realizó un análisis estadístico de asociación por medio de tablas dinámicas, obteniendo el factor de riesgo asociado a cada polimorfismo, así como el p-value o significación estadística de la prueba.

### III. RESULTADOS

En la tabla 1 se muestran las características de la población que fue objeto de estudio para este análisis, en donde se tomó en cuenta la edad, la circunferencia de cintura, la grasa corporal y el IMC y cuyas diferencias estadísticas en circunferencia de cintura y en el % de grasa corporal se encuentran justificadas por la variabilidad biológica entre hombres y mujeres.

Tabla 1. Características generales de la población.

Tabla 1. Características generales de la población.			
	Mujeres (n=313)	Hombres (n=282)	Valor de p
Edad (Años)	19.12 ± 1.812	19.28 ± 2.043	0.296
Circunferencia de cintura (cm)	78.117 ± 11.57	84.222 ± 11.34	0.000
Grasa Corporal (%)	31.09 ± 7.65	21.6 ± 7.75	0.000
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	23.5 ± 4.41	24.16 ± 4.17	0.063

Se muestran las Medias ± la desviación estándar. Valor de p obtenido por análisis de t de Student para muestras independientes, utilizando  $p \leq 0.05$ . IMC= Índice de Masa Corporal.

Posteriormente se identificaron los SNPs del gen LEP y LEPR, por medio del cálculo de las frecuencias alélicas y genéticas; y análisis de tablas cruzadas de los datos obtenidos. Para ello, se clasificaron los genotipos de acuerdo al modelo aditivo para el alelo dominante. Los resultados muestran que no existe una asociación estadística significativa entre la presencia del SNP y la distribución de grasa corporal en la mayoría de los SNPs estudiados. Sin embargo, el rs11760956 del gen LEP sí tuvo una diferencia estadística significativa (tabla 2). Futuros estudios se centrarán en observaciones con otros marcadores clínicos de obesidad en la población estudiada y se le prestará especial atención al rs11760956.

Tabla 2. Análisis estadístico sobre la relación entre obesidad central y SNP en la población general.

GEN	SNP	GENOTIPO	DISTRIBUCIÓN DE GRASA (%)		Significación asintótica (Chi cuadrado)
			NORMAL	GRASA ABDOMINAL	
LEP	rs4731426	Dominante GG	64.6	29.9	0.903
		Recesivo CC/GC	65.5	29.8	
	rs12706832	Dominante AA	64.4	31.3	0.592
		Recesivo GG/AG	66.2	28.3	
	rs10244329	Dominante TT	66.6	27.2	0.055
		Recesivo AA/AT	63.6	33.5	
rs11760956	Dominante GG	68	28.4	0.426	
	Recesivo AA/GA	63.9	30.6		
rs2071045	Dominante TT	64.9	30.7	0.726	
	Recesivo CC/TC	66.1	28.4		
rs41434248	Dominante GG	65.4	29.8	0.802	
	Recesivo GA	50	50		
LEPR	rs1805094	Dominante GG	64.3	30.8	0.702
		Recesivo CC/GC	67.7	27.8	
	rs1137101	Dominante AA	65.4	28.3	0.499
		Recesivo GG/AG	65.3	30.5	

#### IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Diversos estudios se han llevado a cabo para determinar la presencia de SNPs en los genes que codifican para las proteínas que participan en el sistema leptina-melanocortina y su posible asociación con el padecimiento de la obesidad. Esto con base en el papel que juega este sistema en el equilibrio entre el estímulo y la inhibición del apetito en función del gasto energético para control del peso corporal [5]. En todos los estudios que se han realizado en todo el mundo, se han mostrado resultados contradictorios, en los que la asociación de los SNPs puede ser significativa o que no tenga interferencia con el curso de la obesidad. Entre los SNPs que se han revisado, se encuentran los del gen de la leptina (LEP) y del receptor de leptina (LEPR). En el presente estudio se analizaron 6 variantes genotipificadas del gen de la leptina con relación en la distribución de grasa, de los cuales no se encontraron resultados significativos, a excepción del rs10244329 en donde hubo una diferencia estadísticamente significativa (0.055), sin embargo, será necesario continuar con el estudio para dilucidar si es un efecto protector o no protector de la enfermedad. En la literatura se menciona que el polimorfismo rs2167270, el cual es una variante común del gen LEP, ha sido uno de los más frecuentemente asociados con la obesidad [5]. Sin embargo, no fue objeto de estudio dentro de los polimorfismos que se revisaron en este trabajo. Para el gen LEPR se analizaron 61 variantes genotipificadas, de las cuales no hubo resultados estadísticamente significativos. Se ha encontrado que el SNP Gln223Arg (rs1137101) se ha asociado con obesidad en niños prepúberes en la población venezolana [6]. Por otra parte, se reportó que su genotipo GG se asoció con menor riesgo de obesidad [5]. Mientras tanto, en este estudio no se mostró un resultado con significancia estadística para este SNP. En cuanto al polimorfismo Lys656Asn (rs1805094) se le ha establecido una asociación significativa con diferentes dimensiones de la conducta alimentaria en la población chilena [4]. Sin embargo, en este estudio no se encontró significancia estadística en este polimorfismo.

#### V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los SNP pueden ser un factor determinante en el desarrollo de la obesidad, sin embargo el el presente trabajo no encontramos asociación estadística significativa de los SNPs estudiados con la distribución de grasa corporal. Los resultados expuestos dan pie a continuar con la investigación para establecer la relación entre los polimorfismos aquí mencionados con factores clínicos y morfológicos característicos de la obesidad.

#### VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Extendemos el agradecimiento al Dr. Ulises Moreno Celis, al Dr. Víctor Manuel Rodríguez García y a la Dra. Adriana Aguilar Galarza por el apoyo que nos brindaron y el conocimiento reflejado durante el desarrollo de este proyecto. A código 46 S.A. de C.V. por la genotipificación de las muestras; al proyecto SUSALUD-UAQ por las evaluaciones clínicas; a la Universidad Autónoma de Querétaro por ser anfitriona de la estancia de verano; a la Universidad Autónoma de Aguascalientes, por el apoyo brindado y al 23o Verano de la Ciencia Región Centro.

#### REFERENCIAS

- [1] V. Kumar, A. Abbas, N. Fausto, S. Robbins and R. Cotran, Patología estructural y funcional, 9th ed. Barcelona: Elsevier, 2015, pp. 444-445.
- [2] INEGI, “Estadísticas a propósito del día mundial contra la obesidad (12 de noviembre)”, 2020.
- [3] A. Guyton and J. Hall, Guyton & Hall, tratado de fisiología médica, 13th ed. Barcelona: Elsevier España, 2016, pp. 894-895.
- [4] M. Valladares, A. M. Obregón, G. Weisstaub, R. Burrows, A. Patiño, J. Ho-Urriola, J. L. Santos, “Asociación entre la conducta alimentaria y polimorfismos genéticos de la leptina y su receptor en niños chilenos”, Nutrición hospitalaria, Vol. 31, pp 1044-1051. Disponible en <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v31n3/06originalobesidad01>.

pdf [consultado en 2021].

[5] P. Garavito, M. I. Mosquera-Heredia, L. Fang, F. Payares, M. Ruiz, I. Arias, R. Tuesca, É. Navarro, C. Silveira-Redondo, “Polimorfismos de los genes del sistema leptina-melanocortina asociados con la obesidad en la población adulta de Barranquilla”, *Biomédica*, Vol. 40, pp 257-269. Disponible en <https://doi.org/10.7705/biomedica.4827> [consultado en 2021].

[6] M. F. Garcés, B. Gomes, H. Stekman, C. Hernández, A. López, I. Soto de Sanabria, “Polimorfismos G2548A del gen de leptina y GLN223ARG del gen del receptor de leptina en pre-púberes con riesgo cardiometabólico”, *Archivos Venezolanos de Puericultura y pediatría*, Vol. 79, pp 54-61. Disponible en [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06492016000200003](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06492016000200003) [consultado en 2021].

# IMPORTANCIA DE LA METILACIÓN DEL GEN DE LA ADI- PONECTINA EN EL DESARROLLO DE LA OBESIDAD Y SUS CONSECUENCIAS METABÓLICAS

María Elisa Galván Rivera  
 Universidad Autónoma de Aguascalientes  
 Av. Universidad # 940, Ciudad Universitaria  
 C.P. 20131, Aguascalientes, Ags.  
*galvan\_elisa05@hotmail.com*

Pablo García Solís  
 Universidad Autónoma de Querétaro  
 Facultad de Medicina-Clavel No. 200. Prados de la Capilla.  
 C.P. 76170. Querétaro, Qro.  
*pablo.garcia@uaq.mx*

Resumen — La adiponectina es una hormona del tejido adiposo que tiene un papel central en la homeostasis del metabolismo energético del organismo. La adiponectina participa en la regulación del metabolismo de la glucosa y lípidos. Diversos estudios han demostrado que durante la obesidad hay una disminución en los niveles séricos de adiponectina. La presente revisión describe brevemente, las implicaciones metabólicas relacionadas con una disminución en la expresión del gen de la adiponectina, provocada por la metilación de su promotor. Además, se presentan los efectos de factores dietéticos sobre la regulación de la metilación del gen de la adiponectina y su expresión.

Palabras clave — Adiponectina, Obesidad, Metilación.

Abstract — Adiponectin is an adipose tissue hormone that plays a central role in the body's energy metabolism homeostasis. Adiponectin participates in the regulation of glucose and lipid metabolism. Several studies have shown that during obesity there is a decrease in adiponectin serum levels. The present review briefly describes metabolic implications related to the adiponectin gene decreased expression, caused by methylation of its promoter. Moreover, the effects of dietary factors on the regulation of adiponectin gene methylation and expression are presented.

Keywords — Adiponectin, Obesity, Methylation.



## I. INTRODUCCIÓN

La obesidad es un problema de salud con gran prevalencia en México y el mundo. Tiene gran importancia por la estrecha relación que guarda con enfermedades como diabetes mellitus tipo 2 (DMT2) y enfermedades cardiovasculares, que aumentan su incidencia cada vez más, siendo las principales causas de muerte en México [1]. La obesidad es el resultado de un balance energético positivo, donde la ingesta energética supera al gasto energético. El exceso de energía se almacena en forma de triglicéridos en el tejido adiposo. En la obesidad, la capacidad de almacenaje de los adipocitos se ve sobrepasada provocando la acumulación de grasa en sitios ectópicos [2]. Desde hace años el tejido adiposo es considerado un órgano endócrino por su capacidad de secretar hormonas y citosinas que cumplen con funciones metabólicas importantes en otros órganos del cuerpo. Entre estas se encuentran adipocinas como la leptina, omentina y adiponectina, además de citosinas como TNF- $\alpha$ , IL-6 y MCP-1. La expresión y secreción de estas proteínas están alteradas en la obesidad, provocando cambios metabólicos desfavorables que contribuyen a la patogénesis de comorbilidades como DMT2 y enfermedad cardiovascular [1,2].

La distribución ectópica de grasa, principalmente visceral, genera un estado inflamatorio crónico, que se caracteriza por una elevada concentración de citocinas inflamatorias, quimiocinas y reactantes de fase aguda. La evidencia señala que estas citocinas contribuyen directamente a la resistencia a la insulina (RI) en órganos metabólicamente activos como el hígado y el músculo esquelético. Así mismo, se ha demostrado que disminuyen la secreción de adiponectina en el tejido adiposo, lo que aumenta el desarrollo de RI [2].

La adiponectina es una proteína de 244 aminoácidos que se expresa de manera exclusiva en el adipocito [3]. La concentración sérica en humanos es de entre 5 y hasta 10  $\mu\text{g/ml}$  y se encuentra inversamente relacionada con la cantidad de grasa visceral. La secreción de adiponectina se da principalmente en el tejido adiposo subcutáneo más que en el visceral [1,3]. La adiponectina aumenta la sensibilidad a la insulina a través de la unión de sus receptores ADIPOR1 y ADIPOR2. La vía de señalización resultante lleva a las mejoras metabólicas, como disminución de la gluconeogénesis hepática, aumento de la oxidación de ácidos grasos en hígado y músculo esquelético, aumento de la captación de glucosa en el músculo esquelético y tejido adiposo y disminución de la inflamación [2,3]. Se ha demostrado que, en la obesidad, la expresión de adiponectina está reducida [4].

Aunque la reducción del gasto energético y el aumento del consumo de alimentos con alto contenido de energía son factores importantes que contribuyen a la actual epidemia de obesidad, diversos estudios sugieren que el desarrollo de la obesidad y los trastornos metabólicos relacionados implican interacciones complejas entre factores genéticos y ambientales, asociadas con modificaciones epigenéticas [5].

La epigenética se refiere a los mecanismos moleculares que regulan la expresión génica sin afectar la secuencia de ADN [6]. Se han descrito dos mecanismos epigenéticos principales, la metilación del ADN y la acetilación de histonas; los cuales tienen efectos sobre la transcripción de un gen y la remodelación de cromatina, respectivamente. La metilación se relaciona negativamente con la transcripción génica, en cambio, la acetilación de histonas se asocia con una estructura de la cromatina disponible a los factores de transcripción, es decir, a una mayor expresión génica. Por lo tanto, el aumento de la metilación de ADN y la disminución de acetilación de histonas contribuyen a la reducción en la expresión de un gen. La metilación de ADN es un proceso biológico en donde se agregan grupos metilo a la molécula de ADN. Se produce en la citosina que precede a una guanina (sitio conocido como islas o dinucleótidos CpG) y la reacción es catalizada por la enzima DNA metiltransferasa (DNMT) [6]. Cuando la metilación ocurre en el promotor de un gen, inhibe su transcripción.

El objetivo del presente trabajo es elaborar una descripción breve de las implicaciones de la metilación del gen de la adiponectina en el desarrollo de la obesidad y las complicaciones metabólicas relacionadas.



## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda de artículos de investigación original en el PUBMED (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>) utilizando las siguientes palabras clave: adiponectin, DNA methylation and obesity. Se consideraron solo artículos de investigación original publicados en inglés, del 2015 a la fecha, realizado en humanos y animales de experimentación.

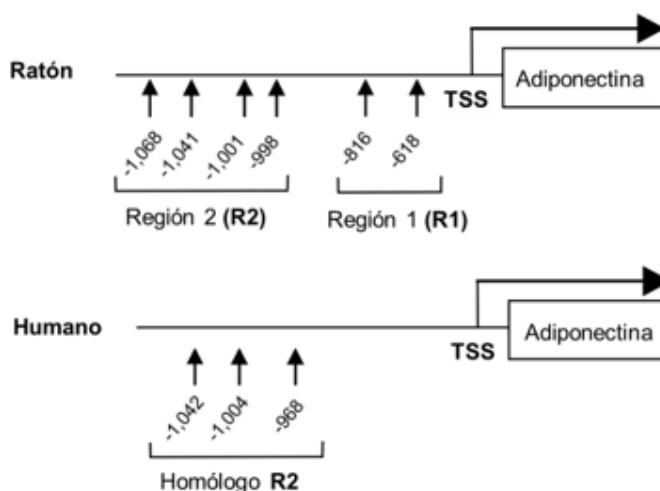
## III. RESULTADOS

### A. Descripción de la región promotora del gen de la adiponectina en humano y ratón

Kim et al. [7] analizaron la región promotora del gen de adiponectina de ratón y humano. En ratón, se encontraron seis islas CpG dentro de la región promotora, ubicadas aproximadamente 1.2 kb río arriba del sitio de inicio de la transcripción (TSS); el análisis de metilación se dividió en dos regiones, una cercana al TSS, llamada región 1 (R1), y una más alejada del TSS, llamada región 2 (R2) (Fig. 1). En humanos, se localizaron tres dinucleótidos CpG en una región homóloga a la R2 en ratones (Fig. 1).

Los resultados del análisis de metilación de ambas regiones demostraron que, el aumento en la metilación de las CpG ocurre únicamente en la R2 del promotor, y que, por el contrario, la R1 permanece sin cambios. La hipermetilación de R2 se relacionó con ratones obesos, ya sea por una dieta alta en grasas o por modificaciones genéticas. En los seres humanos se obtuvo una relación positiva entre el nivel de metilación de la región homóloga de R2 y el índice de masa corporal (IMC). Por otra parte, en ambas situaciones se encontró una relación inversa entre el nivel de metilación de R2 y los niveles de adiponectina. Dichos hallazgos apoyan el papel potencial de la metilación del ADN en la R2 para mediar la desregulación de la expresión de adiponectina inducida por la obesidad [7].

Fig. 1. Representación esquemática de la región promotora del gen de adiponectina en ratón y humano. TSS: Sitio de inicio de la transcripción. Modificado de Kim et al. [7].



B. Los niveles de ARNm de adiponectina se relacionan inversamente con el grado de metilación del promotor. La premisa de que la metilación del gen de adiponectina disminuye su transcripción, surge de diversos estudios que demuestran que los factores clave en la regulación de la transcripción del gen no se encuentran alterados y que, por lo tanto, existen otras vías involucradas en la represión transcripcional de la adiponectina durante la obesidad [7]. Kim et al. demostraron que los niveles de metilación de R2 se relacionan inversamente con la cantidad de ARNm de adiponectina. Adicionalmente, atribuyen la metilación a solo una de las tres isoformas

de la DNMT, específicamente a DNMT1. Se demostró que la inhibición de DNMT1 mediante un ARNm de interferencia aumenta significativamente los niveles de adiponectina. Por lo tanto, se sugiere que la metilación tiene un papel protagónico en la disminución de la expresión de adiponectina.

C. Correlación del grado de metilación del promotor del gen de la adiponectina con valores antropométricos en mujeres y hombres obesos: IMC y circunferencia de cintura

Houde et al. [6] encontraron una correlación positiva entre los niveles de metilación del promotor de adiponectina en tejido adiposo subcutáneo con el IMC ( $r = 0.250$ ;  $p = 0.04$ ). Así mismo, se encontró que la metilación del gen de adiponectina se correlacionó positivamente con el valor de circunferencia de cintura ( $r = 0.304$ ;  $p = 0.01$ ). Si bien el nivel de correlación es relativamente bajo ( $r < 0.5$ ), se muestra que la epigenética es un factor asociado relevante a los cambios antropométricos de la obesidad. Sin embargo, son necesarios estudios longitudinales y experimentales que determinen la relación de causalidad entre la metilación del promotor de la adiponectina y las variables antropométricas [6].

D. Nivel de metilación del promotor del gen de adiponectina y su relación con las complicaciones relacionadas con la obesidad: dislipidemia, hiperglicemia e hipertensión

Houde et al. [6] también evaluaron la relación entre el nivel de metilación del promotor del gen de la adiponectina y las consecuencias metabólicas de la obesidad, como dislipidemia, hiperglicemia e hipertensión. En cuanto a la dislipidemia, se encontró que los niveles de metilación en el tejido adiposo visceral se relacionan de manera positiva con los niveles de colesterol total y colesterol de baja densidad (LDL) en ayuno ( $r = 0.273$ ;  $p = 0.02$ ). Sin embargo, no se encontró ninguna asociación con la glucemia en ayuno y con la presión sistólica y diastólica.

E. Efectos epigenéticos de la dieta sobre el gen de la adiponectina

1) Dieta alta en grasas saturadas y poliinsaturadas

Perfilyev et al. [8] en un ensayo clínico aleatorizado de doble ciego mostraron que las dietas ricas tanto en ácidos grasos saturados como poliinsaturados aumenta la metilación del ADN en el tejido adiposo. En especial las dietas ricas en ácidos grasos saturados aumentan la metilación del promotor del gen de la adiponectina [8]. Por lo tanto, estos resultados son una evidencia más del papel epigenético que tiene la dieta sobre la patogénesis de la obesidad y sus complicaciones.

2) Dieta alta en grasas con ácidos grasos de cadena corta

Los ácidos grasos de cadena corta (AGCC), como el acetato, propionato y butirato, aumentan la expresión génica de adiponectina en ratones obesos [4]. Lu et al. [4] estudiaron el efecto de una dieta alta en grasas con suplementos de ácidos grasos de cadena corta en la expresión génica de la adiponectina en ratones. Sus resultados demostraron que las dietas con AGCC mejoraban significativamente los niveles de adiponectina en ratones obesos. Indicaron que la dieta rica en AGCC promueve cambios epigenéticos específicos en el gen de la adiponectina, disminuyendo la expresión génica de la enzima DNMT1 y, por lo tanto, también la metilación del promotor.

#### IV. CONCLUSIONES

La metilación es un mecanismo muy importante de regulación de la expresión del gen de la adiponectina asociado a la obesidad y a la RI y es necesario buscar alternativas terapéuticas, a través de medicamentos o cambios en el estilo de vida, que permitan regular este mecanismo epigenético.

#### V. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradecemos el apoyo del FONDEC-UAQ-2019-FME-2020-03.

**REFERENCIAS**

- [1] A. Y. Dorantes and C. Martínez, *Endocrinología Clínica de Dorantes y Martínez*, 5ta ed. México, D.F.: El Manual Moderno, 2016.
- [2] A. Chait and L. J. den Hartigh, “Adipose Tissue Distribution, Inflammation and Its Metabolic Consequences, Including Diabetes and Cardiovascular Disease,” *Front. Cardiovasc. Med.*, vol. 7, no. February, pp. 1–41, 2020.
- [3] H. Yanai and H. Yoshida, “Beneficial effects of adiponectin on glucose and lipid metabolism and atherosclerotic progression: Mechanisms and perspectives,” *Int. J. Mol. Sci.*, vol. 20, no. 5, pp. 1–25, 2019.
- [4] Y. Lu et al., “Effects of SCFA on the DNA methylation pattern of adiponectin and resistin in high-fat-diet-induced obese male mice,” *Br. J. Nutr.*, vol. 120, no. 4, pp. 385–392, 2018.
- [5] M. C. García-Cardona et al., “DNA methylation of leptin and adiponectin promoters in children is reduced by the combined presence of obesity and insulin resistance,” *Int. J. Obes.*, vol. 38, no. 11, pp. 1457–1465, 2014.
- [6] A. A. Houde et al., “Leptin and adiponectin DNA methylation levels in adipose tissues and blood cells are associated with BMI, waist girth and LDL-cholesterol levels in severely obese men and women,” *BMC Med. Genet.*, vol. 16, no. 1, pp. 1–10, 2015.
- [7] A. Y. Kim et al., “Obesity-induced DNA hypermethylation of the adiponectin gene mediates insulin resistance,” *Nat. Commun.*, vol. 6, no. May, pp. 1–11, 2015.
- [8] A. Perfilyev et al., “Impact of polyunsaturated and saturated fat overfeeding on the DNA-methylation pattern in human adipose tissue: A randomized controlled trial,” *Am. J. Clin. Nutr.*, vol. 105, no. 4, pp. 991–1000, 2017.

# DETECCIÓN MEDIANTE INMUNOENSAYO DE ANTI-BIÓTICOS BETALACTÁMICOS EN AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE AGUASCALIENTES

Adrián Limón Mendoza

Universidad Autónoma de Aguascalientes

Avenida Universidad #940. Colonia Ciudad Universitaria. C.P. 20100. Aguascalientes, Aguascalientes.  
*al211529@edu.uaa.mx*

Norma Angélica Chávez Vela

Universidad Autónoma de Aguascalientes

Avenida Universidad #940. Colonia Ciudad Universitaria. C.P. 20100. Aguascalientes, Aguascalientes.  
*nachavez@correo.uaa.mx*

Resumen — Los contaminantes emergentes (CE) son compuestos químicos que no se consideraban históricamente como contaminantes pero que en los últimos tiempos se han encontrado en el agua, entre ellos encontramos a los antibióticos. Una estrategia novedosa propone utilizar a los anticuerpos para detectarlos por su gran especificidad y sensibilidad. En el presente trabajo se evaluaron anticuerpos reactivos hacia la amoxicilina (AMX, por medio de pruebas de inmunoensayo (Western Blot, Dot Blot). Se demostró que fueron reactivos y específicos hacia los antibióticos  $\beta$ -lactámicos así como extremadamente sensibles en la detección de estos; de igual manera, se comprobó su funcionalidad en condiciones adversas como las que existen en muestras de aguas residuales tanto influentes como efluentes del estado de Aguascalientes.

Palabras clave — Inmunoensayo, Aguas Residuales, Amoxicilina.

Abstract — Emerging pollutants (EC) are chemical compounds that were not historically considered as contaminants but have recently been found in water, including antibiotics. A novel strategy proposes to use antibodies to detect them for their great specificity and sensitivity. In the present study, reactive antibodies to amoxicillin (AMX) were analyzed by the use of immunoassay tests (Western Blot, Dot Blot). They were shown to be reactive and specific to  $\beta$ -lactam antibiotics, as well as extremely sensitive in their detection; in the same way, its functionality was verified in adverse conditions such as those that exist in samples of both influent and effluent wastewater in the state of Aguascalientes.

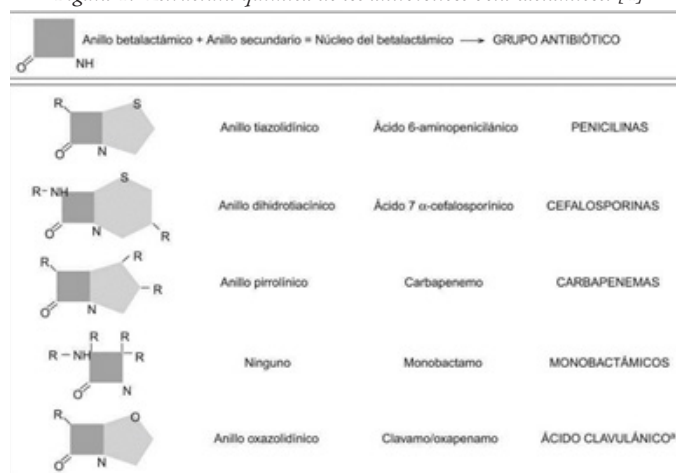
Keywords — Immunoassay, Wastewater, Amoxicillin.

## I. INTRODUCCIÓN

Los contaminantes emergentes (CE) son compuestos químicos que no se consideraban históricamente como contaminantes pero que en los últimos tiempos se han encontrado en el agua. Entre estas sustancias podemos encontrar pesticidas, productos de aseo personal y farmacéuticos [1]. La presencia de estos contaminantes altera las funciones de los seres vivos, representan un riesgo para los ecosistemas y para la salud pública.

Entre los contaminantes emergentes de origen farmacéutico, tenemos a los antibióticos, sustancias diseñadas para tratar enfermedades de origen infeccioso bacteriano tanto en seres humanos como en animales. Una vez que el medicamento es ingerido, este es absorbido para que cumpla con su función farmacéutica, a continuación, es secretado y excretado en heces o orina; elementos que alcanzan a los sistemas acuáticos de una u otra manera (drenaje, vertidos directamente en el ambiente, etc.) [2]. Las plantas tratadoras de agua no se encuentran diseñadas para poder tratar a los contaminantes emergentes, por lo que estos pasan inadvertidos por sus sistemas de filtración y purificación, provocando que estas sustancias pasen al agua potable lo que a su vez genera complicaciones en la salud y complicaciones en la actividad humana.

Figura 1. Estructura química de los antibióticos beta-lactámicos. [4]



Entre los antibióticos participantes en este fenómeno encontramos a los beta-lactámicos, los cuales son un grupo de fármacos que comparten una estructura común (El anillo  $\beta$ -lactámico, unido a otro anillo característico de la subfamilia del fármaco (Fig. 1)) y el mismo mecanismo de acción: inhibición de la síntesis de peptidoglucanos de la pared celular bacteriana. A su vez, dentro de esta clasificación encontramos a las penicilinas (Penicilina G, Penicilina V, amoxicilina, ampicilina) y a las cefalosporinas (Ceftriaxona). Estos medicamentos generalmente van dirigidos hacia organismos grampositivos aerobios, aunque los anaerobios son muy sensibles sobre todo si se combinan con el clavunato [3,4]. La amoxicilina, es uno de los antibióticos más usados en nuestro país, por lo que se hipotiza que, por el mecanismo anteriormente mencionado, pueda ser potencialmente un contaminante emergente en nuestro medio.

El problema de tener a un antibiótico como la amoxicilina como contaminante emergente radica en que fomenta la resistencia bacteriana. La resistencia bacteriana es el fenómeno por el cual un microorganismo que anteriormente era sensible a un antibiótico deja de serlo; esto se debe principalmente a la administración incompleta de esquemas de tratamiento, lo que deja bacterias vivas que transmiten a sus descendientes la información de como sobrevivir al tratamiento (mediante mutaciones y transferencia de DNA vía plásmido); esto trae a su vez como consecuencia infecciones más difíciles de tratar y más recurrentes, lo que genera nuevos problemas de

salud pública. [5,6].

El objetivo de este trabajo de investigación es generar mediante la producción de anticuerpos policlonales sensibles a amoxicilina, un mecanismo económico, eficiente y específico de detección de antibióticos en aguas residuales para que de esta manera se puedan generar futuras estrategias para eliminarlos y debilitar la resistencia bacteriana.

## II. MARCO TEÓRICO

Las técnicas de inmunoensayo son un conjunto de pruebas de laboratorio que tienen en común entre sí el uso de complejos inmunes (unión antígeno-anticuerpo) como referencias para la identificación y cuantificación de una molécula a analizar, la cual, dependiendo del contexto de la prueba, puede actuar tanto como antígeno como anticuerpo. Estas pruebas son ampliamente utilizadas, debido a que son extremadamente específicas y sensibles, ya que permiten identificar moléculas presentes en muestras del orden de microgramos, nanogramos o incluso picogramos [7].

El Inmunoblot también conocido como Western-Blot, se utiliza para identificar y determinar la cantidad relativa y el peso molecular de una proteína dentro de una mezcla de proteínas u otras moléculas. En esta prueba, un gel obtenido a partir de electroforesis con la muestra problema se transfiere a una membrana de PVDF (fluoruro de polivinilideno) en la cual la posición del antígeno (proteína muestra) se puede detectar mediante la unión de un anticuerpo no marcado específico para esa proteína (el anticuerpo primario) seguido de un segundo anticuerpo marcado con una enzima que se une al anticuerpo primario. Este enfoque proporciona información sobre el tamaño y la cantidad del antígeno. En general, el segundo anticuerpo está etiquetado con enzimas que generan señales quimioluminiscentes y dejan imágenes en la membrana para su interpretación [7].

Otra prueba que se utilizó en este trabajo de investigación es el Dot Blot, el cual es una técnica de inmunoensayo que se usa para detectar biomoléculas de cualquier tipo; a diferencia del Western Blot la muestra a identificar no se separa por electroforesis, en cambio, se coloca una gota que contiene la proteína a detectar en una membrana; a la cual se le coloca un primer anticuerpo que se une a la muestra y un segundo anticuerpo que se une al primero y al estar este marcado por una enzima, al unirse su sustrato se colorea en caso de ser positivo. Si bien no ofrece mucha información acerca de peso molecular y concentración, es ampliamente utilizada en el laboratorio debido a que proporciona ahorros sustanciales en tiempo y cantidad de reactivos utilizados [7].

## III. METODOLOGÍA

Muestras: Amoxicilina trihidrato (Sigma-Aldrich) y muestras de agua de plantas tratadoras de aguas residuales (PTAR) tanto influentes como efluentes del estado de Aguascalientes.

VARIABLES DE ESTUDIO: Pureza, reactividad, especificidad, límite de detección, reactividad en agua residual y determinación de la concentración de anticuerpo presente en solución utilizada.

a) Determinación de pureza de los anticuerpos policlonales anti-AMX: Para ver la pureza de los anticuerpos de conejo anti-AMX (obtenidos previamente), se realizó una electroforesis continua en geles de poli(acrilamida) al 10% (p/v) en condiciones desnaturizantes (SDS-PAGE) según la metodología descrita por Laemmli (1970) y posterior tinción de los geles con plata. Si la solución obtenida es pura en anticuerpos, obtendremos polipéptidos de 25,000 y 55,000 Dáltones de peso molecular, que es el PM de las subunidades de los anticuerpos IgG.

Para corroborar que las fracciones proteicas obtenidas tras el proceso de purificación por inmun afinidad se trataban de inmunoglobulinas de tipo G, se realizó un Western Blot de estos, utilizando como segundo anticuerpo un anti-IgG de conejo (Anti-Rabbit IgG (whole molecule)-fosfatasa alcalina de Sigma Aldrich) y fosfatasa alcalina para revelado, utilizando como sustrato para la misma el 5-bromo-4-cloro-3-indol fosfato/nitro azul tetrazolio (BCIP/NBT) que da coloración azul o violeta (Sigma-Aldrich, Steinheim, Alemania).



- b) Determinación de reactividad de los anticuerpos policlonales anti-AMX: Para demostrar la reactividad de los anticuerpos frente a la amoxicilina se realizó la prueba Dot Blot, utilizando como anticuerpo primario los anticuerpos anti-AMX purificados. Para desarrollar la técnica se emplearon membranas de nitrocelulosa a las que se les pusieron 8 µl de amoxicilina (10 µg/µl) en el centro de la membrana. El primer anticuerpo (anti-AMX purificado) se utilizó a una dilución 1:1000; el segundo anticuerpo fue un anti-IgG de conejo a una dilución de 1:5000 unido a fosfatasa alcalina. Se usó agua destilada como control negativo.
- c) Determinación de especificidad de los anticuerpos policlonales anti-AMX: Se realizó la prueba de Dot Blot con los anticuerpos anti-AMX, siguiendo el protocolo descrito anteriormente. Se probaron antibióticos de la familia de los β-lactámicos (amoxicilina, cefalosporina, ampicilina) y otros antibióticos de diversas familias (neomicina y estreptomycin). Para esta prueba se utilizó agua destilada como muestra para el control negativo. Para todas las membranas se utilizó la misma concentración de antibiótico correspondiente (600µg/µl). Todas las muestras fueron preparadas al instante.
- d) Determinación del límite de detección de los anticuerpos policlonales IgG anti-AMX: Para esta prueba se emplearon las mismas condiciones descritas anteriormente en el protocolo de Dot Blot pero usando diferentes cantidades del antibiótico empleado (40 µg y 80 µg) así como diferentes diluciones de los anticuerpos anti-AMX utilizado (1:50, 1:100 y 1:200) con la finalidad de establecer el límite de detección de la amoxicilina. Se usó como control positivo los anticuerpos anti-AMX con dilución 1:50 y con 80µg de amoxicilina, así como agua desionizada como control negativo. Utilizando la dilución más grande a la cual se detectó la menor cantidad de antibiótico se procedió a realizar la prueba de Bradford para determinar la concentración exacta de anticuerpo presente en dicha dilución.
- e) Determinación de la reactividad de anticuerpos anti-AMX en agua residual: Con la finalidad de ver si las condiciones (contaminantes, temperatura, pH) del agua residual no afecta la reactividad de los anticuerpos, se hizo Dot Blot de muestras de agua de origen diverso: Influyente y efluente de diversas plantas tratadoras de agua residuales (PTAR) del estado de Aguascalientes. Es importante mencionar que las muestras de aguas residuales, antes de analizarlas, fueron centrifugadas y ajustadas en su pH a 7.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Una vez realizados los experimentos anteriormente planteados se obtuvieron los siguientes resultados:

##### A. Determinación de pureza de los anticuerpos policlonales anti-AMX

En la electroforesis de muestras de anticuerpos con diferentes tratamientos para purificarlos, se observó claramente que entre más purificado estaba el suero, las bandas estaban menos concentradas con proteínas; además de mostrar una gran concentración de estas a la altura de 25kDa y 55 kDa lo que podría ser indicador de presencia de inmunoglobulinas en las muestras sin llegar a estar completamente seguros. (Figura 2).

En el Western-Blot se observó claramente la presencia de inmunoglobulinas IgG de conejo en todos los carriles a la altura de 25kDa y 55 kDa. Se pudo identificar de igual manera que conforme el suero pasaba los diferentes procesos de purificación, este tenía unas marcas más finas. (Figura 3).

Los resultados de estas dos pruebas mostraron claramente la presencia de inmunoglobulinas G de conejo en el suero obtenido.

##### B. Determinación de reactividad de los anticuerpos policlonales anti-AMX

Los resultados mostraron que en las cuatro etapas de purificación existían anticuerpos IgG reactivos en contra de la amoxicilina y que no reaccionaron en contra del control negativo (Figura 4). Se concluyó entonces, que los anticuerpos generados durante la inmunización son funcionales además de que no perdieron reactividad durante las diferentes etapas de la purificación.



Figura 2. Gel electroforético teñido con plata en donde se observan las muestras: A) Suero de conejo sin purificar tras 4 inmunizaciones. B) Suero tratado con sulfato de amonio. C) Suero tratado con ácido caprílico y D) Suero purificado por columnas de inmunoafinidad. El carril MPM corresponde al marcador de peso molecular en kDa.

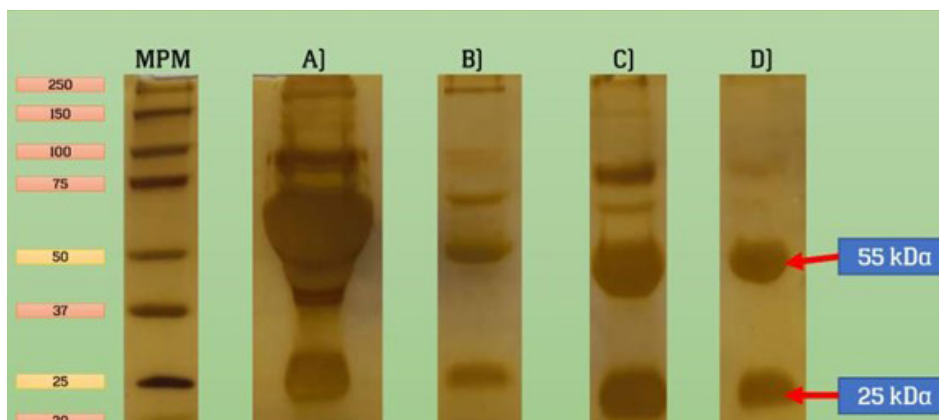
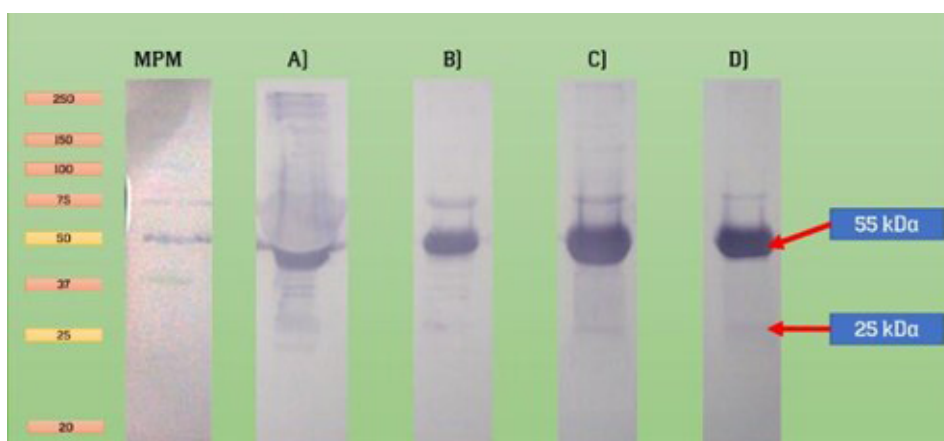


Figura 3. Western-Blot en donde se observan las muestras: A) Suero de conejo sin purificar tras 4 inmunizaciones. B) Suero tratado con sulfato de amonio. C) Suero tratado con ácido caprílico y D) Suero purificado por columnas de inmunoafinidad. El carril MPM corresponde al marcador de peso molecular en kDa.



### C. Determinación de especificidad de los anticuerpos policlonales anti-AMX

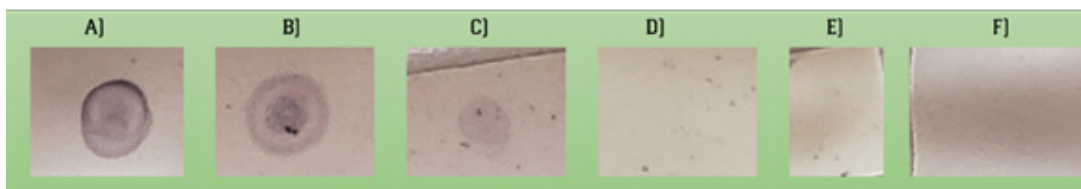
En los resultados de la prueba se pudo observar que los anticuerpos fueron reactivos para amoxicilina, cefalosporina y ampicilina; en tanto que no tuvieron reacción para la estreptomina y neomicina (Figura 5). La reacción cruzada observada (con cefalosporina y ampicilina) se pudo deber a que, al ser estos anticuerpos policlonales y al ser estos fármacos miembros de la misma familia que la amoxicilina ( $\beta$ -lactámicos) estos hayan reaccionado ante porciones de la estructura química que comparten entre ellos; esto lejos de ser un resultado negativo para la investigación aporta un panorama más general de detección de antibióticos  $\beta$ -lactámicos en aguas residuales con la misma metodología utilizada para la detección específica de la amoxicilina. Por otro lado, se comprobó que los anticuerpos solo reaccionan ante esta familia de antibióticos ya que para fármacos completamente alejados de este grupo no hubo reactividad alguna (neomicina y estreptomina); por lo que, los resultados fueron completamente satisfactorios.

### D. Determinación del límite de detección de los anticuerpos policlonales IgG anti-AMX

En los resultados se observó que al aumentar la dilución del anticuerpo anti-AMX, la intensidad de la reacción disminuía exponencialmente, denotando así que la capacidad de detección disminuía. La dilución más grande de anticuerpo a la que se detectó menor cantidad de antibiótico fue de 1:200 con lo que se detectó hasta 1  $\mu\text{g/ml}$ ,

se realizó la prueba de Bradford, en la que se observó que en esa dilución se encontraban  $0.26 \mu\text{g/ml}$  de anticuerpo.

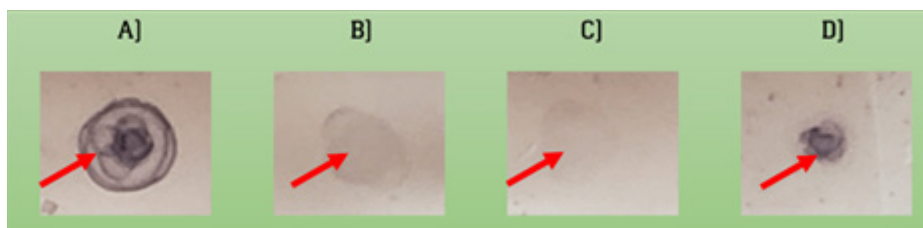
Figura 5. Evaluación de la especificidad de los anticuerpos IgG anti-AMX mediante Dot Blot: Para todas las membranas se utilizó la misma concentración de antibiótico correspondiente (600 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ ): A) Amoxicilina. B) Cefalosporina. C) Ampicilina. D) Estreptomicina. E) Neomicina y F) Agua destilada como control negativo. Dilución del anticuerpo anti-AMX 1:200, dilución del segundo anticuerpo 1:5000



#### E. Determinación de la reactividad de anticuerpos anti-AMX en agua residual

Finalmente, mediante Dot Blot realizado a muestras PTAR (tanto influentes como efluentes) en el cual se observó que los anticuerpos son capaces de detectar amoxicilina incluso en estas condiciones tan adversas tanto física como químicamente (Figura 6), por lo que estas técnicas de inmunoensayo podrían aplicarse para detectar este tipo de contaminante en aguas residuales.

Figura 6. Determinación de la reactividad de anticuerpos anti-AMX en agua residual: Se muestra el resultado de la prueba de reactividad del anticuerpo en muestras de aguas residuales. A) Influyente de la planta de la UAA. B) Influyente de la planta de San Francisco de los Romo. C) Efluente de Cosío y D) Efluente de Calvillo.



## V. CONCLUSIONES

Se evaluaron anticuerpos IgG reactivos ante antibióticos de la familia de los  $\beta$ -lactámicos, mayoritariamente amoxicilina. La dilución mínima de anticuerpo a la que se pudo detectar AMX fue de 1:200 con el antibiótico concentrado a  $1 \mu\text{g}/1 \text{ ml}$ , la cantidad presente de anticuerpo en dicha solución fue de  $0.26 \mu\text{g}/\text{ml}$ . Fue posible detectar antibióticos en aguas residuales tanto influentes como efluentes de diferentes plantas tratadoras del estado de Aguascalientes.

La detección de antibióticos  $\beta$ -lactámicos en aguas residuales mediante técnicas inmunológicas es eficaz y extremadamente sensible, por lo que sería de gran utilidad implementar estas técnicas a gran escala para poder tomar decisiones acerca de nuevas estrategias para resolver el problema de la presencia de estos en las plantas tratadoras. De igual forma, pueden ser de gran utilidad para detectar otros contaminantes emergentes de manera más sensible y específica.

## VI. AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a la Dra. Norma Angélica Chávez Vela por la oportunidad de integrarme en este verano de investigación en su laboratorio y en su proyecto de investigación; a las técnicas de laboratorio Angelina Lizbeth Montañez Flores y Verónica Moreno Córdova por sus atenciones y enseñanzas a lo largo de los diferentes experimentos realizados en este trabajo; así como a la Universidad Autónoma de Aguascalientes por el apoyo brindado durante la estancia.

**REFERENCIAS**

- [1] S. Richardson and T. Ternes, "Water Analysis: Emerging Contaminants and Current Issues", *Analytical Chemistry*, vol. 86, no. 6, pp. 2813-2848, 2014. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/ac500508t>. [Consultado en Julio 2021].
- [2] K. Arnold, A. Brown, G. Ankley and J. Sumpter, "Medicating the environment: assessing risks of pharmaceuticals to wildlife and ecosystems", *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 369, no. 1656, p. 20130569, 2014. Disponible en: <https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rstb.2013.0569>. [Consultado en Julio 2021].
- [3] L. Bunton, R. Hilal-Dandan and B. Knollmann, Goodman & Gillman. *Las bases farmacológicas de la terapéutica.*, 13th ed. México D.F.: McGraw-Hill, 2019, pp. 1023-1038.
- [4] C. Suárez and F. Gudiol, "Antibióticos betalactámicos", *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, vol. 27, no. 2, pp. 116-129, 2009. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-antibioticos-betalactamicos-S0213005X08000323>. [Consultado en Julio 2021].
- [5] D. Livermore, "Bacterial Resistance: Origins, Epidemiology, and Impact", *Clinical Infectious Diseases*, vol. 36, no. 1, pp. S11-S23, 2003. Disponible en: [https://academic.oup.com/cid/article/36/Supplement\\_1/S11/301524?login=true](https://academic.oup.com/cid/article/36/Supplement_1/S11/301524?login=true). [Consultado en Julio 2021].
- [6] R. Fair and Y. Tor, "Antibiotics and Bacterial Resistance in the 21st Century", *Perspectives in Medicinal Chemistry*, vol. 6, p. PMC.S14459, 2014. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.4137/PMC.S14459>. [Consultado en Julio 2021].
- [7] A. Abbas, A. Lichtman, S. Pillai and D. Baker, *Cellular and molecular immunology*, 9th ed. Filadelfia, Pennsylvania: ELSEVIER, 2018, pp. 531-538.

## ACTUALIZACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE LA ENFERMEDAD DE PARKINSON Y LA PERIODONTITIS

Victoria Maily Carrascosa Gómez  
Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Av. Universidad #940, C. U.,  
C.P. 20131, Aguascalientes, Ags  
*vicgmz16@hotmail.com*

Rita Elizabeth Martínez Martínez  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí  
Av. Dr. Salvador Nava s/n  
C. P. 78290, San Luis Potosí, S.L.P.  
*rita.martinez@uaslp.mx*

Resumen — La periodontitis es una enfermedad inflamatoria crónica multifactorial que afecta a los tejidos de soporte y protección de los dientes y puede llevar a un estado de inflamación sistémica. La enfermedad de Parkinson es un trastorno neurodegenerativo frecuente y complejo y la inflamación juega un rol esencial en la aparición y progresión de esta enfermedad. El objetivo de este artículo es realizar una revisión de las publicaciones que han asociado ambas enfermedades con el fin de ofrecer una actualización de conocimientos sobre el tema. Se incluyeron 13 publicaciones de la búsqueda bibliográfica realizada en la base de datos PubMed. En múltiples estudios se reporta la existencia de la relación entre ambas y se reportan factores de bidireccionalidad

Palabras clave — Enfermedad de Parkinson, Periodontitis, Inflamación.

Abstract — Periodontitis is a multifactorial chronic inflammatory disease that affects the supporting and protective tissues of the teeth and can lead to a state of systemic inflammation. Parkinson's disease is a frequent and complex neurodegenerative disorder and inflammation plays an essential role in the onset and progression of this disease. The objective of this article is to carry out a review of the publications that have associated both diseases in order to offer an update of knowledge on the subject. Thirteen publications from the bibliographic search carried out in the PubMed database were included. In multiple studies, the existence of the relationship between the two is reported and two-way factors are reported.

Keywords — Parkinson's disease, Periodontitis, inflammation.

## I. INTRODUCCIÓN

La periodontitis es una enfermedad infecciosa e inflamatoria crónica, multifactorial y compleja que afecta a los tejidos de soporte y protección del diente, a grandes rasgos es el resultado del desequilibrio entre la interacción inmunológica del huésped y la flora de la placa dentobacteriana. Sus características principales incluyen la pérdida de soporte de tejido periodontal, y pérdida ósea alveolar, presencia de bolsa periodontal y sangrado gingival. Se considera un importante problema de salud pública por su alta prevalencia y porque puede llevar a una pérdida dental, disfunción masticatoria, dificultad en el habla, rechazo a las interacciones sociales, estado nutricional deficiente y alteración en la calidad de vida. (1-3).

La periodontitis ha sido asociada a diversas enfermedades sistémicas entre ellas la enfermedad de Parkinson. Diversos artículos han buscado fundamentar la relación que existe buscando una asociación de forma bidireccional. Este artículo tiene como objetivo ofrecer una actualización de los hallazgos reportados de dicha asociación.

## II. METODOLOGÍA

Se realizó una búsqueda bibliográfica de la literatura disponible acerca del tema. La estrategia de búsqueda se llevó a cabo en la base de datos PubMed utilizando las siguientes palabras clave: [Parkinson's disease] AND [periodontitis]; la búsqueda fue restringida a publicaciones en revistas indizadas en JCR. Las búsquedas fueron realizadas en la base de datos abarcando publicaciones del 2016 al 2021. Fueron seleccionados 13 textos científicos y se utilizó el método de análisis de publicaciones para tomar la información de mayor relevancia de estos.

## III. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

### I. PERIODONTITIS

La periodontitis es una enfermedad inflamatoria crónica asociada a la disbiosis del Microbioma oral. Se caracteriza por la pérdida de los tejidos de sostén periodontales, manifestada por la pérdida de inserción clínica (PIC/CAL) y la pérdida de hueso alveolar (valorada por radiografía), la presencia de bolsas periodontales y el sangrado gingival. Se considera periodontitis cuando: 1) Existe PIC/CAL interproximal detectable en  $\geq 2$  dientes no adyacentes, o 2) PIC/CAL vestibular/lingual de  $\geq 3$  mm con bolsas de  $> 3$  mm detectable en  $\geq 2$  dientes y 3) PIC/CAL observada no puede ser atribuida a causas no-periodontales. (4)

A nivel mundial, es una de las principales causas de pérdida dental. En Estados Unidos, la mayoría de los adultos tienen periodontitis leve a moderada, y 5-15 % de toda su población sufre de formas graves. Según el Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Patologías Bucales, en 2018 se reportó una prevalencia total de periodontitis del 4.8% en personas de 20 a 80 y más años. (5,6)

Se ha asociado con enfermedades como diabetes mellitus, enfermedades cardiovasculares, Alzheimer, artritis reumatoide, preeclampsia, enfermedades respiratorias, enfermedad renal crónica, cáncer bucal, esofágico, gástrico y pancreático. Aunque el estado oral en personas con EP está poco estudiado, se ha analizado la asociación de periodontitis con enfermedades neurodegenerativas por dos vías: la más estudiada se relaciona con mediadores de la inflamación presentes en la circulación sanguínea, generando un estado inflamatorio constante; otra posibilidad está relacionada con bacterias gramnegativas involucradas, por ejemplo, *P. gingivalis*. (7,8)

#### 1) Tratamiento de la periodontitis

El tratamiento primario incluye el desbridamiento (raspado y cepillado de las raíces de la biopelícula subgingival y el cálculo) por un profesional dental. Además de una rutina de higiene bucal en el hogar, que incluye cepillado y enjuagues de clorhexidina dos veces al día y el uso de hilo dental una vez al día.

Para los pacientes con enfermedad menos grave, además de los tratamientos descritos anteriormente, un profesional dental puede aplicar antibióticos tópicos (como doxiciclina o minociclina) a las bolsas periodontales. Hay

una falta de datos de alta calidad que respalden la eficacia del uso de antimicrobianos tópicos en combinación con el raspado y alisado radicular. Sin embargo, el consenso general es que la aplicación de estos fármacos genera una respuesta limitada y beneficiosa en el tratamiento local de las bolsas periodontales.

Para los pacientes con enfermedad más grave, el raspado y alisado radicular por sí solo puede no ser adecuado. La intervención quirúrgica, como la cirugía a colgajo (reducción de la bolsa), puede ser necesaria para optimizar el acceso a las superficies radiculares para permitir un desbridamiento más completo. (5)

En un estudio de casos y controles anidados basado en la población se examinaron los efectos del tratamiento periodontal en el desarrollo de la EP, demostró que en individuos de 40-69 años ( $n = 5552$ ) sin periodontitis, el raspado dental durante cinco años consecutivos mostró un efecto protector contra el desarrollo de EP, en relación con los individuos que no se sometieron al mismo (0,204 OR, IC del 95 %: 0,047-0,886). Estos hallazgos sugieren que el raspado dental temprano y consecutivo podría prevenir el desarrollo de la EP. (9)

## 2. ENFERMEDAD DE PARKINSON

La enfermedad de Parkinson (EP) es un desorden neurodegenerativo frecuente y complejo caracterizado por la presencia de síntomas motores y no motores, relacionados con el daño de múltiples estructuras del sistema nervioso central y periférico. Es la segunda enfermedad neurodegenerativa más frecuente después de la enfermedad de Alzheimer. La incidencia anual en México en el 2018 fue de 10.8 por cada 100,000 habitantes (10, 11)

La aparición de la enfermedad se da décadas antes de que aparezcan los primeros síntomas. Mientras que entre el 5 y 10% de los casos de EP son de origen genético (mutaciones en los genes PARK que codifican alfa-Synuclein, DJ-1, PINK, LRRK2, etc.) la mayoría de los casos permanecen idiopáticos y están asociados con el envejecimiento. Además, algunos de los factores de riesgo asociados como toxinas ambientales e infecciones bacterianas o virales están estrechamente asociados a la inflamación. (12)

Los nuevos criterios diagnósticos de la Sociedad Internacional de Trastornos del Movimiento (MDS) centran el diagnóstico en el síndrome motor, pero incorporan síntomas no motores y ayudas diagnósticas que tengan demostrada especificidad para el diagnóstico diferencial entre enfermedad de Parkinson y otras causas de parkinsonismo. El primer criterio esencial para el diagnóstico es la presencia de parkinsonismo, el cual se define como bradicinesia en combinación de al menos uno de los siguientes: temblor en reposo o rigidez. Después de la confirmación del parkinsonismo y la evaluación de criterios de exclusión absoluta (síntomas ausentes en la EP), banderas rojas (síntomas atípicos de EP) y criterios de apoyo (síntomas típicamente o a menudo presentes en la EP), el especialista puede diagnosticar EP clínicamente establecida o EP clínicamente probable. (10, 13)

### 2) Tratamiento de la enfermedad de Parkinson

El principal tratamiento de la EP involucra medicamentos que agotan la dopamina o imitan su efecto en el receptor de dopamina. La Academia Americana de Neurología (AAN) recomienda iniciar una de las siguientes terapias farmacológicas una vez que los pacientes desarrollan discapacidad funcional. Las terapias disponibles para el tratamiento de los síntomas motores incluyen levodopa/carbidopa, agonistas de la dopamina (ergóticos y no ergóticos), inhibidores de la monoamina oxidasa-B (MAO-B), agonista de la dopamina inyectable (apomorfin), catecol-O-metiltransferasa (COMT) inhibidores, inhibidores del receptor N-metil-D-aspartato (NMDA) y anti-colinérgicos. La levodopa oral es la opción terapéutica más efectiva en el tratamiento de este trastorno neurodegenerativo (13-15)

## 3. MECANISMO BIDIRECCIONAL PARKINSON-PERIODONTITIS

### 3) Periodontitis en enfermedad de Parkinson

El inicio y progresión de la periodontitis es provocada por una higiene bucal inadecuada y deficiencias de higiene



motora; si no se trata, es probable que la gingivitis se convierta en periodontitis. La EP causa trastornos motores, apatía y deterioro cognitivo, lo cual dificulta que los pacientes mantengan una higiene oral diaria. Por lo tanto, la periodontitis puede considerarse como consecuencia de la mala higiene bucal relacionada con los síntomas clínicos de la EP. (16, 17)

En un estudio (16) se reclutaron 28 individuos de la Asociación portuguesa de pacientes con enfermedad de Parkinson, se les realizó un examen periodontal de boca completa por parte de dos examinadores capacitados y calibrados utilizando una sonda periodontal manual Carolina del Norte. La muestra fue compuesta en su mayoría por hombres (82,1%), con EP idiopática y diagnosticados con insuficiencia motora moderada a severa (64,3%). La prevalencia de periodontitis fue alta (75,0%) y la mayoría fueron casos graves (estadio III) (46,4%). La mayoría de los pacientes reportaron el uso de un cepillo de dientes manual (75,0%) y una última visita dental en los últimos 6 meses (64,3%). Los resultados muestran que la periodontitis y la inflamación gingival tuvieron una alta prevalencia en este grupo de personas, aunque la prevalencia podría explicarse por la edad, el número de hombres y sus hábitos tabáquicos, existen otras cuestiones que podrían explicarlo.

La mayoría no realiza la higiene interdental, debido a los problemas característicos de la EP que generan un gran desafío y aumentan la probabilidad de que padezcan gingivitis. Utilizando el MDS-UPDRS, los niveles deteriorados de temblor cinético, temblor postural y rigidez de las extremidades superiores se asociaron con aumento de acumulación de placa, sangrado de encías y, en consecuencia, bolsas periodontales más profundas. Se observó que la progresión de la EP puede resultar en el deterioro de hábitos de higiene bucal. (16)

#### 4) Asociación de bacterias orales periodontales con enfermedad de Parkinson

Dado que las bacterias periodontales son capaces de invadir el epitelio de la bolsa gingival, las bacterias periodontales/moléculas bacterianas pueden acceder a la circulación. Se ha demostrado que el LPS deteriora la barrera hematoencefálica y aumenta su permeabilidad a través de la activación anormal de la metaloproteinasa de la matriz. *P. gingivalis* tiene varias formas de llegar al cerebro desde la bolsa periodontal infectada. De hecho, en el cerebro de ratones infectados oralmente con *P. gingivalis*, se ha identificado el ADN de *P. gingivalis*, por reacción en cadena de polimerasa cuantitativa (qPCR) y el LPS derivado de la misma ha sido detectado en el cerebro de pacientes con Alzheimer. (17, 18)

El hallazgo de R1 (Rgpa) y LPS, en la circulación de una población con EP, apoya el rol de *P. gingivalis* en el desarrollo de la EP. Las células de *P. gingivalis* en el tejido cerebral humano no se han detectado, por lo que la aclaración de este punto tendrá que esperar más investigación. (18)

#### 5) Mediadores inflamatorios

La bacteriemia y la translocación sistémica desencadenadas por las bacterias gramnegativas presentes en la periodontitis podrían iniciar y progresar la EP. (9)

La neuroinflamación es un conector clave del mecanismo patogénico, puede ser causada por citoquinas periféricas proinflamatorias generadas en la inflamación sistémica inducida por periodontitis a través de tres vías: neural, humoral, y celular. A través de la vía neural, las citocinas sistémicas activan directamente a los nervios aferentes primarios, la señal alcanza la proyección primaria y secundaria de la vía neural, alcanzando el núcleo del tracto solitario y posteriormente, varios núcleos cerebrales hipotalámicos. A través de la vía humoral, las regiones con fugas de la barrera hematoencefálica pueden ser puntos de acceso para la circulación de citoquinas proinflamatorias para entrar en el parénquima cerebral y provocar eventos de disminución de la señalización lo cual es importante en la alteración de la función cerebral. A través de la vía celular se implica la inflamación sistémica en asociación con la activación de células endoteliales y un incremento en los monocitos circulantes. La ruptura de la barrera hematoencefálica permite la entrada de macrófagos y mediadores proinflamatorios, convirtiendo las microglías inactivas en activas. Cuando se activan, pueden producir varios mediadores inflamatorios, como



TNF- $\alpha$ , Il-1 $\beta$ , Il-6, iNOS, y especies reactivas de oxígeno (ROS), desencadenando necrosis y apoptosis de las neuronas dopaminérgicas en el SNC, marcando el inicio y/ o la progresión de la EP. (8, 17)

#### 4. INTERACCIONES ODONTOLÓGICAS DE LOS MEDICAMENTOS UTILIZADOS EN LA ENFERMEDAD DE PARKINSON

Las personas con EP a menudo reportan xerostomía, algunos de los medicamentos conocidos por inducirla son los antiparkinsonianos: carbidopa/levodopa, los inhibidores de la monoamina oxidasa-B como la rasagilina y anticolinérgicos como la bengtropina. La xerostomía favorece la aparición de la enfermedad periodontal debido al acúmulo de placa bacteriana asociado a que la saliva posee propiedades antimicrobianas, antivirales y antimicóticas que ayudan a la limpieza oral y a proteger contra la infección. (19-21)

#### 5. MANEJO ODONTOLÓGICO DEL PACIENTE CON PARKINSON

El manejo debe buscar mejorar la higiene oral del paciente y ofrecer un tratamiento para problemas atribuidos a la función salival o masticatoria. La restauración de la salud oral en estos pacientes es más eficaz si se realiza lo más pronto posible porque su habilidad cooperativa disminuye conforme sus habilidades funcionales y cognitivas disminuyen.

El odontólogo debe conocer la etapa de la EP en la que se encuentra el paciente, su pronóstico, su tratamiento y las condiciones médicas que pudieran influenciarlo. Debe consultar al neurólogo tratante para identificar si el paciente requiere de alguna modificación dentro de las estrategias de tratamiento usuales. Es importante programar citas matutinas cortas que comiencen 90 minutos después de la administración del medicamento. La inclinación del sillón dental a 45°, la colocación de un bloque de mordida, el uso de un dique de goma y la evacuación oral de alto volumen mejoran la protección de las vías respiratorias. Se debe estar consciente de los efectos adversos que pueden ocurrir al administrar un tratamiento odontológico en el paciente que toma medicamento para la EP. Para evitar interacciones adversas con levodopa, se debe limitar la administración de anestésicos locales a tres cartuchos de 2% de lidocaína con 1:100,000 de epinefrina por media hora. (20)

#### 6. IMPORTANCIA DE LA HIGIENE Y SALUD ORAL EN EL PACIENTE CON ENFERMEDAD DE PARKINSON

La salud oral es importante en la prevención del desarrollo de EP, ya que como se mencionó en algunos artículos (8, 23) los mecanismos de inflamación crónica y los productos de los microorganismos participan en el mecanismo de neuroinflamación relacionado a la EP.

Los pacientes con EP presentan disminución de la calidad de salud e higiene oral y una alta prevalencia de recesión gingival, enfermedad periodontal, cálculo y caries dentales, pérdida dental, babeo, xerostomía, disfagia y trastornos temporomandibulares lo que afecta su calidad de vida. Por ello es importante el cuidado de la salud oral de estos pacientes ya que una mejor higiene puede conducir a tasas más bajas de enfermedad periodontal y, en consecuencia, menos pérdida de dientes: El neurólogo debe de incluir las visitas al dentista como un hábito importante a realizar por el paciente. Un desorden temporomandibular puede generar mayor dolor y disfunción orofacial por lo que debe ser investigado y tratado. En el cepillado de dientes se deben alternar las manos derecha e izquierda, ya que la rigidez y el temblor pueden ser más incapacitantes en una extremidad a medida que avanza la EP. (22)

#### IV. CONCLUSIONES

La correlación entre la EP y la periodontitis ha sido menos comprendida sin embargo hay mecanismos que buscan establecer una relación bidireccional. Los pacientes con EP tienen un control motor y cognitivo deficiente, lo que conduce a un mantenimiento deficiente de la salud bucal y puede llevar al desarrollo de la periodontitis. Varios autores han encontrado una asociación entre como la periodontitis puede causar la EP y la neuroinflamación parece ser la clave del mecanismo patológico entre ambos.

En el paciente con EP se debe recalcar la importancia de acudir a citas odontológicas periódicas e instruir al paciente y al cuidador en buenas técnicas de higiene bucal.

#### V. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco a la Universidad Autónoma de Aguascalientes por permitirme participar

#### REFERENCIAS

1. González-Alemán, M, Bulnes-López, R, Martínez-Benítez, K. Prevalencia de periodontitis crónica moderada y avanzada generalizada como factor de riesgo cardiovascular. *Revista de la Asociación Dental Mexicana*. 2021;78(1):22-27
2. Carvajal, P. Enfermedades periodontales como un problema de salud pública: el desafío del nivel primario de atención en salud. *Revista clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral*. 2016;9(2):177-183
3. Papapanou, P, Sanz, M, Buduneli, N et al. Periodontitis: Consensus report of workgroup 2 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *Journal of Periodontology*. 2018;89(1):173-182
4. Sanz, M, Tonetti, M. Periodontitis. *European Federation of Periodontology*. 2019. 1-12
5. Wilder, R.S, Moretti, A.J. Overview of gingivitis and periodontitis in adults [Internet]. Uptodate. 2020. [Citado 15 de julio de 2021]. Recuperado de <https://www.uptodate.com/contents/overview-of-gingivitis-and-periodontitis-in-adults>
6. Lomelí, G, Rodríguez, K, Mejía, A. Resultados del sistema de vigilancia epidemiológica de patologías bucales [Internet]. SIVEPAB. 2018 [Citado 15 de julio de 2021]. Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/data/file/525756/20200116\\_archivo\\_SIVEPAB-18\\_1nov19\\_1\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/data/file/525756/20200116_archivo_SIVEPAB-18_1nov19_1_.pdf)
7. Lyra, P, Machado, V, Proenca, L. Parkinson's Disease, Periodontitis and Patient-Related Outcomes: A Cross-Sectional Study. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*. 2020;56(8):383
8. Alvarenga, M, Ribeiro, D, Gomes de matos, I. Is There Any Association Between Neurodegenerative Diseases and Periodontitis? A Systematic Review. *Frontiers in aging neuroscience*. 2021;13:651437
9. Chen, C, Huang, J, et al. Dental Scaling Decreases the Risk of Parkinson's Disease: A Nationwide Population-Based Nested Case-Control Study. *International journal of environmental research and public health*. 2018;15(8):15-87
10. Saavedra, J.S, Millán, P.A, Buriticá, O. F. Introducción, epidemiología y diagnóstico de la enfermedad de Parkinson. *Acta neurológica colombiana*. 2019; 35(3):2-10.
11. Martínez, D, Rodríguez, M, Velázquez, E. S, et al. Incidencia y distribución geográfica de la enfermedad de Parkinson en México. *Rev Salud Pública de México*. 2020; 62(6): 873
12. Pajares, M, Rojo, A. I, Manda, G, et al. Inflammation in Parkinson's Disease: Mechanisms and Therapeutic Implications. *Cells*, 2020; 9(7):16-87
13. Bajenaru, O, Kovács, N, Milanov, I, et al. Update on the Management of Parkinson's Disease for General Neurologists. *Hindawi journals*. 2020; 2020(2):1-13
14. Radhakrishnan, D. M, Goyal, V. Parkinson's disease: A review. *Neurology India*. 2018; 66: 26-35
15. Reich, S. G, Savitt, J. M. Parkinson's Disease. *The Medical clinics of North America*. 2019; 103(2): 337-350
16. Lyra, P, Machado, V, Proenca L, et al. Parkinson's Disease, Periodontitis and Patient-Related Outcomes: A Cross-Sectional Study. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*. 2020; 56(8): 383
17. Hashioka, K, Inoue, K, Miyaoka, T, et al. The Possible Causal Link of Periodontitis to Neuropsychiatric Disorders: More Than Psychosocial Mechanisms. *International journal of molecular sciences*. 2019;20(15)3723

18. Olsen, I, Kell, D, et al. Is Porphyromonas gingivalis involved in Parkinson's disease?. *European journal of clinical microbiology & infectious diseases*. 2020;39(11): 2013-2018
19. Miranda-Rius, J, Brunet-Llobet, L, Lahor-Soler, E, et al. Salivary Secretory Disorders, Inducing Drugs, and Clinical Management. *International journal of medical sciences*. 2015; 12(10): 811-24
20. Friedlander, A. H, Mahler, M, Norman, K. M, Ettinger, R. L. Parkinson Disease. *The Journal of the American Dental Association*. 2009; 140(6): 658-669
21. Piñeres, A, Prins, K, Martínez, A. Manifestaciones bucales de la enfermedad de parkinson y su relación con el tratamiento farmacológico revisión sistemática [Internet].2019 [Citado 15 de julio de 2021]. Recuperado de <https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/9475/MANIFESTACIONES%20BUCALES%20DE%20LA%20ENFERMEDAD%20DE%20PARKINSON.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
22. Martimbianco, A. L, Prosdocimi, F. C, Anauate-Netto, C, et al. Evidence-Based Recommendations for the Oral Health of Patients with Parkinson's Disease." *Neurology and therapy*. 2021; 10(1): 391-400
23. Hashioka, S, Inoue, K, Miyaoka, T, et al. The Possible Causal Link of Periodontitis to Neuropsychiatric Disorders: More Than Psychosocial Mechanisms. *International journal of molecular sciences*. 2019;20(15): 3723

# CULTIVO, AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE CEPAS BACTERIANAS A PARTIR DE MUESTRAS BIOLÓGICAS

Daniela Sánchez Guevara  
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón  
Blvd. del Valle 2301, Guardarrayas, 36425 Gto.  
*lrs17110009@purisima.tecnm.mx*

Deniss Ithzel Díaz Blanco  
Instituto Tecnológico Superior de Monclova  
Carretera 57, S/N, Col. Los 90's, C.P. 25733  
*deniss.db@monclova.tecnm.mx*

Resumen — En este trabajo se aborda el tema de cultivo, aislamiento e identificación de cepas bacterianas a partir de muestras biológicas, el cual, se llevó a cabo sembrando bacterias en el medio de cultivo agar nutritivo, posteriormente se realizó una resiembra para el aislamiento de las cepas bacterianas y se aplica la técnica diferencial de tinción de Gram, donde se obtuvo como resultado la bacteria E.Coli.

Palabras clave — Medios de cultivo, Tinción de Gram, resiembra.

Abstract — This work addresses the issue of culture, isolation and identification of bacterial strains from biological samples, which was carried out by sowing bacteria in the nutrient agar culture medium, later a reseeded was carried out for the isolation of the strains. bacteria and the differential Gram staining technique is applied, where the E.Coli bacterium was obtained as a result.

Keywords — Culture media, Gram stain, reseeded.

## I. INTRODUCCIÓN

En la naturaleza, la mayoría de los microorganismos no se encuentran aislados, sino integrados en poblaciones mixtas. Para llevar a cabo el estudio de estos microorganismos y de sus propiedades, es necesario separar unos de otros y trabajar con especies aisladas, obteniendo cultivos axénicos o puros. Un cultivo axénico o puro es aquel que contiene un sólo tipo de microorganismo y que procede generalmente de una sola célula; el crecimiento de ésta origina, en medio sólido, una masa de células fácilmente visible que recibe el nombre de colonia. (Núñez et al., 2021).

Para obtener cultivos puros a partir de una población microbiana mixta, se utilizan las denominadas técnicas de aislamiento, que fueron desarrolladas durante el siglo XIX. En un principio, Lister utilizó diluciones seriadas

en medio líquido con esta finalidad, pero la presencia de contaminación, es decir, de microorganismos no deseados, dificultó el aislamiento. La escuela de Robert Koch introdujo los medios sólidos, complementados con agar, y las placas de Petri en Bacteriología, permitiendo así la separación física de las colonias sobre la superficie del medio de cultivo o en el interior del mismo. El aspecto de las colonias sirve para diferenciar distintas especies microbianas. (Núñez et al., 2021).

## II. MARCO TEÓRICO

La tinción de Gram se basa en la estructura física de la pared celular de las bacterias Gram positivas y Gram negativas. En la primera etapa se une el colorante primario cristal violeta con la peptidoglicana de la pared bacteriana mediante un enlace iónico entre sus grupos ácidos y los grupos básicos del colorante. Posteriormente el Lugol entra a la célula y reacciona con el colorante formando un complejo insoluble en agua y poco soluble en alcohol que satura los espacios del peptidoglicano de la pared bacteriana. En seguida, se realiza la decoloración, al colocar etanol al 95% acetona deshidrata a las bacterias Gram positivas, quienes tienen una pared celular de las Gram positivas, dando como resultado el cierre de poros de la pared impidiendo la salida del complejo cristal violeta-yodo, eliminado únicamente el colorante que quedó fuera de la célula. En las bacterias Gram negativas, el alcohol penetra en la membrana externa que es rica en lípidos sin que la capa de peptidoglicana evite el paso del solvente, permitiendo de este modo la eliminación del complejo cristal violeta-yodo. Finalmente, el segundo colorante (safranina) tiñe las bacterias que no retuvieron el complejo cristal violeta-yodo. (Gutiérrez, 2017). Los microorganismos que retienen el colorante de cristal violeta después de la decoloración y se ven de color violeta se conocen como microorganismos Grampositivos. Los Gramnegativos no son capaces de retener el cristal violeta después de la decoloración y se contrañen de rojo con el colorante de safranina. (Gutiérrez, 2017).

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

Composición del Agar nutritivo.

Es un medio no selectivo en el que la pluripeptona y el extracto de carne son la fuente de carbono, nitrógeno y aportan los nutrientes para el crecimiento de bacterias. El cloruro de sodio mantiene un balance osmótico y el agar es el agente solidificante.

Puede ser enriquecido con sangre ovina desfibrinada estéril para favorecer el crecimiento de microorganismos exigentes nutricionalmente y así mismo visualizar la hemólisis.

Pluripeptona	5.0
Extracto de carne	8.0
Cloruro de sodio (NaCl)	5.0
Agar	15.0

pH final=7.3±0.2

Etapas de la parte práctica:

A) Preparación de medios de cultivo.

Para el método de preparación del cultivo se pesan 23 g de agar para preparar 1 litro de agua, en este caso nosotros preparamos únicamente 250 ml de agua. Primero realizamos una regla de tres para saber cuántos gramos de agar necesitaríamos para dichos mililitros de agua, por lo cual utilizamos 5.75 g de agar. Posteriormente se

diluyó a fuego medio hasta que se volviera de un color más transparente y pasamos a esterilizar, el método de esterilización empleado fue mediante la autoclave, con calor húmedo y a una temperatura de 120°C por 20 min. Una vez transcurrido este tiempo se vaciaron 10 ml del agar nutritivo en cada caja, se prepararon alrededor de 25 cajas Petri con este medio de cultivo.

*Figura 1. Medios de cultivo Agar y caldo nutritivo, los cuales se prepararon según las indicaciones de fábrica, esterilizándose a una temperatura de 120° C durante 20 min.*



#### B) Cultivo y aislamiento de la cepa bacteriana.

Al tener listas nuestras cajas Petri, se dejaron reposar, posteriormente se empleó un hisopo estéril para tomar muestras bucales de la boca, raspando encías, lengua de arriba y abajo, garganta y luego sembramos por el método de estría abierta cruzada, posteriormente se metieron a incubar 33° C por 24 horas en la autoclave.

*Figura 2. Preparación de las cajas Petri y cultivo de bacterias bucales mediante hisopo estéril.*



#### C) Resiembra e identificación de colonias bacterianas.

Se realizó una resiembra del cual se toman bacterias del primer cultivo de las colonias que habían crecido pasadas las 24 horas en una nueva cajita Petri con el objetivo de obtener colonias aisladas, posteriormente se vuelve a incubar a 33°C por 24 horas para obtener las colonias aisladas.

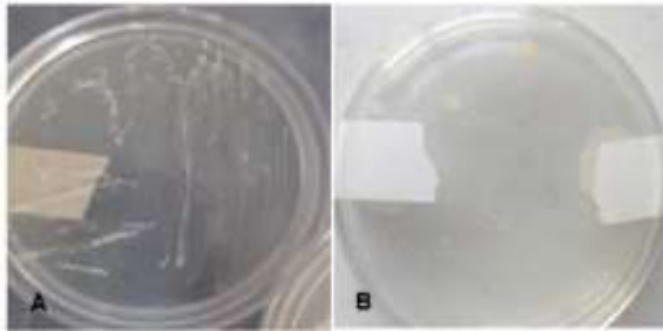
#### D) Identificación de las colonias bacterianas mediante la técnica de tinción de Gram.

La tinción de Gram consiste en colocar como colorante primario cristal violeta, este tiene afinidad con el peptidoglicano de la pared bacteriana. Posteriormente, colocamos lugol, este impide la salida del cristal violeta por la formación de un complejo cristal violeta-yodo que satura los espacios del peptidoglicano de la pared bacteriana. En seguida, se coloca una mezcla de alcohol-acetona, para deshidratar la pared bacteriana y cierre los poros de esta, también destruye la membrana externa de las bacterias Gram negativas debido a que ésta es soluble a la acción de solventes orgánicos, como la mezcla de alcohol-acetona. Las bacterias Gram positivas, contienen una



gran cantidad de peptidoglicano, reteniendo con mayor fuerza este complejo, mientras que las Gram negativas no lo pueden retener por tener menos cantidad de peptidoglicano. Por último, se coloca safranina, esta funciona como un colorante secundario o de contra tinción y se emplea para teñir las bacterias que no pudieron retener el complejo cristal violeta-yodo. (López et al. 2014)

Figura 3. Resiembra y aislamiento de bacterias a partir del primer cultivo.



E) Técnica de conservación de cepa bacteriana.

Conservación por congelación.

Se congelan las células en suspensión en un líquido con un agente crioprotector y se guardan a temperaturas inferiores a cero grados centígrados, con lo que el agua se congela. De esta forma, al no disponer las células de agua en forma líquida, no hay crecimiento. Cuando se quiere trabajar con las células así conservadas, se recuperan subiendo la temperatura. Este es el mejor método de conservación desde todos los puntos de vista. (Dolores, M. & Uruburu, E., S/F)

Figura 4. Técnica de conservación por congelación.



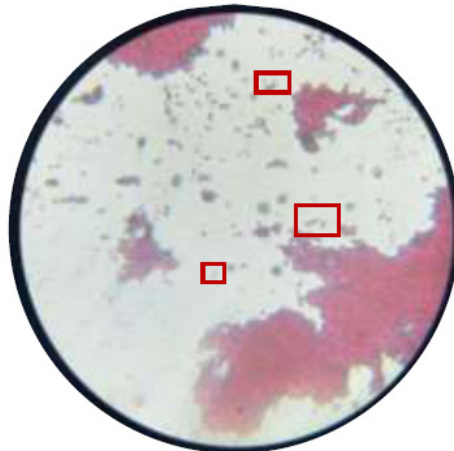
#### IV. RESULTADOS

Figura 5. Diagrama de flujo sobre la técnica de la tinción de Gram que sirve como técnica diferencial, enterobacterias Gram negativas y Gram positivas.





Figura 6. Observación de las cepas cultivadas a 100 x.



## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

La técnica de tinción de Gram es diferencial debido a los carbohidratos y lípidos. Esto se debe a que la pared celular de las bacterias Gram negativas está constituida por una capa fina de peptidoglicano y una membrana celular externa, mientras que las bacterias Gram positivas poseen una pared celular gruesa constituida por peptidoglicano (carbohidratos), pero no cuentan con membrana celular externa; así pues, la composición química y el contenido de peptidoglicano en la pared celular de las bacterias Gram negativas y Gram positivas explica y determina las características tintoriales. Debido a esto, los lípidos se tiñen de rojo y se les conoce como bacterias Gram negativas, mientras que los peptidoglicanos (carbohidratos) se tiñen de azul y son bacterias Gram positivas. (López et al., 2014)

La técnica de conservación para las cepas bacterianas mediante la congelación resulta ser el mejor método de conservación, ya que la mayor tasa de destrucción bacteriana se observa inmediatamente tras la congelación, después se reduce notablemente y llega a estabilizarse durante largos períodos de tiempo. Por eso, aunque el número de supervivientes disminuya, la congelación es un método efectivo para mantener la viabilidad de las bacterias. (Dolores, M. & Uruburu, F, S/F)

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La resiembra me sirve para hacer transferencia de colonias bacterianas de una caja Petri a un tubo o a otra caja Petri con medio de cultivo esterilizado. Por medio de este método se aíslan en cultivo puro.
- Se obtuvieron bacterias Gram negativas ya que tiene una doble membrana celular que está formada por lípidos y colesterol y estos mismos se tiñen de color rojo o reaccionan con el colorante safranina.
- El agar nutritivo es un medio de cultivo muy general en el cual crece de todo, ya que no es un medio selectivo.
- El método de esterilización empleado fue calor húmedo en la autoclave a 120 °C por 20 minutos.
- La técnica de conservación mediante congelación es el mejor método de acuerdo con varios puntos de vista.

## REFERENCIAS

- [1] Gutiérrez, E. (2017). Medios de cultivo, tinciones y pruebas bioquímicas. Ciudad de México: Editorial GR (pp. 53-55).
- [2] Núñez, A., Carrera, E., Fernández, M., Bell, A. & Michelena, G. Selección de una cepa bacteriana y un medio de cultivo industrial para la producción de poli 3-hidroxibutirato. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar [en línea]. 2012, 46(2), 49-54 [fecha de Consulta 28 de Julio de 2021]. ISSN: 0138-6204. Disponible

en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223124990008>

[3] López, L., Hernández, M., Colín, C., Ortega, S., Cerón, G., & Franco, R. (enero, 2014). Las tinciones básicas en el laboratorio de microbiología. Marzo, 2014, de medigraphic Sitio web: <https://www.medigraphic.com/pdfs/invd/ir-2014/ir141b.pdf>

[4] Dolores, M. & Uruburu, F. (S/F). La conservación de cepas microbianas., de Actualidad SEM Sitio web: [https://www.uv.es/cect2/87\\_Consevacion\\_cepas\\_microbianas](https://www.uv.es/cect2/87_Consevacion_cepas_microbianas)

[5] Madigan, M. & Martinko J. (2005). Brock Biology of Microorganisms (11th edición). Prentice Hall. ISBN 0-13-144329-1.

## ELECTROHILADO DE NANOFIBRAS DE QUITOSANO-COLÁGENO

Alejandro Cuevas Durón

Universidad Autónoma de Aguascalientes

Av. Universidad núm. 940 Ciudad Universitaria, C. P. 20131 Aguascalientes, Ags. México.

*2alejandro.28800@gmail.com*

Eduardo Arturo Elizalde Peña

Universidad Autónoma de Querétaro

Carretera a Chichimequillas s/n Ejido Bolaños, C.P. 76140 Querétaro, Qro. México.

*eelizalde@uaq.edu.umx*

Resumen - En este trabajo se presenta la metodología para la elaboración de nanofibras de quitosano-colágeno utilizando la técnica del electrohilado. El colágeno y el quitosano se han utilizado para el tratamiento de heridas en la piel, como un componente importante en ingeniería de tejidos. El colágeno utilizado se extrajo de tendones de patas de bovino por “la técnica hidrólisis alcalina” para posteriormente mezclarlo con quitosano de medio peso molecular y llevar a cabo el proceso de electrohilado. Se manejaron y modificaron cuidadosamente los parámetros del equipo del electrohilado conforme se estaba llevando a cabo el proceso; la viscosidad de la solución, el voltaje empleado y el flujo fueron algunos de los parámetros importantes a modificar.

Palabras clave- Quitosano, colágeno, electrohilado, nanofibras

Abstract- This paper presents the methodology for the production of chitosan-collagen nanofibers using the electrospinning technique. Collagen and chitosan have been used for the treatment of wounds in the skin, as an important component in tissue engineering. The collagen used was extracted from bovine leg tendons by “the alkaline hydrolysis technique” and then mixed with medium molecular-weight chitosan and carried out the electro-spinning process. The parameters of the electro-spinning equipment were carefully managed and modified as the process was being carried out; the viscosity of the solution, the voltage used and the flow were some of the important parameters to be modified.

Keywords- Chitosan, collagen, electrospinning, nanofibres.

## I. INTRODUCCIÓN

La ingeniería de tejidos comienza con un acercamiento claro hacia el problema, generalmente hacia una demanda de salud. Es un campo multidisciplinario que tiene como objetivo la mejora, reparación o reemplazo de algún tejido u órgano. Es por ello que en los últimos años se han desarrollado estrategias y tecnologías para brindar soluciones para mejorar la ingeniería de tejidos usando una amplia variedad de materiales biodegradables y biocompatibles los cuales pueden ayudar brindando soporte mecánico y regular procesos celulares sin introducir efectos adversos en el tejido (Rho et al., 2006).

Un ejemplo de andamio es el colágeno, el cual se ha utilizado en un gran rango de aplicaciones en el ámbito de la ingeniería de tejidos. La piel es uno de los tejidos más estudiados debido al rol importante al proveer soporte. El colágeno contribuye a la migración de células, proliferación y diferenciación, por lo tanto, se puede considerar como un andamio ideal en el campo de la ingeniería de tejidos. Actualmente, el colágeno utilizado se obtiene de fuente animal, principalmente de tendones de puerco, lo que conlleva dificultades en la calidad, pureza y predictibilidad de este (Yang et al., 2004).

Por otro lado, el quitosano es un polímero natural, biodegradable y biocompatible que también es usado en aplicaciones biomédicas; además brinda propiedades fisicoquímicas a las soluciones en las que se encuentra. Por lo tanto, se propone la creación de nanofibras poliméricas, utilizando el equipo de electrohilado.

## II. MARCO TEÓRICO

El electrohilado es una tecnología altamente utilizada que funciona por medio de altos voltajes para producir nanofibras de soluciones poliméricas, como pueden ser el quitosano/colágeno, entre otras. Existen dos configuraciones para hacer un electrohilado; configuración vertical y configuración horizontal, diferentes equipos de investigación han desarrollado sistemas más sofisticados que fabrican nanoestructuras complejas en un ambiente más controlado. El electrohilado se realiza a temperatura ambiente y en condiciones ambientales. El equipo tiene tres componentes principales: una fuente de voltaje, una bomba de flujo y una placa recolectora. El electrohilado tiene como principio utilizar una fuente de alto voltaje para insertar carga a la solución, la cual es acelerada hacia el colector gracias a la polaridad. La polaridad en conjunto con la tensión superficial propia de la solución hará que la gota de solución se estire, generando una geometría cónica (Cono de Taylor), cuando las condiciones son adecuadas se producirá un flujo constante de la sustancia, resultando en un hilo. Cuando el hilo se dirige a la placa colectora, este se seca gradualmente (Bhardawj, N & Kundu, S. C., 2010).

Existe un amplio rango de polímeros usados en electrohilado, que son capaces de formar nanofibras finas que se encuentran en el rango de submicras y son usadas en una variedad de aplicaciones. Se han reportado polímeros sintéticos, naturales o una mezcla de las dos utilizando proteínas, e incluso polisacáridos. Los polímeros naturales típicos incluyen el quitosano y colágeno. Las nanofibras creadas con polímeros naturales prometen una mejor funcionalidad médica. Sin embargo, se ha reportado degradación de los polímeros naturales y crea preocupación (Suibbah et al., 2005).

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Extracción del colágeno de tendón de bovino

Una vez obtenidos los tendones de patas de bovino procedente del rastro municipal, se procedió a secarlos en horno de convección a una temperatura de 50°C por 24 h, posteriormente se trituró la muestra y, mediante la técnica de hidrolisis alcalina, se disolvió la muestra en hidróxido de sodio (0.3 M) con una relación de hidróxido y muestra de colágeno (20:1), el tiempo de hidrólisis es de 6 horas. Una vez pasado el tiempo, se niveló el pH a 7-8 con 0.4 M de ácido acético y se procedió a dejar secar en extracción a 80° por 3 h. Por último, se centrifugó a 8,000 RPM por 15 minutos para dejar secar el colágeno extraído a 50°C por 24 h.

### B. Preparación de las muestras

Se preparó una solución de 5 mL de colágeno 60% P/V y una solución de 8 mL de quitosano al 2% P/V (medio peso molecular), ambas soluciones con solvente de ácido acético al 70% V/V. Las soluciones anteriormente descritas se colocaron en 2 mL con una relación 1:1 en una jeringa de 5 mL.

### C. Electrohilado de las muestras

Una vez obtenida la mezcla, se colocó la muestra en el equipo de electrohilado, con un flujo de 1 mL/h, a una distancia de 10 cm del colector y con un voltaje de 18 Kv, conectando los electrodos a la punta de la aguja y a la placa colectora, lo anterior se realizó durante 30 minutos y por triplicado.

Posteriormente se realizaron otras pruebas por triplicado, cambiando la relación de quitosano-colágeno a 1:3 y a 1:4, manteniendo el flujo a 1 mL/h, una distancia de 10 cm del colector y aumentando el voltaje a 25 kV

## IV. RESULTADOS

Debido al poco tiempo disponible, no se pudieron realizar pruebas de caracterización a las fibras realizadas. Sin embargo, se pudieron hacer modificaciones en los parámetros y en la composición de las muestras para mejorar la calidad del electrohilado basándose en la estabilidad de los parámetros

Para comenzar, se encontraron problemas con muestra que contenía 1:1 con un flujo de 1 mL/h, a una distancia de 10 cm del colector y con un voltaje de 18 Kv. Con esta muestra se notaba una dificultad en la eyección de las fibras, lo que dificultaba la visualización constante del cono de Taylor debido a que el flujo de la solución polimérica a través de los capilares es insuficiente para reemplazar la solución expulsada.

Para compensar lo anterior, se realizaron cambios en las relaciones de quitosano-colágeno para así disminuir la viscosidad de la solución ya que la viscosidad juega un papel importante. Una viscosidad alta dificulta la expulsión de la solución polimérica y por lo tanto la producción de fibras (Bhardawj, N & Kundu, S. C., 2010). Al disminuir la viscosidad se logró obtener una expulsión y producción de fibras mucho más constante

Otro parámetro modificado fue el voltaje aplicado. Se ha observado que un voltaje superior afecta la velocidad a la cual llegan las fibras al colector y esto facilita la formación de una fibra de un mayor diámetro (Zhang et al., 2005). Sin embargo, se ha observado que el aumento del voltaje incrementa la fuerza repulsora lo que ayuda a adelgazar el diámetro de las fibras (Butchko et al., 1990).

Por último, el flujo se mantuvo igual ya que se observaba que el solvente tenía suficiente tiempo para la evaporación y una buena estabilidad del cono de Taylor, esto también va de la mano con la distancia hacia el colector. En este proyecto de investigación se logró crear nanofibras poliméricas de quitosano-colágeno, utilizando el equipo de electrohilado cambiando parámetros, tanto en el equipo como en las soluciones, para obtener mejores resultados. Se observó que un flujo de 1 mL/h, 25 kV, distancia de 10 cm y una relación de quitosano-colágeno a 1:3 y a 1:4 brindaban un mejor electrohilado de las muestras

Además, se pudo extraer de manera directa el colágeno de patas de bovino, utilizando la técnica “hidrolisis alcalina” con un porcentaje de extracción de alrededor 50%.

## VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi sincero agradecimiento a la Universidad Autónoma de Aguascalientes, a la Universidad Autónoma de Querétaro y al CONACyT por todo el apoyo brindado para la realización exitosa de la estancia de verano.

## REFERENCIAS

- Rho, K. S., Jeong, L., Lee, G., Seo, B. M., Park, Y. J., Hong, S. D., ... & Min, B. M. (2006). Electrospinning of collagen nanofibers: effects on the behavior of normal human keratinocytes and early-stage wound healing. *Biomaterials*, 27(8), 1452-1461.

- Yang, C., Hillas, P.J., Báez, J.A. et al. The Application of Recombinant Human Collagen in Tissue Engineering. *BioDrugs* 18, 103–119 (2004). <https://doi.org/10.2165/00063030-200418020-00004>
- Bhardwaj, N., & Kundu, S. C. (2010). Electrospinning: a fascinating fiber fabrication technique. *Biotechnology advances*, 28(3), 325-347.
- Subbiah, T., Bhat, G. S., Tock, R. W., Parameswaran, S., & Ramkumar, S. S. (2005). Electrospinning of nanofibers. *Journal of applied polymer science*, 96(2), 557-569.
- Zhang, C., Yuan, X., Wu, L., Han, Y., & Sheng, J. (2005). Study on morphology of electrospun poly (vinyl alcohol) mats. *European polymer journal*, 41(3), 423-432.
- Buchko, C. J., Chen, L. C., Shen, Y., & Martin, D. C. (1999). Processing and microstructural characterization of porous biocompatible protein polymer thin films. *Polymer*, 40(26), 7397-740



## EFECTOS DE UN KÉFIR MODERNO SOBRE EL PESO, ENERGÍA EXPEDIDA, MARCADORES INMUNES Y TRASTORNOS INTESTINALES Y RESPIRATORIOS ASOCIADOS A LA PARÁLISIS CEREBRAL INFANTIL

César Alair Uribe Vicencio  
Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Avenida Universidad #940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.  
*u.mcesaralair@hotmail.com*

Adán Israel Rodríguez Hernández  
Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Avenida Universidad #940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.  
*adan\_israelll@yahoo.com.mx*

Resumen — El presente estudio tuvo como objetivo comparar los efectos del kéfir sobre padecimientos intestinales y respiratorios asociados en la parálisis cerebral, así como evaluar los cambios a nivel de los leucocitos. Se realizó un ensayo clínico aleatorizado doble ciego a 24 niños. Al grupo experimental se le administró el tratamiento kéfir moderno mientras que al grupo control yogur convencional durante 7 semanas. Los resultados de la ingesta del kéfir, encontró sobre los TDF respuesta favorable en la reducción de los síntomas de dispepsia funcional, (síndrome de dolor de epigastrio ( $p=0.026$ )), reducción del estreñimiento funcional y tipo de heces según la escala de Bristol ( $p=0.046$ ). Se encontró un aumento significativamente estadístico del valor absoluto de linfocitos respecto al grupo control ( $p=0.05$ ).

Palabras clave — Parálisis cerebral infantil (PC), Energía expedita en reposo (EER), Trastornos digestivos Funcionales (TDF), Proteína c reactiva (PcR).

Abstract — The present study aimed to compare the effects of kefir on intestinal and respiratory diseases associated with cerebral palsy, as well as to evaluate the changes at the level of leukocytes. A randomized double-blind clinical trial was conducted in 24 children. The experimental group was given the modern kefir treatment while the control group was given conventional yogurt for 7 weeks. The results of kefir intake, found a favorable response on FGID in the reduction of functional dyspepsia symptoms (epigastric pain syndrome ( $p=0.026$ )), reduction of functional constipation and type of stool according to the Bristol scale ( $p=0.046$ ). A statistically significant increase in the absolute value of lymphocytes was found compared to the control group ( $p=0.05$ ).

Keywords — Infantile cerebral palsy (CP), Resting energy expenditure (REE), Functional gastrointestinal disorders (FGID), C-reactive protein (CRP).

## I. INTRODUCCIÓN

La parálisis cerebral infantil (PC) es un trastorno de la postura y el movimiento, resultado de una lesión del cerebro inmaduro, o de un desarrollo anormal del mismo. Según un reciente reporte de la Center Disease Control and Prevention (CDC) (1), se estima que a nivel mundial la prevalencia de la PC oscila 1 y casi 4 por cada 1000 nacido vivos. En México hay cerca de 500 mil personas con PC y cada año se reportan alrededor de 12 mil nuevos casos (2). En el Centro de Rehabilitación Teletón Aguascalientes (CRIT) la población registrada oscila por arriba de los 2000 pacientes en los recientes años de los cuales 110 tienen el problema de hipertonia o espasticidad severa (3).

La PC está asociada a diversos padecimientos como lo son: la malnutrición (4, 5), la alteración de la mecánica de la deglución (6), enfermedades respiratorias (7), así como las enfermedades inflamatorias intestinales (8, 9) y el estreñimiento (10). Estos padecimientos a su vez, determinan una pérdida o pobre ganancia de peso, de igual manera, la ganancia de masa muscular se ve limitada representada como una atrofia muscular y pobre crecimiento (11), esto sin sumar las limitaciones neuromotoras y gastrointestinales que influyen en una mala alimentación, como, por ejemplo, la mala apertura de la boca, las secreciones respiratorias, la mala masticación, etc. (12). Los probióticos son “microorganismos vivos que cuando son administrados en cantidades adecuadas confieren beneficios para la salud del huésped” (13). Los tratamientos a partir de probióticos para mejorar salud humana han aumentado en los recientes años como respuesta a la necesidad de fortalecer las defensas del cuerpo humano, la inflamación de la mucosa intestinal y respiratoria, entre otras diversas propiedades inmunomoduladoras comprobadas a través de múltiples ensayos clínicos (14-16).

Pocos han sido los estudios experimentales o ensayos clínicos en los cuales se haya observado un incremento o mejora del peso o del índice de masa corporal en niños con PC, tal es el caso de niños con antecedentes de prematuridad y pobre desarrollo neurológico a través de tratamientos probióticos (17, 18).

Actualmente, existen pocos protocolos sobre la medición de la calorimetría indirecta en la PC, mientras que la mayoría de los estudios han seleccionado niños conforme al Sistema de Clasificación de la Función Motora Gruesa (GMFCS) y no por el grado de hipertonia o espasticidad. Por ejemplo, en una investigación llevada a cabo por García et al. (19), se encontró una menor energía expedita en reposo en relación a un nivel de discapacidad moderada severa. En esta misma investigación, encontraron que los niños con PC tratados nutricionalmente habían incrementado su EER a la par del incremento del peso corporal. Por otro lado, se cree que el niño con PC cuadriparesia hipertónica tiene mayores tasas de EER, pero que puede reducir tras un tratamiento robótico (WalkAide) más terapia física especial, esto al comparar con el grupo control de niños con PC espástica que solo recibían la terapia física (20).

Existe una presencia de diferentes manifestaciones sintomáticas con padecimientos gastrointestinales en los niños con PC se valora respecto a los resultados de laboratorios, en donde se confirman los estados de inflamación, entre ellos destacan la presencia de leucocitosis (demasiados leucocitos en sangre pese a una infección), velocidad de sedimentación globular elevada, aumento de la proteína C reactiva (proteína de la fase aguda de una inflamación), hipoalbuminemia y anemia (que podría ser normocítica debido a la enfermedad crónica, microcítica debido a la carencia de hierro, o más frecuentemente combinada). Los exámenes por imágenes pueden contribuir a delimitar las secciones inflamadas. Las manifestaciones del tracto gastrointestinal (TGI) pueden acompañarse o no de manifestaciones extraintestinales (21, 22).

En un estudio de Colson et al. (9), se observó una incidencia de 198 casos de enfermedad de inflamatoria intestinal por cada 100,000 niños con PC, las enfermedades más representativas encontradas fueron colitis ulcerosa, enfermedad de Crohn y colitis indeterminada. Algunas de los síntomas fueron heces con sangre y una baja ganancia de peso corporal (9).

Diversos autores (23, 24), han reportado una mayor frecuencia de enfermedades respiratorias agudas en los niños con PC como complicaciones de la PC espástica severa o incluso como padecimiento asociado a la misma, destacando el riesgo que representa la presencia de esta complicación que puede determinar la muerte del niño. La malnutrición es frecuente en la PC y su prevalencia es más común en la PC espástica (4). Dicha condición está fuertemente relacionada con una deficiente respuesta del sistema inmunológico (25), donde una ingesta insuficiente y de poca calidad se traduce en un déficit de nutrientes para la síntesis de moléculas o células del sistema inmune. Además, se ha establecido también una correlación entre una pobre respuesta inmune, la disbiosis y cronicidad de infecciones respiratorias (26).

El kéfir moderno de la marca Sello Rojo en México, es una bebida láctea fermentada a partir de la inoculación de 14 cepas probióticas aisladas de un kéfir tradicional. El kéfir tradicional parte de la fermentación láctea a partir de gránulos de kéfir y posee diversas especies de microorganismos probióticos a los cuales en su conjunto se atribuyen diversas propiedades antiinflamatorias, inmunomoduladoras, antivirales, antimicrobianas, antifúngicas, etc. (27-30).

Pese al avance de las necesidades de la industria alimentaria para mejorar las propiedades de nuevos productos, se han demostrado las cualidades potenciales probióticas y/o nutraceuticas a partir de liofilizados o cepas de kéfir en su “versión en polvo”, el cual es agregado a la leche convencional para el correspondiente proceso de fermentación, lo cual muestra que esta es otra forma de innovar con agentes fortificadores de cepas probióticas que permiten una bebida con aspecto similar al del yogur, mejores términos de propiedades sensoriales y a la salud, muy particularmente similares a las del Kéfir de leche (31).

En este sentido, el kéfir moderno es una versión diseñada y modificada con el fin de mejorar las características organolépticas como lo son el sabor ácido y aroma fuerte del kéfir tradicional, como también preservando la mayoría de sus propiedades a la salud (32).

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio experimental del tipo: Ensayo clínico aleatorizado doble ciego a Niños con parálisis cerebral espástica moderada-severa del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón Aguascalientes, México (n=24). Se aplicó un muestreo probabilístico aleatorio simple (randomizado), doble ciego, se utilizará el software STATS 2.0. Se utilizó el subprograma Random Number Generator desde el programa STATS 2.0 para generar automáticamente los números de los pacientes controles, así como de los experimentales. Se evaluaron y compararon los cambios a tiempo cero y a tiempo final de un periodo de tratamiento de 7 semanas.

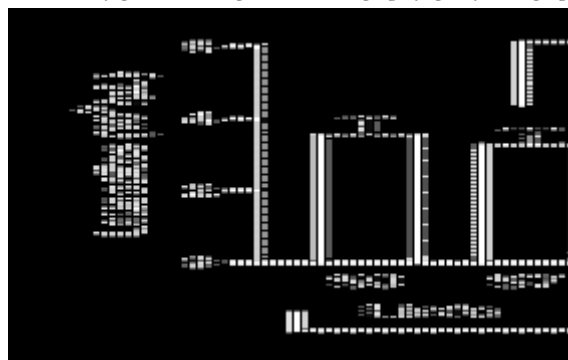
Al grupo control se le administró un yogur convencional con las cepas: 1) *Streptococcus thermophilus*, 2) *Lactobacillus bugarius*, mientras que al grupo experimental de kéfir moderno con las cepas: 1) *Bifidobacterium infantis*, 2) *Bifidobacterium lactis*, 3) *Lactobacillus acidophilus*, 4) *Lactobacillus delbrueckii* spp. *Lactis*, 5) *Lactobacillus fermentum*, 6) *Lactobacillus paracasei*, 7) *Lactobacillus rhamnosus*, 8) *Lactococcus lactis* spp. *Cremoris*, 9) *Lactococcus lactis* spp. *Lactis*, 10) *Lactococcus lactis* spp. *lactis* biovar. *Diacetylactis*, 11) *Leuconostoc mesenteroides*, 12) *Leuconostoc pseudomesenteroides*, 13) *Streptococcus thermophilus*, 14) *Lactobacillus bugarius*, ambos grupos en razón de 250ml por día.

## III. RESULTADOS

Los resultados de la ingesta del kéfir no presentaron cambios significativos respecto al peso corporal, pero si respecto a una reducción de la EER, así como sobre los trastornos intestinales identificados que fueron: 1.- Respuesta favorable en la reducción de los síntomas de la dispepsia funcional, específicamente sobre el síndrome de dolor de epigastrio (p=0.026), 2.- Mejoría de la presencia del trastorno de alteración de evacuaciones o estreñi-

miento funcional a través de la escala Bristol ( $p=0.046$ ). No se encontraron datos significativos en relación con los problemas respiratorios, sin embargo, la presencia de secreciones como la flema se vio afectada negativamente con el consumo del yogur convencional, de igual forma en el síndrome de vómito funcional  $p=0.036$ . No hubo diferencias significativas en los valores absolutos de linfocitos, monocitos y granulocitos de los pacientes de cada grupo antes y después del tratamiento con yogurt o kéfir (Figura 1). Llamativamente, el valor absoluto de linfocitos en los individuos que recibieron el tratamiento con kéfir durante 7 semanas (S7) fue 40.82% mayor que el de los tratados con yogurt durante el mismo tiempo ( $4.66 \pm 0.43$  versus  $3.31 \pm 0.38 \times 10^3$  linfocitos/ $\mu\text{L}$  de sangre,  $p < 0.05$ ), no existiendo diferencias entre los valores absolutos de estas células en los pacientes de ambos grupos antes de iniciar el tratamiento (S0;  $4.07 \pm 0.44$  versus  $3.58 \pm 0.45 \times 10^3$  linfocitos/ $\mu\text{L}$  de sangre, respectivamente). La cantidad de monocitos y de granulocitos fue semejante al comparar entre los grupos los valores obtenidos antes (S0) y después (S7) de los tratamientos.

Figura 1. Efecto del Kéfir sobre los valores absolutos diferenciales de leucocitos en sangre periférica. Se analizaron los valores absolutos de linfocitos (linfo), monocitos (mono) y granulocitos (granulo);  $n=7$  grupo yogurt y  $n=9$  grupo Kéfir.



Un hallazgo no esperado fue la presencia de granulocitopenia al parecer relacionada a aquellos niños que tenían un esquema de tratamiento antiepiléptico.

#### IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Como se menciona por diversos autores (23, 24), se coincide en este estudio que la ganancia de peso es poco significativa en la PC, mientras que específicamente en la PC tipo cuadriparesia espástica moderada-severa, García et al. (33) es un reciente tampoco encontraron significancia estadística respecto al uso de probióticos o simbióticos en esta población y el aumento de peso. A diferencia de un García et al. (19), donde niños con PC cuadriparesia en estado de desnutrición y que fueron sometidos a tratamiento nutricional intrahospitalario mostrando ganancia de peso y a su vez un aumento de la EER, y contrario a El-Shamy (20) en donde a medida de un tratamiento para disminuir la hipertensión disminuía la EER en este estudio no se encontraron diferencias significativas con el tratamiento de probióticos.

Sobre la eficacia de kéfir en el estreñimiento en niños con PC no existe literatura, pese a esto coincidimos con un estudio de PC de García Contreras A et al. (33), en el cual mejoraron el estreñimiento en los 3 grupos de estudio tratados, los cuales tenían un prebiótico, un probiótico y un simbiótico, aunque si existe también eficacia del tratamiento de varias cepas y un prebiótico contra el estreñimiento según Jayasimhan S, et al (34). En este estudio solo los niños con el tratamiento kéfir presentaron mejoría sobre el estreñimiento crónico y consistencia de las heces respecto al grupo control tratados con yogurt convencional, a diferencia de estudios de revisión sistemáticos por Savaiano DA, et al y por Guarner F, et al (35, 36) que mencionan la eficacia del yogurt convencional ante este padecimiento.

Según los autores Faleiros-Castro FS et al, González Jiménez D et al y Maisawa S et al (10, 37-39), el reflujo suele presentarse con frecuencia en esta población, sin embargo, en este estudio solo se presentaron, según los criterios de Roma IV, como un síndrome de vomito funcional en dos casos del grupo control que consumía el yogurt convencional.

Según Himada et al (40) un incremento y mejoría en la producción de linfocitos y mejoría de la capacidad fagocítica se conoce tras el consumo de kéfir tradicional, lo que en este estudio también se logró demostrar.

Mientras que por un lado el consumo de Kéfir reduce los niveles de proteína c reactiva según O'Brien KV et al (41), para este estudio no se encontró significancia estadística para el único paciente que resulto con la presencia de este indicador antes y después del estudio.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como ya se ha comentado anteriormente, la parálisis cerebral infantil (PC) es un trastorno de la postura y el movimiento, resultando de una lesión del cerebro inmaduro. En esta enfermedad resultan asociados diversos padecimientos como los trastornos intestinales, respiratorios y malnutrición entre otros, lo que afecta la calidad de vida y pronóstico de vida. Los resultados obtenidos en el presente estudio, nos indican que en la ingesta de kéfir no se presentaron cambios significativos respecto al peso corporal, mientras que, en los trastornos digestivos funcionales, se encontró respuesta favorable en la reducción de los síntomas de la dispepsia funcional (el síndrome de dolor de epigastrio ( $p=0.026$ )), así como en la reducción de la presencia del estreñimiento funcional y tipo de heces según la escala de Bristol ( $p=0.046$ ). No hubo cambios significativamente estadísticos en otros trastornos intestinales como el síndrome de intestino irritable. No se encontraron datos significativos en relación con los problemas respiratorios. Se encontró un aumento significativamente estadístico del valor absoluto de linfocitos respecto al grupo control ( $p=0.05$ ).

Se espera que, en un futuro, nuevos estudios en relación a los efectos de la bebida kéfir se postulen de manera prometedora respecto a los padecimientos intestinales y respiratorios asociados a la parálisis cerebral.

## VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco a la Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes y al investigador Adán Israel Rodríguez Hernández por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano. Además de agradecer a todos los participantes y contribuyentes en este proyecto.

## REFERENCIAS

1. National Center on Birth Defects and Developmental Disabilities C for DC and P. Data and Statistics for Cerebral Palsy [En línea]. 2020 [accedido 2020 dic 30]. Disponible en: [https://www.cdc.gov/ncbddd/cp/data.html#:~:text=Cerebral palsy \(CP\) is the,common motor disability in childhood.&text=Recent population-based studies from,births or per 1%2C000 children.&text=The prevalence of CP is,preterm or at low birthweight.](https://www.cdc.gov/ncbddd/cp/data.html#:~:text=Cerebral palsy (CP) is the,common motor disability in childhood.&text=Recent population-based studies from,births or per 1%2C000 children.&text=The prevalence of CP is,preterm or at low birthweight.)
2. Secretaría de Salud del Estado de México. Parálisis Cerebral [En línea]. 2018 [accedido 2020 feb 2]. Disponible en: <https://salud.edomex.gob.mx/cevece/documentos/difusion/tripticos/2018/Semana 40.pdf>.
3. Centro de Rehabilitación Infantil Teletón Aguascalientes. Censo de Pacientes con Parálisis Cerebral y Parálisis Cerebral tipo Cuadriparesia espástica Severa. Aguascalientes; 2019.
4. Perenc L, Przsada G, Trzeciak J. Cerebral Palsy in Children as a Risk Factor for Malnutrition. *Ann Nutr Metab* [En línea]. 2015 [accedido 2020 ago 20]; 66(4):224-32. Disponible en: <https://www.karger.com/Article/FullText/431330>.
5. Martínez de Zabarte Fernández JM, Ros Arnal I, Peña Segura JL, García Romero R, Rodríguez Martínez G. Nutritional status of a population with moderate-severe cerebral palsy: Beyond the weight. *An Pediatría (Engli-*



- sh Ed [En línea]. 2020 [accedido 2020 ago 20]; 92(4):192-9. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S234128792030020X>.
6. Caramico Favero DCO, Guedes ZCF, Morais MB de. Food intake, nutritional status and gastrointestinal symptoms in children with cerebral palsy. *Arq Gastroenterol* [En línea]. 2018 [accedido 2020 dic 29]; 55(4):352-7. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-28032018002400352&tln-g=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-28032018002400352&tln-g=en).
  7. Boel L, Pernet K, Toussaint M, Ides K, Leemans G, Haan J, et al. Respiratory morbidity in children with cerebral palsy: an overview. *Dev Med Child Neurol* [En línea]. 2019 [accedido 2020 ago 20]; 61(6):646-53. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/dmcn.14060>.
  8. González Jiménez D, Díaz Martín JJ, Bousoño García C, Jiménez Treviño S. Patología gastrointestinal en niños con parálisis cerebral infantil y otras discapacidades neurológicas. *An Pediatría* [En línea]. 2010 [accedido 2020 jul 2]; 73(6):361.e1-361.e6. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1695403310001621>.
  9. Colson SB, Siparsky GL, Capocelli KE, Pan Z, Sokol RJ, Hoffenberg EJ. Inflammatory Bowel Disease in Pediatric Patients With Cerebral Palsy. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* [En línea]. 2013 [accedido 2019 mar 23]; 56(6):e50. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ibd.21581/pdf%5Cnhttp://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed10&NEWS=N&AN=70316734%5Cnhttp://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed9&NEWS=N&AN=70326832>.
  10. Faleiros-Castro FS, Paula EDR de. Parálisis cerebral tetraplégica e constipación intestinal: evaluación de la reeducación intestinal con uso de masajes y dieta laxante. *Rev da Esc Enferm da USP* [En línea]. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*; 2013 [accedido 2019 feb 20]; 47(4):836-42. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0080-62342013000400836&tln-g=pt&tln-g=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0080-62342013000400836&tln-g=pt&tln-g=pt).
  11. Day SM, Strauss DJ, Vachon PJ, Rosenbloom L, Shavelle RM, Wu YW. Growth patterns in a population of children and adolescents with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* [En línea]. 2007 [accedido 2020 dic 30]; 49(3):167-71. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1469-8749.2007.00167.x>.
  12. García Zapata LF, Restrepo Mesa SL. La alimentación del niño con parálisis cerebral un reto para el nutricionista dietista: perspectivas desde una revisión. *Perspect nutr hum* [En línea]. 2010 [accedido 2020 sep 18]; 77-85. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S012441082010000100007&tln-g=en&nrm=iso&tln-g=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S012441082010000100007&tln-g=en&nrm=iso&tln-g=es).
  13. Sanders ME. Probiotics: definition, sources, selection, and uses. *Clin Infect Dis* [En línea]. United States; 2008; 46 Suppl 2(s2):S58-61; discussion S144-51. Disponible en: <https://academic.oup.com/cid/article-lookup/doi/10.1086/523341>.
  14. Gómez Eguílaz M, Ramón Traperó JL, Pérez Martínez L, Blanco JR. El eje microbiota-intestino-cerebro y sus grandes proyecciones. *Rev Neurol* [En línea]. 2019 [accedido 2020 ene 15]; 68(03):111. Disponible en: <https://www.neurologia.com/articulo/2018223>.
  15. Oelschlaeger TA. Mechanisms of probiotic actions - A review. *Int J Med Microbiol* [En línea]. 2010 [accedido 2019 abr 10]; 300(1):57-62. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1438422109000861>.
  16. Zolnikova O, Komkova I, Potskherashvili N, Trukhmanov A, Ivashkin V. Application of probiotics for acute respiratory tract infections. *Ital J Med* [En línea]. Web server without geographic relation, Web server without geographic relation (org): PAGEPress Publications; 2018 [accedido 2020 dic 30]; 12(1):32. Disponible en: <https://www.italjmed.org/index.php/ijm/article/view/itjm.2018.931>.
  17. Upadhyay RP, Taneja S, Chowdhury R, Strand TA, Bhandari N. Effect of prebiotic and probiotic supplementation on neurodevelopment in preterm very low birth weight infants: findings from a meta-analysis. *Pe-*



- diatr Res [En línea]. United States; 2020 [accedido 2020 ene 15]; 87(5):811-22. Disponible en: <http://www.nature.com/articles/s41390-018-0211-9>.
18. Jacobs SE, Hickey L, Donath S, Opie GF, Anderson PJ, Garland SM, et al. Probiotics, prematurity and neurodevelopment: follow-up of a randomised trial. *BMJ Paediatr Open* [En línea]. BMJ Publishing Group; 2017 [accedido 2019 abr 3]; 1(1):e000176. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29637171>.
19. García Contreras AA, Vasquez Garibay EM, Romero Velarde E, Ibarra Gutierrez AI, Troyo Sanroman R. Gasto energético en niños con parálisis cerebral infantil y desnutrición moderada y grave durante la recuperación nutricional. *Nutr Hosp* [En línea]. Spain; 2015 [accedido 2020 dic 26]; 31(5):2062-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25929375>.
20. El-Shamy SM, Abdelaal AAM. WalkAide Efficacy on Gait and Energy Expenditure in Children with Hemiplegic Cerebral Palsy. *Am J Phys Med Rehabil* [En línea]. 2016 [accedido 2019 dic 12]; 95(9):629-38. Disponible en: <http://journals.lww.com/00002060-201609000-00001>.
21. Chermesh I, Shamir R. El papel de la microbiota en la enfermedad inflamatoria intestinal. *Ann Nestlé (Ed española)* [En línea]. 2009 [accedido 2019 mar 27]; 67(1):27-38. Disponible en: <http://www.karger.com/doi/10.1159/000225914>.
22. Mearin F. Diagnóstico del síndrome del intestino irritable: criterios clínicos y biomarcadores. *Asociación Española de Gastroenterología, Guías*. [En línea]. 2016 [accedido 2020 ene 21]. Disponible en: <https://goo.gl/hYhP8u>.
23. Strauss DJ, Shavelle RM, Anderson TW. Life expectancy of children with cerebral palsy. *Pediatr Neurol* [En línea]. 1998 [accedido 2020 may 5]; 18(2):143-9. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0887899497001720>.
24. Pérez-Guerrero MC. Propuesta de intervención domiciliaria a la familia del niño con parálisis cerebral portador de infecciones respiratorias TT - Proposal of intervention at home for the family of the child with cerebral palsy and respiratory infections. *Rev Cuba Enferm* [En línea]. 2013 [accedido 2020 ago 20]; 29(2):89-101. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03192013000200004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03192013000200004).
25. Sullivan PB. Nutrition and growth in children with cerebral palsy: setting the scene. *Eur J Clin Nutr* [En línea]. England; 2013 [accedido 2020 may 5]; 67(S2):S3-4. Disponible en: <http://www.nature.com/articles/ejcn2013222>.
26. Marimón JM. The Lung Microbiome in Health and Respiratory Diseases. *Clin Pulm Med* [En línea]. 2018 [accedido 2020 may 5]; 25(4):131-7. Disponible en: <http://journals.lww.com/00045413-201807000-00003>.
27. George Kerry R, Patra JK, Gouda S, Park Y, Shin H-S, Das G. Benefaction of probiotics for human health: A review. *J Food Drug Anal* [En línea]. Elsevier Ltd; 2018 [accedido 2020 nov 2]; 26(3):927-39. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1021949818300309>.
28. Mishra V, Shah C, Mokashe N, Chavan R, Yadav H, Prajapati J. Probiotics as Potential Antioxidants: A Systematic Review. *J Agric Food Chem* [En línea]. 2015 [accedido 2020 ene 3]; 63(14):3615-26. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf506326t>.
29. Wyk J Van. Kefir: The Champagne of Fermented Beverages. En: Grumezescu AM, Holban AMBT-FB, editores. *Fermented Beverages* [En línea]. Woodhead Publishing; 2019 [accedido 2019 abr 10]; pp. 473-527. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128152713000129>.
30. Kesenka H, Gürsoy O, Özba H. Kefir. En: Frias J, Martínez-Villaluenga C, Peñas EBT-FF in H and DP, editores. *Fermented Foods in Health and Disease Prevention* [En línea]. Boston: Academic Press; 2016 [accedido 2019 abr 6]; pp. 339-61. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128023099000145>.

31. Bozova B, Kok Tas T, Guzel Seydim Z. Effects of Kefir Powder Fortification on Yogurt Qual. *Tarım Bilim Derg* [En línea]. 2018 [accedido 2020 ago 31]; 24(2):238-44. Disponible en: <https://dergipark.org.tr/tr/doi/10.15832/ankutbd.446446>.
32. Chr. Hansen. Kéfir [En línea]. 2017 [accedido 2020 ago 21]. Disponible en: <https://www.chr-hansen.com/es/food-cultures-and-enzymes/fresh-dairy/cards/product-cards/kefir>.
33. García Contreras A, Vásquez Garibay E, Sánchez Ramírez C, Fafutis Morris M, Delgado Rizo V. Lactobacillus reuteri DSM 17938 and Agave Inulin in Children with Cerebral Palsy and Chronic Constipation: A Double-Blind Randomized Placebo Controlled Clinical Trial. *Nutrients* [En línea]. 2020 [accedido 2021 mar 30]; 12(10):2971. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/10/2971>.
34. Jayasimhan S, Yap NY, Roest Y, Rajandram R, Chin KF. Efficacy of microbial cell preparation in improving chronic constipation: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Clin Nutr* [En línea]. Elsevier Ltd; 2013 [accedido 2020 oct 1]; 32(6):928-34. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2013.03.004>.
35. Savaiano DA, Hutkins RW. Yogurt, cultured fermented milk, and health: a systematic review. *Nutr Rev* [En línea]. 2020 [accedido 2020 dic 21]; 0(0):1-16. Disponible en: <https://academic.oup.com/nutritionreviews/advance-article/doi/10.1093/nutrit/nuaa013/5843523>.
36. Guarner F, Perdigon G, Corthier G, Salminen S, Koletzko B, Morelli L. Should yoghurt cultures be considered probiotic? *Br J Nutr* [En línea]. England; 2005 [accedido 2020 dic 24]; 93(6):783-6. Disponible en: [https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0007114505001212/type/journal\\_article](https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0007114505001212/type/journal_article).
37. González Jiménez D, Díaz Martín JJ, Bousoño García C, Jiménez Treviño S. Gastrointestinal disorders in children with cerebral palsy and neurodevelopmental disabilities. *An Pediatr* [En línea]. Elsevier; 2010 [accedido 2019 mar 25]; 73(6):361.e1-361.e6. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1695403310001621>.
38. Jaramillo C, Johnson A, Singh R, Vasylyeva TL. Metabolic disturbances in patients with cerebral palsy and gastrointestinal disorders. *Clin Nutr ESPEN* [En línea]. Elsevier; 2016 [accedido 2019 feb 20]; 11:e67-9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405457715001217?via%3Dihub>.
39. Maisawa S, Sasaki M, Ida S, Uchida K, Kagimoto S, Shimizu T, et al. Characteristics of inflammatory bowel disease with an onset before eight years of age: A multicenter epidemiological survey in Japan. *J Gastroenterol Hepatol* [En línea]. 2013 [accedido 2020 nov 2]; 28(3):499-504. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1111/jgh.12071>.
40. Hamida RS, Shami A, Ali MA, Almohawes ZN, Mohammed AE, Bin-Meferij MM. Kefir: A protective dietary supplementation against viral infection. *Biomed Pharmacother* [En línea]. 2021 [accedido 2021 feb 1]; 133:110974. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0753332220311665>.
41. O'Brien KV, Stewart LK, Forney LA, Aryana KJ, Prinyawiwatkul W, Boeneke CA. The effects of post-exercise consumption of a kefir beverage on performance and recovery during intensive endurance training. *J Dairy Sci* [En línea]. 2015; 98(11):7446-9. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030215005834>.

## ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA KISSPEPTINA SOBRE LA CONDUCTA SEXUAL Y CONDICIONAMIENTO DE PREFERENCIA DE LUGAR (CPL)

José Nahúm Muñoz Tabares  
 Universidad Autónoma de Aguascalientes  
 Avenida Universidad # 940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.  
*al217479@edu.uaa.mx*

Marie Christine Aline Bedos  
 ENES Juriquilla, UNAM  
 Blvd Juriquilla 3001, Campus UNAM-Juriquilla  
 76230 Querétaro, QRO  
*bedos@unam.mx*

Resumen —Las kisspeptinas son péptidos que se producen en múltiples zonas del sistema nervioso central tales como el hipotálamo, la amígdala, el área ventral tegmental, el núcleo accumbens y la sustancia gris periacueductal. Este péptido, primero descubierto como supresor de metástasis y luego como un potente regulador del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas, participa también en otros procesos fuera del hipotálamo, a saber, la integración de señales sensoriales como las olfatorias en roedores y el procesamiento de la información sexual y emocional en humanos al igual que su participación en el procesamiento de la recompensa y motivación de conductas reforzantes.

En el presente proyecto se estudia la posibilidad de que la kisspeptina pueda generar estados afectivos positivos y si la administración de su antagonista es capaz de suprimir esos estados.

Palabras clave — Kisspeptina, conducta sexual , condicionamiento de preferencia de lugar.

Abstract — Kisspeptins are a family of peptides which are produced in multiple areas of the central nervous system such as the hypothalamus, the amygdala, the ventral tegmental area, the accumbens nucleus, and the periaqueductal gray. This peptide, first discovered as a metastasis suppressor and then as a regulator of the axis hypothalamus-hypophysis-gonads, participates in other processes outside the hypothalamus, such as sensitive signal integration like olfactory stimuli in rodents and the processing of sexual and emotional information in humans as well as its role in the processing of reward and motivation of reinforcing behaviors.

In this project It is studied if kisspeptin can induce positive affective states and if the administration of an antagonist can suppress these states.

Keywords — Kisspeptin, sexual behavior, conditioned place preference.

## I. INTRODUCCIÓN

La kisspeptina es una hormona que se produce en varios sitios del sistema nervioso central, principalmente en el núcleo arcuato, en el núcleo anteroventral periventricular, el núcleo accumbens y la amígdala en donde existen grupos de neuronas kisspeptinérgicas las cuales se encargan de regular múltiples procesos fisiológicos entre ellos el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas en el comienzo de la pubertad y en la fertilidad, la memoria y el aprendizaje, los circuitos de recompensa así como la regulación de la conducta sexual.

En este trabajo se busca analizar el efecto de la kisspeptina en la prueba de condicionamiento de preferencia de lugar para evaluar si este péptido es capaz de inducir estados afectivos positivos y si la administración de un antagonista puede bloquear los estados afectivos positivos asociados con la conducta sexual de la rata. Consideramos que el presente proyecto establece una línea de investigación que versa sobre la participación de la kisspeptina como modulador para la reproducción exitosa.

Esto tiene potencial terapéutico ya que no sólo ofrece posibilidades para fines de fertilidad y alteraciones endocrinológicas (hipogonadismo hipogonadotrófico) sino también como modulador en el sistema límbico y las conductas asociadas.

## II. MARCO TEÓRICO

Las conductas sexuales son una serie de comportamientos que permiten o contribuyen a la transmisión del material genético y a la sobrevivencia de las especies sin tener un papel crucial en la sobrevivencia del individuo (Agmo, 1999).

En las ratas hembra se trabaja con 3 elementos conductuales que permiten estudiar los fenómenos de la conducta sexual.

El primero de ellos es la atractividad, la cual se define como la serie de conductas que tienen como finalidad la atracción del macho a distancia y se ve intensificada con la administración de estrógenos y progesterona durante la fase de proestro.

El segundo es la proceptividad, la cual se define como conductas que tienen como finalidad la solicitud. Como ejemplo de este elemento se han identificado el movimiento de orejas, el zigzagueo, brincoteos, acercamientos-retiradas y la emisión de ultrasonidos.

El tercero es la receptividad, la cual se mide con los grados de lordosis que produce la rata hembra cuando hay monta, intromisión o eyaculación por parte del macho. Se considera como una acto reflejo y permite una mejor accesibilidad al canal vaginal lo que facilita la penetración (Hardy 1972, Beach 1976).

La cópula como tal, se puede estudiar en dos fases, siendo la primera llamada motivacional, en donde existe un intercambio de estímulos, exploración y acercamientos-retiradas. Por otro lado, la segunda fase se conoce como consumatoria, en donde existe un contacto físico y la culminación del acto copulatorio (Kentaro et al 2018, Slob y Vander Werff 1998).

Existe un papel fundamental por parte del sistema de recompensa, es decir, las vías dopaminérgicas, pues se ha descrito que todas aquellas conductas que promueven la supervivencia del organismo, son altamente recompensantes, por lo que múltiples áreas del sistema límbico están involucradas (SI y Song 2018).

La kisspeptina fue aislada y descrita por primera vez en 1996, inicialmente como un supresor de metástasis en la línea celular de melanoma. Sin embargo, posteriores investigaciones encontraron un papel fundamental de la kisspeptina en múltiples sistemas, siendo el más claro ejemplo su papel como iniciador de la pubertad, al estar involucrado en el eje hipotálamo-hipófisis de GnRH. A su vez, está involucrada en la motivación sexual y la fertilidad (Pineda 2010, Izzi-Engbeaya, 2018).

Actualmente se tiene aislado el gen que codifica para la kisspeptina, conocido como KISS-1, así como su re-

ceptor en el 2000, nombrado KISS-1R o GPR-54. Se conoce que una activación de dichos receptores da como resultado el desarrollo temprano de caracteres sexuales, y una falta o desactivación de la kisspeptina tiene como consecuencia hipogonadismo hipogonadotrópico (Trevisan et al 2018).

Se sabe a su vez, que los receptores de la kisspeptina se encuentran localizados en regiones del hipotálamo, así como regiones involucradas en el sistema de recompensa. (Muir et al 2001, Lehman et al 2013). Es por esto que se sugiere que la kisspeptina puede desempeñar un papel funcional en la mediación de las conductas apetitivas, incluida la conducta sexual, razón por la que se está llevando a cabo este proyecto.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

- Ratas hembra cepa Wistar de 250-300 gramos.
- Machos sexualmente entrenados.
- Cajas de cópula regulada
- Cajas de condicionamiento de preferencia de lugar
- Estradiol (Sigma, USA)
- Progesterona (Sigma, USA)
- Kisspeptina (Sigma, USA)
- Antagonista del receptor GPR-54 de kisspeptina (P-234 penetratin) (Phoenix Pharmaceuticals, USA)

Se utilizaron ratas hembra de 250-300 gramos de la cepa Wistar, alimentadas ad libitum con ciclo de luz invertido de 12 horas. De igual manera es necesario contar con machos con experiencia sexual (capaces de lograr una eyaculación en un periodo < 30 minutos).

Una vez alcanzada la madurez las ratas hembras se someten a una ovariectomía (OVX) para poder controlar de manera experimental la receptividad de éstas mediante la administración subcutánea de estradiol y progesterona. Para la anestesia se utiliza ketamina a una relación de 70/30% con xilacina a dosis de 1 ml/kg de peso del animal. Los animales OVX se mantienen en cajas separadas por un periodo de 2 semanas para la recuperación del procedimiento quirúrgico.

Cabe resaltar que es necesario que las ratas se sometan a manipulación para que al momento de realizar las pruebas se encuentren más habituadas a los estímulos táctiles.

Para las pruebas de cópula regulada se administra con 48 horas de anticipación estradiol y 4 horas antes de la progesterona, con el fin de inducir la receptividad de la hembra hacia el macho.

Las ratas son separadas en diferentes grupos. El grupo control recibe inyecciones de solución salina. Un grupo regula la cópula, mientras que otro grupo regula la cópula y es inyectado vía i.p. con un inhibidor de la kisspeptina (P-234 penetratin) para evaluar si la kisspeptina está involucrada en el estado afectivo positivo provocado por la cópula. Dicho efecto es medido a través del CPL, método utilizado en la literatura para evaluar el desarrollo de un estado afectivo positivo.

Para el CPL se realiza una preprueba, para la cual se utiliza una caja con tres compartimentos: en el centro se tiene una zona neutra, y a los laterales, comunicando con puertas existen dos compartimentos, uno lleva a la caja negra, la cual tiene ácido acético al 2%, piso liso, mientras que el otro compartimento lleva a la caja blanca, sin olor, y con piso rugoso. Se contabiliza durante 10 minutos el tiempo que pasa la rata en cada una de los compartimentos. En aquel en el que pase más tiempo se considera la caja preferida (sin reforzar), mientras que la otra se denomina no preferida (a reforzar).

Al día siguiente se coloca durante 30 minutos a la rata en la caja preferida durante la sesión no reforzante, donde se administra solución salina intraperitoneal. Al día siguiente se coloca a la rata durante 30 minutos en la caja

no preferida durante la sesión reforzante, habiendo administrado el estímulo. Dicho procedimiento se repite en dos ocasiones más, a continuación se realiza la prueba, que consiste en la medición del tiempo pasado en cada compartimento durante 10 minutos, al igual que se realizó en la preprueba.

El análisis de resultados se llevó a cabo en el software de Prism.

#### IV. RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados de cópula regulada que se realizaron en 8 ratas, donde para cada evento se especifica la intensidad de lordosis (en una escala de 0 a 2) de cada rata.

Tabla 1. Rata 1-4

##### RATA 1: CR

Latencia de monta	Número de montas	Latencia de intromisión	Número de intromisiones	Latencia de eyaculación
4:37-4:56 6:45-6:51 8:50-8:59 9:18-9:21 11:05-11:07	1,2,2,2,2,2,2,1 2,2,2,2,2	0:45 3:42	2,1,2,2,2,2,2,2,2 2,2,2,2,2,2	21:58

##### RATA 2: CR + P234

Latencia de monta	Número de montas	Latencia de intromisión	Número de intromisiones	Latencia de eyaculación
9:34	2,2,2	9:34 15:15-15:19 14:07-14:12 15:30-15:36 20:04-20:25	2,2,2,2,2,2,2,2 2,2,1,1,2,2,2,2	

##### RATA 3: CR + P234

Latencia de monta	Número de montas	Latencia de intromisión	Número de intromisiones	Latencia de eyaculación
20:56	0,1			

RATA 4 : CONTROL (Sin CR)



Tabla 2. Rata 5-8

## RATA 5: CR + P234

Latencia de monta	Número de montas	Latencia de intromisión	Número de intromisiones	Latencia de eyaculación
	2	3:41 6:39-6:42 9:27-9:31 29:50-29:55	2,2,2,2,2,2	

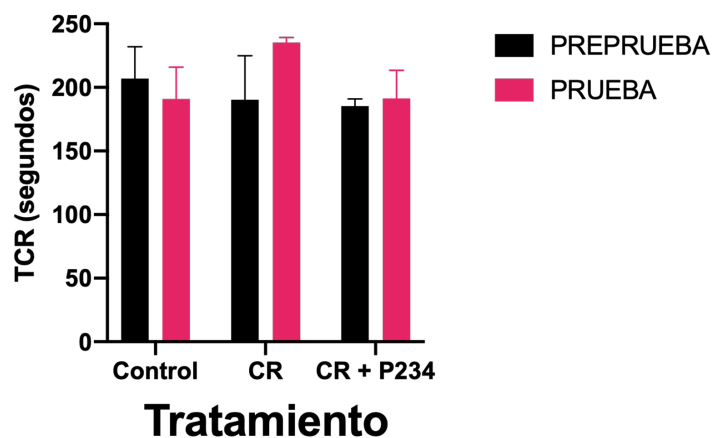
## RATA 6: CR

Latencia de monta	Número de montas	Latencia de intromisión	Número de intromisiones	Latencia de eyaculación
		3:23 4:20-4:29 10:50-10:55 25:10-25:16	2,2,2,2,2,2,2	

## RATA 7: CR

Latencia de monta	Número de montas	Latencia de intromisión	Número de intromisiones	Latencia de eyaculación
1:03	2,2,1,1	2:03-2:25 3:06-3:09 5:10-5:14 6:05-6:08 8:45-9:06	2,2,2,2,2,2,2,1 2,2,2,2	16:53 27:15

RATA 8: CONTROL (Sin CR)

Fig 1. Tiempo de caja reforzada en los distintos grupos de trabajo.  
CPP P234 OVX 1 Datos (sin kiss extra)

De izquierda a derecha, control, cópula regulada (CR), cópula regulada + antagonista de receptor de Kisspeptina (CR+P234)

## V. DISCUSIÓN

En las tablas mostradas en la parte superior se observan diferencias importantes en la conducta sexual de las ratas hembras.

En el primer grupo (ratas 1-4) las ratas 1 y 2 se mostraron bastante receptivas hacia el macho, esto dado el número de montas, intromisiones y eyaculaciones mientras que la rata 3 mostró únicamente una monta y ninguna intromisión, lo que hace pensar que la administración del antagonista bloquea a su receptor en zonas del sistema nervioso encargadas de la conducta sexual y pese a que hubo administración de estradiol y progesterona, la rata es incapaz de responder de manera adecuada en presencia del macho a diferencia de las dos primeras ratas en las que sí hubo una respuesta mucho más favorable.

En el segundo grupo las ratas 5 y 7 mostraron mejor receptividad que la rata 6. Incluso en la rata 7 se mostraron 2 eyaculaciones en la ventana de tiempo de 30 minutos. En el segundo grupo no se encontraron diferencias tan marcadas con respecto al primero ya que fue más homogéneo pero llama la atención que dos ratas macho fueron incapaces de eyacular. Un factor importante a considerar es la edad del macho, si se dio el caso de que se trabajara con machos más maduros de lo ideal es probable que sea más difícil lograr la eyaculación y terminan requiriendo más tiempo que la ventana de 30 minutos ofrece además de un posible efecto sobre del antagonista ya que al ser un estudio de doble ciego, se desconoce la rata tratada con el fármaco.

La figura 1 presenta los tiempos de caja reforzada en los 3 grupos experimentales. Hasta el momento de captura de estos datos, la n no es suficiente para realizar un análisis estadístico, sin embargo, se espera encontrar un aumento en el tiempo en la caja reforzada en el grupo de cópula regulada, situación que se comienza a poner en manifiesto con estos datos preliminares, mientras que en el grupo con antagonista, dicho efecto se ve bloqueado. Una vez que se tenga una población mayor para realizar los análisis estadísticos necesarios, se espera observar dichas diferencias significativas.

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La kisspeptina ha mostrado tener un papel fundamental en el desarrollo sexual, así como en muchas otras áreas, razón por la que se hizo este trabajo con la intención de dilucidar su papel en el desarrollo de estados afectivos positivos a través de la conducta sexual. Los resultados preliminares del presente proyecto no permiten concluir aún sobre el papel de este neuropéptido en los estados afectivos positivos asociados con la cópula regulada pero ya se demostró que la kisspeptina es capaz de inducir un estado afectivo positivo.

## VIII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Quisiera agradecer al personal del laboratorio D-11 del Instituto de Neurobiología por su recibimiento y atenciones durante esta estancia de verano, en especial a la Dra Marie Bedos, así como los estudiantes de maestría Edgar Hernandez y Angel Rivera.

## REFERENCIAS

- Ågmo, A. (1999). Sexual motivation—an inquiry into events determining the occurrence of sexual behavior. *Behavioural Brain Research*, 105(1), 129–150. [https://doi.org/10.1016/S0166-4328\(99\)00088-1](https://doi.org/10.1016/S0166-4328(99)00088-1)
- Beach, F. A. (1976). Sexual attractivity, proceptivity, and receptivity in female mammals. *Hormones and behavior*, 7(1), 105-138.
- Hardy, D. F., & DeBold, J. F. (1972). Effects of coital stimulation upon behavior of the female rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 78(3), 400.
- Izzi-Engbeaya, C., Comninos, A. N., Clarke, S. A., Jomard, A., Yang, L., Jones, S., ... & Dhillon, W. S. (2018).

The effects of kisspeptin on  $\beta$ -cell function, serum metabolites and appetite in humans. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 20(12), 2800-2810.

Lehman, M. N., Hileman, S. M., & Goodman, R. L. (2013). Neuroanatomy of the kisspeptin signaling system in mammals: comparative and developmental aspects. *Kisspeptin signaling in reproductive biology*, 27-62.

Muir, A. I., Chamberlain, L., Elshourbagy, N. A., Michalovich, D., Moore, D. J., Calamari, A., ... & Harrison, D. C. (2001). AXOR12, a novel human G protein-coupled receptor, activated by the peptide KiSS-1. *Journal of Biological Chemistry*, 276(31), 28969-28975.

Pineda, R., Aguilar, E., Pinilla, L., & Tena-Sempere, M. (2010). Physiological roles of the kisspeptin/GPR54 system in the neuroendocrine control of reproduction. *Progress in brain research*, 181, 55-77.

Trevisan, C. M., Montagna, E., de Oliveira, R., Christofolini, D. M., Barbosa, C. P., Crandall, K. A., & Bianco, B. (2018). Kisspeptin/GPR54 system: what do we know about its role in human reproduction?. *Cellular Physiology and Biochemistry*, 49(4), 1259-1276.

## ALTERACIONES CARDÍACAS EN MODELO DE RATÓN POR CEPAS DE *TRYPANOSOMA CRUZI* OBTENIDA DE SUS VECTORES NATURALES.

Jacqueline López Silva  
Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Avenida Universidad # 940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.  
*jacqueline.lopezs@hotmail.com*

Dra. Ma. Elena Villagrán Herrera  
Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Querétaro.  
Clavel No. 200. Col. Prados de la Capilla. C.P. 76170.  
Santiago de Querétaro. Querétaro.  
*mevh@uaq.mx*

Resumen — La enfermedad de Chagas desarrolla alteraciones de manera crónica producidas por el parásito hemoflagelado llamado *Trypanosoma cruzi* y tiene gran importancia epidemiológica en América Latina, es un padecimiento desatendido y silencioso, el cual tiene limitaciones para su diagnóstico y tratamiento, generalmente no se observan las alteraciones de la fase crónica de inmediato en tejidos humanos y por lo tanto en este trabajo se busca observar la historia natural de la enfermedad, signos, manifestaciones y sobre todo las alteraciones histológicas en el modelo murino siendo este un modelo apto para reproducir y observar con detalle la infección, determinar niveles de parasitemia con el transcurso del tiempo, cuantificar anticuerpos anti-*Trypanosoma cruzi* producidos y analizar las lesiones histopatológicas con énfasis en el músculo cardíaco.

Palabras clave — Enfermedad de Chagas, histopatología cardíaca, modelo murino.

Abstract — Chagas disease develops chronically alterations produced by the hemoflagellate parasite called *Trypanosoma cruzi*, this condition is epidemiologically important in Latin America, it is a disregarded and silent disease, which has limitations for diagnosis and treatment, its chronic installation in human tissues and organs, is not generally observed and therefore, the objective of this work is to observe the natural history of the disease, signs and clinical manifestations, and especially the histological alterations in the murine model, being this specimen a fit to reproduce and observe the infection, determining levels of parasitaemia, quantifying the anti-*Trypanosoma cruzi* antibodies produced and analyzing the histopathological lesions with emphasis in this research on cardiac muscle.

Keywords — Chagas disease, cardiac histopathology, murine model

## I. INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Chagas o tripanosomiasis americana es una infección parasitaria crónica causada por el agente *Trypanosoma cruzi*; su principal transmisión es dada de manera vectorial; insectos hematófagos de la familia Reduviidae, de los géneros *Rhodnius*, *Triatoma* y *Pastrongylus*. [1,2]

Una vez que ocurre la transmisión ya sea vectorial, transfusional, congénita, o en menor medida por trasplante de órganos, transmisión oral o accidentes de laboratorio, se genera una diseminación del parásito y lesiones histológicas en diversos tejidos como lo es el músculo cardíaco, intestino y sistema nervioso, además de formación de infiltrados inflamatorios compuestos principalmente por células CD8+; y nidos (pseudoquistes) llenos de parásitos en forma de amastigotes, lo anterior es representado clínica y principalmente con manifestaciones de cardiomiopatía, megavisceras o ambos. [1,2,3]

La enfermedad de Chagas tiene gran importancia epidemiológica sobre todo en América Latina y a pesar de esto es una enfermedad desatendida, que tiene dificultades y limitaciones para su diagnóstico y tratamiento etiológico[4], el observar las lesiones histológicas que causa el parásito en el humano no es lo común, por lo tanto, el modelo murino es un modelo adecuado para reproducir y observar el daño a órgano; tanto por la sensibilidad a la infección como por la forma de reproducción de esta ya que es semejante a la ocurrida en humano.

El objetivo general fue determinar el nivel de parasitemia y presencia de alteraciones histopatológicas en ratones infectados con *Trypanosoma cruzi* obtenidos de su vector natural.

Se espera observar los niveles de parasitemia, cuantificar los anticuerpos anti *trypanosoma cruzi* en suero, e identificar las alteraciones histopatológicas producidas en músculo esquelético, intestino, cerebro y en especial músculo cardíaco del ratón producidas por la inoculación de las cepas provenientes de triatomas de distinta localización geográfica.

## II. MARCO TEÓRICO

*T. cruzi* presenta un pleomorfismo natural, al cual se ha atribuido a la diferencia de severidad con que se presenta la enfermedad en el hospedero humano y otros mamíferos. [5] Las poblaciones que circulan han sido clasificadas en dos linajes, TCI y TCII, y éste último en cinco subgrupos. Las poblaciones y subpoblaciones de *T. cruzi* que circulan en diferentes fuentes incluyendo a humanos, presentan variaciones en la morfología, letalidad, virulencia e incluso en la tasa de infectividad. [6] Dependiendo de la cepa y el linaje el tropismo también varía.

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Diseño de estudio

Experimental de tipo longitudinal

### B. Muestra biológica

Se emplearon 20 ratones macho de la cepa CD-1, de 4 semanas de nacidos mediante un procedimiento no probabilístico. Los ejemplares se adquirieron del Instituto de neurobiología UNAM, ubicado en Juriquilla y serán conservados en el animalario de la facultad de Medicina. Se consideraron los siguientes criterios:

- Criterios de inclusión: ratones CD-1 de 4 semanas de nacido.
- Criterios de exclusión: ratones mayores de 5 semanas de nacidas, ratones que no sean de la cepa utilizada.
- Criterios de eliminación: No aplica

Estos se agruparon en dos, el grupo uno al cual se le inoculó cepas de *T. cruzi* provenientes de medios de cultivo y el grupo 2 donde el inóculo fue obtenido de los vectores naturales. Para la obtención de los parásitos se emplearon triatomas capturados en su hábitat natural, ambiente peri e intra-domiciliario, originarios de diferentes zonas geográficas; *Triatoma mexicana* de San Pablo Toliman, Querétaro y *Triatoma longipennis* de la comunidad

de Jala Nayarit y Talpa Jalisco. Se obtuvo el parásito por medio de la obtención de heces del vector, esto se realizó mediante dos técnicas una de ellas fue el ejercer presión de manera gentil en el abdomen del triatoma y por ende se expulsaba el contenido por la ampolla rectal, el segundo método utilizado se realizó con la colocación del triatoma en un tubo de ensayo manteniéndolo un tiempo no específico dentro del tubo y se esperó por consecuencia los depósitos de heces en este. Una vez recolectados se colocó la muestra de heces y se le agregó solución salina, se observó al microscopio y se cuantificó por medio de la cámara de Neubauer, y al ser la cuenta de más de 10,000 parásitos por centímetro cúbico se procedía a la inoculación.

Para la prueba piloto se utilizaron tres cepas de *T.cruzi* mencionadas en la tabla 1; las cepas fueron mantenidas en medios de cultivo específicos.

#### C. Proceso por inoculación

Se realizó la inoculación por vía intraperitoneal con jeringa de insulina en el volumen antes mencionado ( $3 \times 10^3$  en el parásito obtenido por medio del vector y  $3 \times 10^6$  en las cepas de *T.cruzi* cultivadas). Los ratones control fueron inoculados con el mismo método con solución salina.

#### D. Registro y observación posterior a la inoculación

Se realizó un registro observacional diario de variables anatómicas (ojos, nariz, mejillas, orejas, bigotes, erizamiento de pelo, patas) para esto se consideraron 3 categorías de cambios en tono, color, grosor, caída, arrastre donde se obtuvo una puntuación de 0 o ausencia, 1 cambios leves y 2 cambios severos. Un cambio al que se le prestó una atención especial por ser un signo de mal pronóstico o mortalidad era la dificultad al caminar del ratón; al tener una gran debilidad en las patas traseras el roedor se desplazaba por arrastre.

#### E. Medición de los niveles de parasitemia

*Tabla 1. Cepas de T.cruzi mantenidas en medios de cultivo específicos utilizadas para prueba comparativa piloto*

Cepa	Origen	Volumen de inoculación
Tc SN3	Aislada de un paciente infectado de Colombia	$3 \times 10^6$
Tc H4	Aislada de un paciente infectado de Yucatán	$3 \times 10^6$
Tc Tulahuen	Aislada de un paciente infectado de Brasil	$3 \times 10^6$

A partir del día 5 se inició la medición de los niveles de parasitemia; el procedimiento fue a partir de un pequeño corte en la cola del ratón, la gota de sangre se observó en fresco al microscopio óptico, por cámara de Neubauer observando 100 campos de lectura y promediando las formas parasitarias observadas. Este proceso se repitió cada 5 días en cada uno de los ratones hasta cumplir los 90 días o hasta la muerte del ratón. La parasitemia se reportó únicamente como positiva o negativa.

#### F. Análisis histopatológico y toma de muestra para estudio inmunológico

Se realizó el sacrificio del ratón a los 90 días posteriores a la inoculación y dependiendo también de la positividad y nivel de parasitemia. Algunos fueron sacrificados antes del tiempo indicado debido a signos de severidad observados. Se puncionó a nivel cardíaco para obtener una muestra sanguínea adecuada; se realizó la búsqueda de anticuerpos anti-tripanosoma cruzi por medio de los inmunoensayos ELISA y Western Blot, con enzima SO-DFe (superóxido dismutasa de hierro) y HAI (hemaglutinación indirecta). Se diseccionó, se obtuvo y colocó en recipientes con formalina el corazón, músculo esquelético, cerebro e intestino grueso del ratón, para su posterior análisis histológico. Se obtuvieron cortes de 10 micrómetros y se tiñeron con técnica de hematoxilina/eosina, estas se observaron al microscopio óptico a 40 y 100x.



#### IV. RESULTADOS

Los resultados de la prueba piloto mostraron negatividad en el nivel de parasitemia en los ratones de las tres cepas, de igual manera sucedió en las manifestaciones anatómicas o signos clínicos ya que ninguna fue identificable en los 90 días de análisis. Al realizar el sacrificio y análisis histológicos se encontraron alteraciones en intestino, musculo esquelético y cardiaco de diversa intensidad y no estuvieron presentes en las tres cepas; en ELISA SODfe y Western Blot SODfe se obtuvo positividad en la cepa SN3 (colombiana) y Talahuen (Brasil), los resultados se analizan más a detalle en la tabla 2.

En la inoculación de *T. cruzi* obtenido de triatoma mexicana de San Pablo Toliman del estado de Querétaro no se encontró positividad en los niveles de parasitemia en los 90 días analizados, tampoco se evidenció ningún código de expresión facial ni corporal en el ratón. De manera similar ocurrió con la inoculación de *T. cruzi* obtenido del triatoma longipenis de Nayarit el cual no mostró ningún signo clínico pero a diferencia del mencionado anteriormente este tuvo parasitemia positiva a partir del día 25 posterior a la inoculación y más alteraciones histológicas. Por último se observó un gran cambio clínico en los ratones inoculados con *T. cruzi* proveniente del triatoma de Jalisco, la parasitemia se detectó el día 15 post-inoculación y a partir de este día se pudieron observar cambios anatomomorfologicos, incluso cambios severos a partir del día 25. Los resultados se exponen de manera extensa y comparativa en la tabla 3; además se señala la positividad encontrada en las tres pruebas inmunológicas, donde las muestras sanguíneas analizadas de las tres zonas geográficas resultaron positivas. Se observaron en los diferentes tejidos daño histológico, presencia de nidos de amastigotes; pseudoquistes (figura 1).

Tabla 2. Resultados prueba comparativa utilizando tres cepas de *T. cruzi*, mantenidas en medios de cultivo específicos.

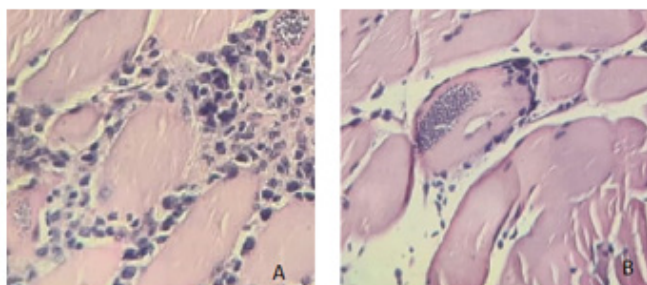
Cepa	<i>T. cruzi</i> SN3 (Colombia)	<i>T. cruzi</i> H4 (Yucatán)	<i>T. cruzi</i> Tulahuen (Brasil)
Vol. De inoculación	0.1 ml (3x10 <sup>6</sup> )	0.1 ml (3x10 <sup>6</sup> )	0.1 ml (3x10 <sup>6</sup> )
Parasitemia	Negativa durante los 90 días	Negativa durante los 90 días	Negativa durante los 90 días
ELISA SODfe	Positivo	Negativo	Positivo
Western Blot SODfe	Positivo	Negativo	Positivo
Corazón	Negativo	Negativo	Positivo (+)
Cerebro	Negativo	Negativo	Negativo
Musculo esquelético	Positivo (+)	Negativo	Positivo (+++)
Intestino	Positivo	Positivo	Positivo

Tabla 3. Resultados obtenidos después de la inoculación de *T. cruzi*, obtenidos de triatoma de tres regiones geográficas distintas.

Área geográfica	<i>T. cruzi</i> obtenido de triatoma mexicana, San Pablo Tolimán Qro.	<i>T. cruzi</i> obtenido de triatoma longipenis, Jala Nayarit.	<i>T. cruzi</i> obtenido de triatoma longipenis, Talpa de Allende Jalisco.
Vol. De inoculación	3x10 <sup>3</sup>	3x10 <sup>3</sup>	3x10 <sup>3</sup>
Parasitemia	Negativa	Inicio al día 25	Inicio al día 15
Manifestaciones anatómicas morfológicas	No presentó	No presentó	Inicio día 15, manifestaciones severas a partir del día 20.

ELISA SODfe	*	Positivo	Positivo
Western Blot SODfe	*	Positivo	Positivo
HAI	*	Positivo	Positivo
Corazón	Negativo	Positivo	Positivo
Cerebro	Negativo	Positivo	Positivo
Musculo esquelético	Negativo	Positivo(++)	Positivo (+++)
Intestino	Positivo	Positivo	Positivo

Figura 1. Resultados histología cardíaca con presencia de pseudoquistes de *T. cruzi* obtenido de *triatoma longipenis*, Jala Nayarit. y *T. cruzi* obtenido de *triatoma longipenis*, Talpa de Allende Jalisco A y B respectivamente.



Se encontraron variaciones claras respecto a la virulencia y severidad del parásito según la zona geográfica y vector; los ratones que fueron inoculados con *T. cruzi* obtenido del *Triatoma longipenis* de Jalisco tuvieron manifestaciones clínicas de mayor intensidad que los estudiados de las restantes zonas geográficas.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La parasitemia se observó antes del día 25 en dos de los grupos inoculados y la severidad en las alteraciones histológicas en órgano se correlacionó con la parasitemia observada. Diversos factores intervienen en la relación parásito-hospedador; entre ellos es importante señalar: la “cepa” del parásito, tamaño del inóculo, raza, edad, sexo, condición nutricional e inmunológica del hospedero, [7] en este caso se señala nuevamente la importancia y la relación de la zona geográfica donde fue capturado el triatoma lo anterior se atribuye a la especie de triatoma y/o cepa de *T. cruzi*.

La prueba piloto o comparativa dio como hallazgo la presencia de estudios inmunológicos positivos, al igual que todas las inoculaciones procedentes del vector natural; a diferencia de este último las alteraciones en órgano no fueron de gran severidad o incluso no se presentó afección; por lo tanto, se sugiere continuar con las investigaciones sobre vacunación para llegar a no presentar manifestaciones clínicas considerables como las observadas. [8].

## VI. RECONOCIMIENTOS

Agradezco a la Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes y a la Universidad Autónoma de Querétaro por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano. Además de agradecer a todos los participantes y contribuyentes en este proyecto.

## REFERENCIAS

[1] Rassi A, Marin-Neto JA, “Chagas disease” *Lancet*, vol.375(9723), pp.1388–402, abril 2010. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)60061-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(10)60061-X)

- [2] Campos A, Rubio M, Martínez T, Hernández L, Martínez S, Manning R, “Enfermedad de Chagas: vectores” vol. 68, pp. 30-33, enero 2017.
- [3] Hoff R, Teixeira RS, Carvalho JS. Trypanosoma cruzi in the cerebrospinal fluid during the acute stage of Chagas disease. The New England Journal of Medicine, vol.298: pp 604-606,1978.
- [4] Organización Panamericana de la Salud OPS; 2018. Guía para el diagnóstico y el tratamiento de la enfermedad de Chagas. Washington, D.C. [Online]. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/49653>
- [5] Guzmán-Marín E, Zavala-Castro J, Rosado-Barrera M, Acosta-Viana K, “Importancia de la caracterización de cepas de Trypanosoma cruzi”. Rev Biomed.vol. 10, No.3, pp 177-184, julio-septiembre 1999.
- [6] “Características biológicas de una cepa de Trypanosoma cruzi en un modelo murino y análisis de supervivencia” Rev Peru Med Exp Salud Publica; vol. 26(2), pp187-92, junio 2009.
- [7] W Apt Baruch, “Parasitología humana”. 1ra. Ed. México: McGraw-Hill, 2013.
- [8] Hegazy-Hassan W, Zepeda-Escobar JA, Ochoa-García L, Contreras-Ortíz JME, Tenorio-Borroto E, Barbosa-Pliego A, et al.”TcVac1 vaccine delivery by intradermal electroporation enhances vaccine induced immune protection against Trypanosoma cruzi infection in mice.” Vaccine, vol.37(2), pp 248–57, enero 2019.

## NIVELES DE ÁCIDO SIÁLICO EN SALIVA Y SU CORRELACIÓN CON RESULTADO DE CITOLOGÍA CERVICAL

Edgar Eduardo González Medina  
 Universidad Autónoma de Aguascalientes  
 Centro de Ciencias de la Salud  
 Avenida Universidad # 940, C.U.  
 C.P. 20131, Aguascalientes, Ags.  
*edgar.glezmed@gmail.com*

José de Jesús Zermeño Nava  
 Universidad Autónoma de San Luis Potosí  
 Facultad de Medicina  
 Álvaro Obregón #64, Col. Centro,  
 C.P. 78000, San Luis Potosí, S.L.P.  
*drzermenonava@gmail.com*

Resumen — En este trabajo se presenta la correlación que existe entre los resultados obtenidos en citologías cervicales con los niveles de ácido siálico presentes en saliva, cuantificado mediante la espectroscopia Raman utilizando nanopartículas de citrato plata como sustrato de superficie, comparándola con una curva de calibración de AS estándar. Dichas citologías se obtuvieron mediante toma de muestra por raspado cervical en pacientes sin diagnóstico previo, junto con una muestra de saliva. La correlación encontrada al análisis entre los dos factores, puede llegar a convertirse en un elemento clave para el diagnóstico y pronóstico de patologías cervicales. Los resultados obtenidos mostraron que no existe correlación alguna entre las variables estudiadas, necesitando futuros estudios más concluyentes y confiables que sustenten lo propuesto.

Palabras clave — Citología cervical, cáncer cervicouterino, ácido siálico, espectroscopia Raman.

Abstract — This work presents the correlation between the results obtained in cervical cytologies and the levels of sialic acid present in saliva, quantified by Raman spectroscopy using silver citrate nanoparticles as surface substrate, compared with a standard AS calibration curve. These cytologies were obtained by cervical scraping in patients without previous diagnosis, together with a saliva sample. The correlation found in the analysis between the two factors may become a key element for the diagnosis and prognosis of cervical pathologies. The results obtained showed that there is no correlation between the variables studied, requiring future more conclusive and reliable studies to support the proposal.

Keywords — Cervical cytology, cervical cancer, sialic acid, Raman spectroscopy.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, según la OMS, el cáncer de cuello de útero representa el cuarto cáncer más frecuente en mujeres. En 2018, se calcula que se diagnosticó a 570,000 mujeres en todo el mundo y 311,000 por esta enfermedad, en promedio 265,000 muertes por año. En América Latina, representa la segunda neoplasia más común en mujeres, con 68,818 casos anuales. Datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), simboliza la segunda causa de muerte por cáncer en la mujer en México, además de que anualmente se estima una ocurrencia de 13,960 casos en mujeres, con incidencia de 23.3 casos por 100,000 mujeres, siendo la segunda causa de muerte causada por tumor maligno en mujeres mayores de 15 años. Cerca de 4000 mujeres en México fallecen por esta causa por año, la mayoría no se realizó nunca una detección [1,2].

La falta de programas efectivos de detección y tratamiento es razón de altos índices de cáncer cervical en países en desarrollo. Evaluación del diagnóstico situacional del Programa de Prevención y Control del Cáncer Cervical en México, usando la base de datos del SICAM, revela que existe baja prevalencia de detección con PAP y altos falsos negativos en diagnósticos citológicos. Con lo anterior, es necesario aumentar los métodos diagnósticos eficaces y sensibles para cáncer cervical. La saliva se ha propuesto como medio alternativo al plasma en monitorización de biomarcadores útiles en diagnóstico de enfermedades, por su simplicidad y manera no invasiva de recolección, correlación positiva de sustancias presentes en suero y saliva, son algunas ventajas que ofrece este fluido como diagnóstico para cáncer cervicouterino (CaCu) [3,4].

El AS, que se puede encontrar en la saliva, ha sido propuesto como marcador de respuesta inflamatoria en varios desórdenes sistémicos, se ha detectado que sus concentraciones aumentan en presencia de células metastásicas en comparación con las no metastásicas y se correlaciona con carga tumoral. Varios informes han descrito la normalización de niveles de AS después del tratamiento exitoso del cáncer y elevación con reincidencia, sugiriendo que podrían usarse en seguimiento de respuesta al tratamiento. Algunos hallazgos sugieren que niveles de AS podrían estar elevados en pacientes con cáncer antes de aparición de síntomas. Se han observado mayores niveles de AS en algunas patologías como carcinoma de ovario, de laringe, tumores cerebrales, leucemia, cáncer de pulmón, boca, endometrio, tiroides, estómago, mama, colorrectal, vesícula biliar, melanoma, de Hodgkin, sarcoma, e incluido el cáncer cervicouterino [4].

Uno de los objetivos principales de este estudio es correlacionar los niveles detectados de AS en saliva de pacientes mediante la espectroscopia de Ramán, usando suspensión coloidal de cit-Ag-NP con los resultados observados de las citologías de las mismas.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Displasia Cervical

Afección precancerosa con crecimiento celular anormal en revestimiento de superficie del cuello uterino, entre epitelio cervical normal y carcinoma in situ [5].

### B. Citología y Clasificación

La citología es fundamental en el diagnóstico del cáncer cervical y sus lesiones precursoras. Se han usado varios reportes citológicos, desde el sistema de clase de Papanicolaou hasta el sistema NIC y sistema de Bethesda, (más usado actualmente) [5].

Se introdujo el término de neoplasia intraepitelial cervical (NIC) para denotar múltiples posibilidades de atipia celular confinada al epitelio, dividiéndose en grados 1, 2 y 3 (Sistema NIC). NIC 1 correspondía a displasia leve, NIC 2 a displasia moderada y NIC 3 a displasia grave y Carcinoma in Situ. Se reconocieron más alteraciones anatomopatológicas como la atipia coilocítica asociada a infección por VPH, desarrollando un sistema histológico simplificado en 2 grados: NIC de bajo grado, comprendía atipia coilocítica y lesiones NIC 1, y NIC de alto

grado, comprendía NIC 2 y NIC 3. Después se propuso un nuevo sistema, Sistema Bethesda, caracterizado por creación del término “lesión intraepitelial escamosa” (LIE), con 2 grados: lesiones de bajo grado que combina cambios condilomatosos planos y NIC 1, y lesiones de alto grado que abarca NIC 2 y NIC 3. Posteriormente, incluyen lesiones glandulares del cuello uterino, células glandulares atípicas de significado indeterminado y lesiones intraepiteliales glandulares [6,7].

1) Displasia de bajo grado (L-LIE): Cambios ocurren en células maduras (superficiales). A la citología, se observan células grandes con citoplasma abundante, núcleo aumentado de tamaño, relación núcleo/citoplasma intacto, hiper cromasia variable, formas nucleares anormales, binucleación, membrana nuclear irregular etc. Riesgo de progresión a carcinoma de cérvix bajo y la mayoría remiten espontáneamente [7].

2) Displasia de alto grado (H-LIE): Cambios en células menos maduras. Pueden estar solas o en grupos, en citología presentan hiper cromasia, relación núcleo/citoplasma aumentada, membrana nuclear irregular con indentaciones, citoplasma inmaduro o denso metaplástico, queratinización prominente. NIC2 tienen similar riesgo de remitir como de progresar a cáncer de cérvix. NIC3 se consideran de elevado riesgo de progresión y se consideran la lesión precursora necesaria para el desarrollo del cáncer de cérvix [7].

#### D. Diagnóstico

La citología, convencional o en base líquida es la más común en detección del CaCu. Pruebas de VPH son sensibles para diagnóstico de NIC 2/3 y cáncer uterino pero poca especificidad. La colposcopia identifica lesiones precancerosas y cancerosas en pruebas de detección anormales o lesiones sospechosas vistas de manera directa [5].

#### E. Ácido Siálico

Componente en mucinas salivales, presente en fluidos corporales y tejidos; cantidades más altas en saliva. La saliva es el primer fluido de defensa y un biomarcador salival importante es el AS, marcador inflamatorio sistémico. La relevancia del AS para la célula tumoral es por la mayor actividad de sialilación y sialil-transferasa observada en muchas células cancerosas. La glicosilación aberrante encontrada en membranas cancerosas se debe a la activación de nuevas glicosiltransferasas características de células tumorales y ausentes o presentes en pequeñas cantidades en las células normales [6].

#### F. Cuantificación de AS mediante Espectroscopia de Raman

La cuantificación de AS con la Dispersión Raman Amplificada por Superficie (SERS) es una tecnología novedosa que requiere menos reactivos y podría ser útil para el diagnóstico clínico, es sensible, rápida y barata, equipo portátil y resultados obtenidos en tiempo real. Es una técnica espectroscópica Raman que ha demostrado aumento de la dispersión inelástica de la radiación saliente en los factores de amplificación de moléculas absorbidas sobre metales, con gran potencial en detección sensible de señales Raman débiles. Uno de los coloides de plata más usados, son las nanopartículas de citrato de plata (Cit-Ag-NP), eficaces en detección SERS, no sólo de analitos con carga positiva, también de moléculas con carga negativa, como el AS [4,6].

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo estudio transversal y analítico, mediante muestreo por conveniencia, se tomó muestras a 43 mujeres en edad reproductiva sin diagnóstico previo cervical cuando asistieron a su revisión médica citológica en consultorios ginecológicos privados y centro de salud público, buscando evitar sesgos de selección. Se excluyeron mujeres con diagnóstico previa patología cervical. Previo a la toma de muestra, se pidió firmar consentimiento informado y se aplicó un cuestionario recabando datos antropométricos y antecedentes personales no patológicos y patológicos.

Se recolectó una muestra de raspado citológico de las pacientes mediante la citología convencional o Papanico-



laou, usando la fijación en líquido. Dichas muestras se refrigeraron hasta su análisis citopatológico por un único patólogo.

Además se recolectó muestra de saliva de 1 ml depositada en microtúbulo estéril, antes se solicitó a la paciente realizar limpieza bucal, con vigoroso cepillado. Las muestras se refrigeraron hasta su análisis se centrifugaron a 6,000 rpm por 15 minutos, siendo los sobrenadantes el ente para la determinación de AS mediante la técnica SERS, con espectrómetro de Ramón Horiba Jobin Yvon XploRA ONE acoplado a microscopio óptico Olympus BX4, se utilizó Cit-Ag-NP como sustrato, cuantificando AS en la muestra y comparándola con curva de calibración de estándares de AS.

#### IV. RESULTADOS

La muestra estuvo conformada por 43 pacientes femeninas que acudieron a toma de muestra citológica sin previo diagnóstico, 5 de ellas acudiendo a centro de salud público y las 38 restantes acudiendo a consulta privada. El rango de edad mínimo fue de 27 años a un máximo de 56 años, con una media de 42.41 años y una desviación estándar de 8.09.

Tabla 1. Resultados citopatológicos observados en las muestras recolectadas

Interpretación de citología	n	%
Presencia de reacción inflamatoria	43	100
Presencia de células de metaplasia escamosa	43	100
Presencia de microorganismos infecciosos	11	25.6
Infección por VPH	4	9.3
Anomalías escamosas	4	9.3
Anomalías glandulares	0	0
Cambios reactivos	39	90.7
Presencia de flora bacilar	26	60.5
Eritrocitos +/++++	9	20.9
Diagnóstico citopatológico	n	%
Atipia de células escamosas de significado incierto	2	4.7
Cambios celulares reactivos asociados a inflamación aguda ligera, inespecífica	28	65.1
Cambios celulares reactivos asociados a flora bacteriana	5	11.6
Cambios celulares reactivos asociados a atrofia epitelial	3	7
Cambios celulares reactivos asociados a candida	3	7
L-LIE (NIC I + infección por VPH)	2	4.7
Total	43	100

Tabla 2. Correlación entre diagnóstico citológico con niveles de AS de muestras salivales

Diagnóstico Citológico cervicovaginal	Concentración de AS en saliva (mg/dL)									
	8.54	10.23								
Lesión escamosa intraepitelial de bajo grado (NIC I + datos de infección por VPH)										
Atipia de células escamosas de significado incierto	7.23	13.58								
	4.32	7.23	7.95	8.23	8.32	8.62	9.43	9.43	9.72	9.75
Sin datos que indiquen Cáncer	10.3	10.6	10.65	11.19	11.3	11.3	11.54	11.7	12.23	12.7
	12.91	13	13.24	13.5	13.8	14	14.63	14.8	14.95	15.2
	15.28	15.3	16.4	17.62	19.3	19.3	19.8	20.32	22.5	

A los valores recopilados se les aplicó prueba ANOVA de una vía con análisis post-hoc múltiple de Dunnett, se encontró que no hay diferencia significativa entre los grupos; CACU negativo versus Atipia celular,  $p=0.63$ , CACU negativo versus NIC 1,  $p=0.40$ . Para complementar, se aplicó una prueba T-student no pareada de 2 colas, demostró que no existe diferencia significativa entre los grupos; CACU negativo versus CACU positivo,  $p=0.15$ . (Figura 1, a y b). Programa estadístico GraphPad Prism versión 8.0.

## V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La falta de existencia de una relación directa entre los niveles de AS y el diagnóstico citológico cervical, no son concordantes con los resultados expresados en la literatura.

Figura 1. Análisis gráfico estadístico de los resultados: a) ANOVA multicomparativa de Dunnett (CaCu negativo  $n=39$ , Aripia celular  $n=2$ , NIC I  $n=2$ ); b) T-Student no pareada de dos colas (CaCu negativo  $n=39$ , CaCu positivo  $n=4$ )

Los resultados obtenidos con este estudio, rechazan la hipótesis de una correlación importante entre los resultados de citología cervical y la cantidad de AS salival obtenido mediante la técnica SERS con Cit-Ag-NP. La discrepancia entre los niveles de AS encontrados en los pacientes con lesión escamosa intraepitelial de bajo grado, a comparación de los cuantificados en pacientes sin datos indicativos de cáncer, genera una incongruencia a comparación de los resultados esperados.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en este estudio, no se logra establecer una correlación existente entre los niveles de AS salival detectados con la técnica SERS, y las alteraciones patológicas encontradas al análisis citológico cervicovaginal. Lo anterior, se puede justificar con el limitado tamaño de muestra con el que se trabajó.

A pesar de lo anterior, se sigue considerando al AS salival como un marcador prometedor para la detección de lesiones precancerosas, buscando que en un futuro sea pieza clave para el diagnóstico y pronóstico de esta enfermedad. Se exhorta al estudio y trabajo de esta índole, con muestras de mayor tamaño para resultados más concluyentes.

## VII. AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más grande agradecimiento a la Universidad Autónoma de Aguascalientes y al CONACyT por darme la oportunidad y apoyo para asistir al verano de la ciencia; al personal médico que facilitó el estudio: Dra. Georgina Torres, Dra. Erika Palos, Dr. Leopoldo Serrano. Agradezco a mi familia y novia por el apoyo incondicional que me dan.

## REFERENCIAS

- [1] 2020. D. E. Febrero, “comunicado de prensa núm. 105/21 Estadísticas a propósito del día mundial contra el cáncer,” no. 2, pp. 1–11, 2021, [Online]. Available: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/proposito/2021/cancer2021\\_Nal.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/proposito/2021/cancer2021_Nal.pdf).
- [2] WHO, Global strategy to accelerate the elimination of cervical cancer as a public health problem and its associated goals and targets for the period 2020 – 2030, vol. 2, no. 1.
- [3] Hernández-Arteaga et al., “Diagnosis of breast cancer by analysis of sialic acid concentrations in human saliva by surface-enhanced Raman spectroscopy of silver nanoparticles”, *Nano Res.*, vol. 10, no. 11, pp. 3662-3670, 2017.
- [4] A. C. Hernández-Arteaga et al., “Surface-Enhanced Raman Spectroscopy of Acetil-neuraminic Acid on Silver Nanoparticles: Role of the Passivating Agent on the Adsorption Efficiency and Amplification of the Raman

Signal”, J. Phys. Chem. C, vol. 121, no. 38, pp. 21045-21056, 2017.

[5] E. T. H. Fontham et al., “Cervical cancer screening for individuals at average risk: 2020 guideline update from the American Cancer Society,” CA. Cancer J. Clin., vol. 70, no. 5, pp. 321–346, 2020, doi: 10.3322/caac.21628.

[6] A. Hernández Cedillo, “Estudio del ácido siálico en saliva como biomarcador clínico para la implementación de una herramienta adicional en el tamizaje de cáncer cervicouterino, lesiones precancerosas y enfermedad periodontal,” UASLP, San Luis Potosí, 2019.

[7] The Bethesda System for Reporting Cervical Cytology. 2015.

## NIVELES DE ÁCIDO SIÁLICO EN SALIVA Y SU CORRELACIÓN CON RESULTADO DE CITOLOGÍA CERVICAL.

E. M. Santiago Domínguez Barrios

Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes

Av. Universidad # 940, Ciudad Universitaria, C. P. 20100, Aguascalientes, Ags. México.

*santiago\_doba21@hotmail.com*

Dr. José de Jesús Zermeño Nava

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Álvaro Obregón #64, Col. Centro, C.P. 78000

San Luis Potosí, S.L.P. México.

*drzermenonava@gmail.com*

Resumen — En el presente trabajo se expone la relación que existe entre los niveles de ácido siálico medidos mediante espectroscopia Raman y los resultados de citología cervical convencional, en pacientes femeninas en edad reproductiva sin previo diagnóstico de lesiones cervicales de cualquier grado, con el fin de conocer si esta relación tiene utilidad en el diagnóstico y/o pronóstico en cáncer cervicouterino. Los resultados obtenidos mostraron que no existe significancia alguna entre las variables estudiadas, se necesitarán estudios futuros que sean concluyentes y más sólidos.

Palabras clave — Ácido siálico, Cáncer cervicouterino, Citología cervical, Espectroscopía Raman.

Abstract — This paper exposes the relationship between Raman spectroscopy measured sialic acid levels and conventional cervical cytology on reproductive age female patients without prior diagnosis of cervical lesions of any stage, aiming to know if this is useful for diagnosing or prognosing cervical cancer. Results showed there is no significance between the studied variables, nevertheless furthermore solid studies are needed.

Keywords — Sialic acid, Cervical cancer, cervical cytology, Raman spectroscopy.

### I. INTRODUCCIÓN

El cáncer cervicouterino (CACU) es uno de los cánceres más comunes de la mujer. Según la OMS, mundialmente la incidencia se proyecta hasta los 700,000 casos para el 2030 y la mortalidad hasta las 400,000 defunciones por año [1]. En México, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) reportó que en el 2019 el CACU fue la segunda causa de muerte por cáncer maligno en mujeres de 15 a 59 años [2]. Las cifras anteriores

despiertan un interés importante para este estudio ya que el CACU es una enfermedad prevenible y de ser detectado oportunamente, curable.

Dentro de la detección oportuna del CACU las guías de la Sociedad Americana del Cáncer (ACS) recomiendan que toda mujer a partir de los 25 y hasta los 65 años se realicen citología cervical, Papanicolaou (PAP) o citología fijada en líquido, cada 3 años [3], lo que es vigente en México.

La clasificación de lesiones precursoras cervicales, importante para la identificación oportuna de mujeres en riesgo elevado de padecer CACU, se divide como se expone a continuación: lesión intraepitelial de bajo grado (LSIL), en donde se considera a la neoplasia intraepitelial cervical leve (NIC I), o displasia leve y lesión escamosa intraepitelial de alto grado (HSIL), incluyendo a la NIC II (moderada) y NIC III (grave) [4]. Actualmente se reportan los resultados de la citología cervical con base en el sistema Bethesda internacional como: Negativo para lesiones intraepiteliales o malignas, anormalidades en células epiteliales; de células escamosas (atípicas, LSIL (NIC I), HSIL (NIC II y III), carcinoma de células escamosas) de células glandulares (atípicas endocervicales, endometriales, glandulares, que favorecen neoplasia; endocervicales y glandulares, adenocarcinoma endocervical in situ, adenocarcinoma) y otras neoplasias malignas, además se reporta si la técnica fue adecuada o no, que es opcional [5] y con base en la Norma Oficial Mexicana-014-SSA2 en México como: displasia (del cuello del útero, cervical leve, cervical moderada carcinoma in situ del cuello uterino y tumor maligno de cuello del útero) [6]. El ácido siálico (AS) es un componente multifuncional en muchos tejidos corporales, la concentración más alta reside en la saliva y normalmente no se encuentra de forma libre, sino que en composición con algunas macromoléculas y glicoproteínas que intervienen en procesos de adhesión celular, entre otros. Hay evidencia de que existe una relación directa entre los niveles de ácido siálico y la carcinogénesis [7], en muchos tipos de cáncer, incluyendo cánceres ginecológicos [8] y de mama particularmente, donde la sialilación de elementos aumenta en las células cancerosas o precancerosas y la relación de procesos malignos en la mama y niveles de ácido siálico es notoria [9].

El objetivo del trabajo es la medición de concentraciones de ácido siálico en saliva mediante espectroscopia Raman, con técnica SERS (Dispersión Raman Amplificada por Superficie) con partículas nanométricas de plata (AgNPs), cuya técnica es útil para identificar y cuantificar analitos de moléculas incluso a nivel de moléculas individuales [10], de modo que se pueda correlacionar lo anterior con resultados de citología cervical convencional y conocer si es de utilidad diagnóstica y/o pronóstica para el CACU.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Se midió la concentración de ácido siálico en saliva de 43 mujeres en edad reproductiva sin diagnóstico previo de lesiones cervicales malignas de cualquier grado, se excluyeron pacientes con diagnóstico previo de CACU, tratamiento previo o lesiones conocidas.

Además, se les realizó a las mismas pacientes una prueba de citología cervical convencional, PAP o citología fijada en líquido, analizándose todas las muestras por un mismo médico patólogo certificado para evitar sesgos al interpretar el estudio.

Para lo anterior el procedimiento fue el siguiente: Se les pidió a las pacientes firmar un consentimiento informado de modo que supieran que sus datos personales no se divulgarían, se les aplicó un pequeño cuestionario que buscaba encontrar en ellas antecedentes de enfermedades bucales, crónicas, antecedentes familiares de cáncer y la ingesta de medicamentos, posteriormente se les pasó a la toma de raspado cervical, cada caso rotulado con los datos de la paciente y después, se les proporcionó pasta dental y cepillo para un aseo bucal previo a la toma de muestra salival, recolectada en un microtubo de muestra de 1ml, igualmente rotulado con los datos de la paciente. Las muestras de saliva se conservaron en refrigeración desde el momento de recolección y hasta su análisis, de

modo que no se alterase el componente de interés, el AS.

Tabla 1: Resultados de citología en correlación con niveles de ácido siálico salival.

Hallazgo en citología	Ac. Siálico salival (mg/dL)									
NO CÁNCER (n=39)	10.6	8.23	4.32	14.63	14	15.2	13.24	11.7	22.5	15.3
	9.72	20.32	11.19	11.54	19.3	10.65	15.28	17.8	10.3	19.8
	17.62	8.62	12.91	9.43	11.3	8.32	13.5	9.43	11.3	13.8
	7.95	12.7	14.8	9.75	13	14.95	12.23	16.4	7.23	
ATIPIA ESCAMOSA INDETERMINADA (n=2)	13.58	7.23								
NIC I + VPH (n=2)	10.23	8.54								

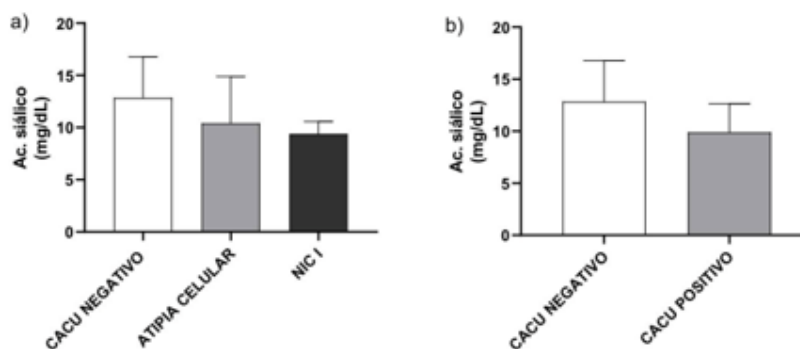
Para el análisis de las muestras, la saliva se centrifugó a 6000 rpm (revoluciones por minuto) y se obtuvo el sobrenadante por precipitado, se empleó la técnica SERS, mezclando el sobrenadante con AgNPs. Se observaron en un espectrómetro Raman Horiba Jobin Yvon XploRA ONE acoplado a un microscopio óptico Olympus BX4, a las pacientes se les asignó un número por cuestiones éticas [10].

### III. RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos de acuerdo con los hallazgos en citología cervical y niveles de AS.

A los valores obtenidos se les aplicó una prueba ANOVA de una vía con un análisis post-hoc múltiple de Dunnett en el cual se encontró que no hay diferencia significativa entre los grupos; CACU negativo versus Atipia celular,  $p=0.63$ , CACU negativo versus NIC 1,  $p=0.40$ .

Figura 1: Análisis estadístico de los resultados; a) ANOVA multicomparativa de Dunnett (CACU negativo  $n=39$ , Atipia celular  $n=2$ , NIC I  $n=2$ ). b) T-Student no pareada de dos colas (CACU negativo  $n=39$ , CACU positivo  $n=4$ )



Además, se aplicó una prueba t-student no pareada de dos colas que demostró que no existe diferencia significativa entre los grupos; CACU negativo versus CACU positivo,  $p=0.15$ . (Figura 1, a y b). Programa estadístico GraphPad Prism versión 8.0.

### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que, en este estudio no existe relación en cuanto a los niveles salivales de AS y lesiones precancerosas, la mayor parte de las pacientes afortunadamente no contaba con lesiones de bajo grado o datos de atipia de ningún tipo, asimismo es importante mencionar que las lesiones



de bajo grado encontradas en las 4 pacientes del estudio se comportarán a largo plazo como lesiones benignas y tienen riesgo muy bajo de progresar a cáncer.

Es posible que el tamaño de la muestra haya afectado los resultados del trabajo y posiblemente en futuros estudios impera la necesidad hacer la comparación de estos con pacientes que ya tengan un diagnóstico de cáncer o lesiones precancerosas, sean NIC II o NIC III de modo que se obtengan resultados concluyentes.

#### V. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Se externa un especial agradecimiento a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, la Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes por las facilidades y apoyos mostrados durante este verano, igualmente a todas las pacientes del estudio y sus médicos tratantes por ser partícipes de este trabajo; Dra. Osbelia Martínez Gudiño, Dra. Georgina Torres Cabral, Dr. Leopoldo César Serrano, Dr. Juan Carlos García de la Campa.

Especialmente al Dr. José de Jesús Zermeño Nava, por su disposición y tiempo durante la realización de este pequeño estudio.

Además, a la Dra. Aida Hernández Arteaga por sus constantes apoyos y la Dra. Eva María Salinas Miralles, por su apoyo y enseñanzas que promovieron la conclusión del trabajo.

#### REFERENCIAS

- [1] WHO, Global strategy to accelerate the elimination of cervical cancer as a public health problem and its associated goals and targets for the period 2020 – 2030, vol. 2, no. 1. 2020.
- [2] D. E. Febrero, “COMUNICADO DE PRENSA NÚM . 105 / 21 ESTADÍSTICAS A PROPÓSITO DEL DÍA MUNDIAL CONTRA EL CÁNCER,” no. 2, pp. 1–11, 2021, [Online]. Available: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2021/cancer2021\\_Nal.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2021/cancer2021_Nal.pdf).
- [3] E. T. H. Fontham et al., “Cervical cancer screening for individuals at average risk: 2020 guideline update from the American Cancer Society,” *CA. Cancer J. Clin.*, vol. 70, no. 5, pp. 321–346, 2020, doi: 10.3322/caac.21628.
- [4] V. Kumar, A. K. Abbas, and J. C. Aster, *Robbins y Cotran Patología estructural y funcional*, 9na ed. Barcelona, España: Elsevier, 2015.
- [5] The Bethesda System for Reporting Cervical Cytology. 2015.
- [6] “Norma Oficial Mexicana Nom-014-Ssa2-1994 , Para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento, control y vigilancia epidemiológica del cáncer cérvico uterino.,” 1994.
- [7] L. V. Bel'Skaya, V. K. Kosenok, and Z. Massard, “Sialic acids of saliva in primary and differential diagnosis of lung cancer,” *Sovrem. Tehnol. v Med.*, vol. 10, no. 2, pp. 110–115, 2018, doi: 10.17691/stm2018.10.2.12.
- [8] Y. Zhang, R. Wang, Y. Feng, and F. Ma, “The role of sialyltransferases in gynecological malignant tumors,” *Life Sci.*, vol. 263, p. 118670, 2020, doi: 10.1016/j.lfs.2020.118670.
- [9] A. Hernández-Arteaga et al., “Diagnosis of breast cancer by analysis of sialic acid concentrations in human saliva by surface-enhanced Raman spectroscopy of silver nanoparticles,” *Nano Res.*, vol. 10, no. 11, 2017, doi: 10.1007/s12274-017-1576-5.
- [10] A. Hernández Cedillo, “Estudio del ácido siálico en saliva como biomarcador clínico para la implementación de una herramienta adicional en el tamizaje de cáncer cervicouterino, lesiones precancerosas y enfermedad periodontal,” UASLP, San Luis Potosí, 2019.

# NIVELES DE ÁCIDO SIÁLICO EN SALIVA Y SU CORRELACIÓN CON RESULTADO DE CITOLOGÍA CERVICAL

Oswaldo de Jesús Luévano Carreón  
Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Avenida Universidad # 940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags. México  
*osvaldoluevano22@gmail.com*

José de Jesús Zermeño Nava  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí  
Álvaro Obregón # 64, Centro, 78300 San Luis Potosí, S.L.P. México  
*drzermenonava@gmail.com*

Resumen — En el presente trabajo se expone la relación que existe entre los niveles de ácido siálico salival medidos mediante espectroscopia Raman y los resultados de citología cervical convencional, en pacientes femeninas en edad reproductiva sin diagnóstico previo de lesiones cervicales de cualquier grado, con el fin de conocer si esta relación tiene utilidad en el diagnóstico y/o pronóstico del cáncer cervicouterino. Los resultados obtenidos mostraron que no existe significancia alguna entre las variables estudiadas, se necesitarán estudios futuros que sean concluyentes y más sólidos.

Palabras clave — ácido siálico salival, citología cervical, cáncer cervicouterino.

Abstract — In the present work, the relationship between salivary sialic acid levels measured by Raman spectroscopy and the results of conventional cervical cytology is presented in female patients of reproductive age without prior diagnosis of cervical lesions of any stage, aiming to know if this relationship is useful in the diagnosis and/or prognosis of cervical cancer. Final results showed there is no significance between the variables studied, future studies that are conclusive and more solid will be needed.

Keywords — salivary sialic acid, cervical cytology, cervical cancer.

## I. INTRODUCCIÓN

El cáncer es una enfermedad en la que hay un desequilibrio entre la creación y la muerte celular programada, que es dado por una alteración genética o mutación y que conlleva a la formación de una clona, la cual es capaz de infiltrar y dar metástasis a distancia. Cuando esta patología comienza en el cuello del útero, se le llama cáncer cervicouterino o de cérvix, que puede extenderse a otras partes del cuerpo por medio del proceso metastásico. El cáncer cervicouterino (CaCU) es uno de los tres cánceres más frecuentes en la mujer a nivel mundial, junto

con el cáncer de mama y de ovario. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se calcula que actualmente en el mundo lo padecen más de un millón de mujeres y la gran mayoría de ellas no han sido diagnosticadas ni tienen acceso a un tratamiento que podría curarlas o prolongarles la vida [1]. La mayor parte de las defunciones ocurren en países de ingresos bajos o medianos y se ha proyectado una mortalidad de 400,000 defunciones por año para el 2030 [2].

La principal causa, tanto de lesiones precancerosas como del cáncer cervicouterino, es la infección crónica y persistente por uno o más de los tipos de alto riesgo del virus del papiloma humano (16 y 18), considerada como una infección de transmisión sexual [3]. Por lo tanto, el Instituto Nacional del Cáncer y la Sociedad Americana contra el Cáncer (ACS) recomiendan que toda mujer a partir de los 25 y hasta los 65 años se realicen citología cervical o estudio de Papanicolaou (PAP) cada 3 años [4].

La clasificación de lesiones precursoras cervicales se divide en: lesión intraepitelial de bajo grado (LSIL), en donde se considera a la neoplasia intraepitelial cervical leve (NIC I), o displasia leve y lesión escamosa intraepitelial de alto grado (HSIL), incluyendo a la NIC II (moderada) y NIC III (grave) [5]. Los resultados de la citología cervical se basan en el sistema Bethesda internacional como: negativo para lesiones intraepiteliales o malignas, anormalidades en células epiteliales; de células escamosas (atípicas, LSIL (NIC I), HSIL (NIC II y III), carcinoma de células escamosas) de células glandulares (atípicas endocervicales, endometriales, glandulares, que favorecen neoplasia; endocervicales y glandulares, adenocarcinoma endocervical in situ, adenocarcinoma) y otras neoplasias malignas [6]. Con base en la Norma Oficial Mexicana-014-SSA2 en México se clasifican como: displasia (del cuello del útero, cervical leve, cervical moderada, carcinoma in situ del cuello uterino y tumor maligno de cuello del útero) [7].

El ácido siálico (AS) corresponde a moléculas multifuncionales presentes en todos los tejidos y fluidos del cuerpo humano; las cantidades más altas se encuentran en la saliva humana. Es considerado como un marcador inflamatorio sistémico y un componente de glicolípidos salivares, glicoproteínas incluyendo inmunoglobulina A y otras proteínas inmunológicas y de fase aguda que intervienen en la adhesión celular [8]. Existe evidencia de que existe una relación directa entre la elevación de los niveles de ácido siálico y el cáncer, incluyendo los cánceres ginecológicos [9].

El objetivo del trabajo es la medición de concentraciones de ácido siálico en saliva mediante espectroscopia Raman, con técnica SERS (Dispersión Raman Amplificada por Superficie) con partículas nanométricas de plata (AgNPs), cuya técnica es útil para identificar y cuantificar analitos de moléculas incluso a nivel de moléculas individuales [8], de modo que se pueda correlacionar lo anterior con resultados de citología cervical convencional y conocer si es de utilidad diagnóstica y/o pronóstica para el CaCU.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Se obtuvieron muestras de saliva de 43 mujeres en edad reproductiva sin diagnóstico previo de lesiones cervicales malignas de cualquier grado que acudían a toma de citología cervical, para medir la concentración de ácido siálico salival. Se excluyeron pacientes con diagnóstico previo de CaCU, tratamiento previo o lesiones conocidas. Primeramente, se les pidió a las pacientes firmar un consentimiento informado de modo que supieran que sus datos personales no se divulgarían, se les aplicó un pequeño cuestionario que buscaba encontrar en ellas antecedentes de enfermedades crónicas, bucales, toxicomanías, ingesta de medicamentos y antecedentes familiares de cáncer; posteriormente, se les pasó a la toma de raspado cervical, en donde cada citología fue rotulada con los datos de la paciente.

Tabla 1. Resultados de citología en correlación con niveles de ácido siálico salival.

Hallazgo en citología	Ácido siálico salival (mg/dL)									
	10.6	8.23	4.32	14.63	14	15.2	13.24	11.7	22.5	15.3
NO CÁNCER (n=39)	9.72	20.32	11.19	11.54	19.3	10.65	15.28	17.8	10.3	19.8
	17.62	8.62	12.91	9.43	11.3	8.32	13.5	9.43	11.3	13.8
	7.95	12.7	14.8	9.75	13	14.95	12.23	16.4	7.23	
ATIPIA ESCAMOSA INDETERMINADA (n=2)	13.58	7.23								
NIC I + VPH (n=2)	10.23	8.54								

Antes de la recolección de saliva, se les proporcionó un cepillo y pasta dental, y se le pidió a cada participante que realizara una limpieza bucal a través de un cepillado vigoroso de los dientes. Posteriormente, se les indicó a las pacientes que depositaran entre 1.0 y 1.5 ml de saliva en un vial de plástico estéril rotulado con los datos de la paciente. Las muestras de saliva se conservaron en refrigeración desde el momento de recolección y hasta su análisis, para evitar la alteración del ácido siálico.

Para el análisis de las muestras, la saliva se centrifugó a 6000 rpm (revoluciones por minuto) y se obtuvo el sobrenadante por precipitado, se empleó la técnica de SERS, mezclando el sobrenadante con AgNPs. Se observaron en un espectrómetro Raman Horiba Jobin Yvon XploRA ONE acoplado a un microscopio óptico Olympus BX4, a las pacientes se les asignó un número por cuestiones éticas [8].

Además, se les realizó a las mismas pacientes una prueba de citología cervical convencional o PAP, analizándose todas las muestras por un mismo médico patólogo certificado para evitar sesos al interpretar el estudio

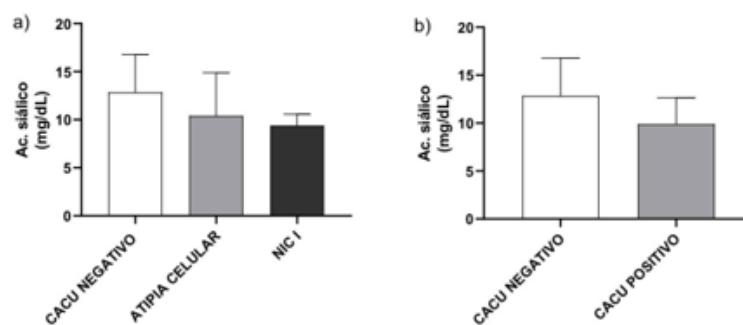
### III. RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos de acuerdo con los hallazgos en citología cervical y niveles de ácido siálico.

A los valores obtenidos se les aplicó una prueba ANOVA de una vía con un análisis post-hoc múltiple de Dunnett en el cual se encontró que no hay diferencia significativa entre los grupos; CaCU negativo versus Atipia celular,  $p=0.63$ ; CaCU negativo versus NIC 1,  $p=0.40$ .

Además, se aplicó una prueba T Student no pareada de dos colas que demostró que no existe diferencia significativa entre los grupos; CaCU versus CaCU positivo,  $p=0.15$ . Figura 1, a) y b). Programa estadístico GraphPad Prism versión 8.0.

Fig. 1. Análisis estadístico de los resultados; a) ANOVA multicomparativa de Dunnett (CaCU negativo  $n=39$ , Atipia celular  $n=2$ , NIC I  $n=2$ ). b) T Student no pareada de dos colas (CaCU negativo  $n=39$ , CaCU positivo  $n=4$ ).



#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos en este proyecto de investigación demuestran que, en este estudio no existe relación en cuanto a los niveles de ácido siálico salival y lesiones precancerosas. La mayoría de las pacientes no contaba con lesiones de bajo grado o dato de atipia de ningún tipo. Sin embargo, es importante recalcar que es posible que el tamaño de la muestra haya afectado los resultados del trabajo.

Es importante comentar que las pacientes con lesiones de bajo grado (NIC I) no tendrán progresión a cáncer y se comportarán como personas sanas. Por lo que es conveniente comparar estos resultados con pacientes que verdaderamente tienen cáncer o lesiones precursoras (NIC II o III) para establecer si el ácido siálico sirve para diferenciar estos grupos.

Finalmente, el ácido siálico en saliva es una excelente herramienta adicional para tamizaje, por lo que es necesario obtener muestras de mayor tamaño para obtener resultados concluyentes en trabajos futuros y así se pueda incluir como método de detección temprana.

#### V. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradecemos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), la Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes y a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí por las facilidades y el apoyo otorgado durante este Verano de la Ciencia Región Centro.

Agradezco nuevamente a mi asesor el Dr. José de Jesús Zermeño Nava, a la Dra. Aida Hernández Arteaga, a la Dra. Georgina Torres Cabral, al Dr. Leopoldo César Serrano Díaz, a la Dra. Osbelia Martínez Gudiño y al Dr. Juan Carlos García de la Campa por su gran apoyo durante la realización de este proyecto de investigación, por guiarnos y retroalimentarnos con sus aportaciones.

Además, agradezco especialmente a todas las mujeres que participaron en este proyecto, ya que no hubiera sido posible sin su consentimiento y aceptación.

#### REFERENCIAS

- [1] Organización Panamericana de la Salud, Control integral del cáncer cervicouterino: guía de prácticas esenciales, 2ª edición. 2016.
- [2] World Health Organization, Global strategy to accelerate the elimination of cervical cancer as a public health problem and its associated goals and targets for the period 2020 – 2030, Vol. 2, N° 1. 2020.
- [3] L. Ovalle, et. Al., Guía práctica de tamizaje cervicouterino, OPS, 2017.
- [4] Instituto Nacional de Cáncer, Explicación de las recomendaciones de la Sociedad Americana contra el Cáncer sobre los exámenes de detección del cáncer cervicouterino, NIH. 2020
- [5] V. Kumar, A. K. Abbas, and J. C. Aster, Robbins y Cotran Patología estructural y funcional, 9ª edición. Elsevier. Barcelona, España. 2015.
- [6] The Bethesda System for Reporting Cervical Cytology. 2015
- [7] Norma Oficial Mexicana (NOM-014-SSA2-1994) para la prevención, detección, diagnóstico, tratamiento, control y vigilancia epidemiológica del cáncer cervicouterino. 1994
- [8] A. Hernández, Estudio del ácido siálico en saliva como biomarcador clínico para la implementación de una herramienta adicional en el tamizaje de cáncer cervicouterino, lesiones precancerosas y enfermedad periodontal [PhD Tesis]. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, S.L.P., 2019.
- [9] A. Hernández, et. Al., “Determination of Salivary Sialic Acid Through Nanotechnology: A Useful Biomarker for the Screening of Breast Cancer”. Elsevier, Archives of Medical Research, Vol. 50, pp 105-110. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.arcmed.2019.05.013> [consultado en agosto 2021].

# ESTUDIO DE MATERIALES FOSFORESCENTES CON APLICACIONES EN REVELADO DE HUELLAS DACTILARES Y CRIMINALÍSTICA

Ana Paloma García Razo  
 Instituto Tecnológico Superior de Irapuato  
 Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821  
 Irapuato, Gto.  
*LIS18111263@irapuato.tecnm.mx*

Carlos Eduardo Rodríguez García  
 Fac. de Ciencias Físico Matemáticas, Universidad Autónoma de Coahuila  
 Prol. David Berlanga S/N Edif. A. Camporredondo,  
 Saltillo Coahuila.  
*crodriguezgarcia@uadec.edu.mx*

Resumen — La localización de huellas latentes es especialmente difícil cuando se encuentran sobre algunas superficies porosas (por ejemplo, papel, metales, plástico, entre otros). Para detectar las huellas dactilares en dichos materiales es necesario utilizar reactivos muy sensibles a algún componente de la huella y que formen derivados colores para que su visualización sea factible con luz visible o a bajas emisiones de luz UV. Para solucionar el problema en el revelado de huellas dactilares en materiales porosos se ha pensado emplear reactivos fluorescentes.

Según los resultados obtenidos en las condiciones de este estudio, se puede afirmar que los reactivos fluorescentes para huellas dactilares son útiles sobre las superficies porosas oscuras o multicolores.

Palabras clave — Fluorescente, huellas dactilares, luz UV. Abstract — The location of latent fingerprint is especially difficult when they are on some porous surfaces (for example, paper, metals, plastic, among others). To detect fingerprints on these materials, it is necessary to use reagents that are very sensitive to some component of the fingerprint and that form color derivatives so that their visualization is feasible with visible light or at low UV light emissions. To solve the problem in the development of fingerprints in porous materials it has been thought to use fluorescent reagents. Based on the results obtained under the conditions of this study, it can be stated that fluorescent reagents for fingerprints are useful on dark or multi-colored porous surfaces.

Keywords — Fluorescent, fingerprints, UV light.



## I. INTRODUCCIÓN

Los materiales luminiscentes (o fósforos), en su mayoría son materiales inorgánicos sólidos que consisten en una red huésped, generalmente dopada intencionalmente como los iones de tierras raras, que están presentes en concentraciones relativamente bajas (unos pocos moles por ciento o menos). La absorción de energía tiene lugar a través de la red del huésped o en las impurezas.

Los materiales luminiscentes se aplican ampliamente. Las principales aplicaciones son en pantallas emisoras, lámparas fluorescentes y LED y sistemas para detectar rayos X o rayos  $\gamma$ , por ejemplo, utilizados en imágenes médicas. En este último tipo de aplicaciones, los materiales luminiscentes son excitados por fotones con alta energía, y parte de la energía de excitación se utiliza para crear luz visible [1].

Los materiales luminiscentes son capaces de emitir luz, sin efectos de calentamiento, en respuesta a un estímulo [2]. Diferentes estímulos, por ejemplo, la exposición a la luz, el aumento de temperatura o la aplicación de una corriente eléctrica, causan diferentes tipos de luminiscencia. Absorben la luz en una cierta longitud de onda (generalmente UV) y emiten luz en otra longitud de onda (generalmente luz visible). Hay dos tipos de fotoluminiscencia: fluorescencia y fosforescencia. La luz fluorescente detiene su emisión inmediatamente después de la eliminación de la fuente de luz, así como también emite luz en frío de forma espontánea la cual es independiente de la temperatura y tiene una duración media del resplandor del orden menor a  $1 \times 10^{-6}$  s, mientras que la luz fosforescente puede continuar durante horas pues su tiempo es mayor a  $1 \times 10^{-6}$  s y esta a su vez depende de la temperatura, almacena energía y la libera paulatinamente como fotones.

Figura 1: Tipos de luminiscencia dependiendo de la energía utilizada. [3]



## II. MARCO TEÓRICO

La huella dactilar es la estructura formada en la yema de los dedos por las crestas papilares. Esta estructura es única para cada persona y a su vez es una característica que se utiliza como medio de identificación de las personas, está compuesta por 99% de H<sub>2</sub>O, mezcla de Cl, P, Na y 1% es grasa o lípidos; la grasa en este caso es la que se queda por más tiempo y los lípidos comprendidos en una HDL.

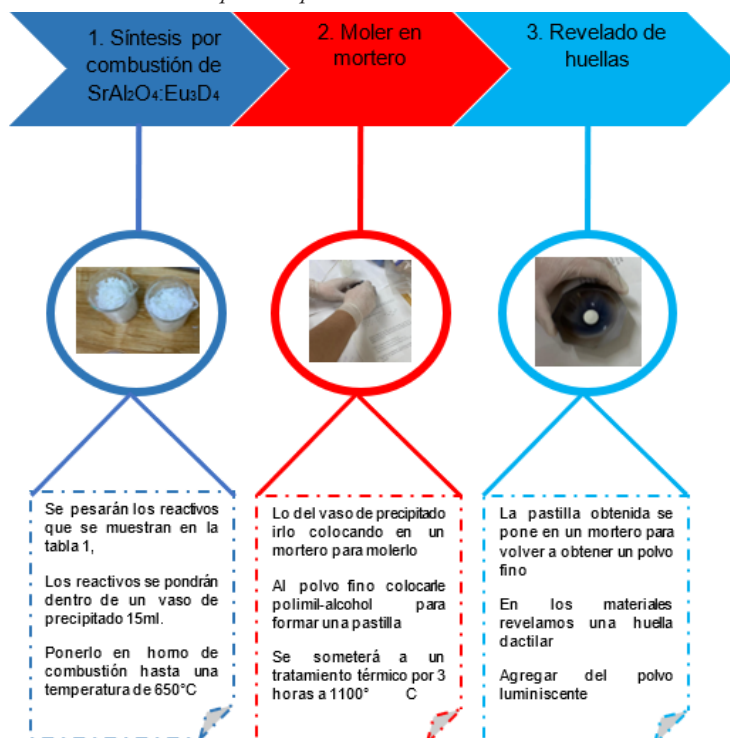
El revelado de huellas dactilares desde el siglo XIX sigue siendo la pista más importante para identificar a un delincuente, para esto las huellas latentes “invisibles” a simple vista bajo la luz ordinaria son las que dejan los pulpejos de los dedos, las palmas de las manos y las plantas de los pies sobre cualquier objeto pulido con que se tenga contacto o con un simple roce de los dedos, pero estas se pueden hacer visibles espolvoreándolas con productos químicos o con una fuente de luz alternativa [4,5].

Los materiales utilizados en el revelado de huellas dactilares dependen mucho de la capacidad del reactivo para teñir los componentes en este caso los más usados son el polvo negro, humo de Cianocrilato y polo blanco; existen datos que revelan que las huellas latentes que han sido reveladas con polvos, se les puede transportar y manipular mejor para su estudio de investigación y comparativo, evitando que se tengan que transportar los objetos en donde se encontró impresos.

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la creación del material luminiscente que se aplicará en el revelado de huellas es necesario implementar 3 etapas en su elaboración y para así poderlo obtener. A continuación, se mostrarán dichas etapas con los materiales utilizados y los pasos a seguir (ver figura 2).

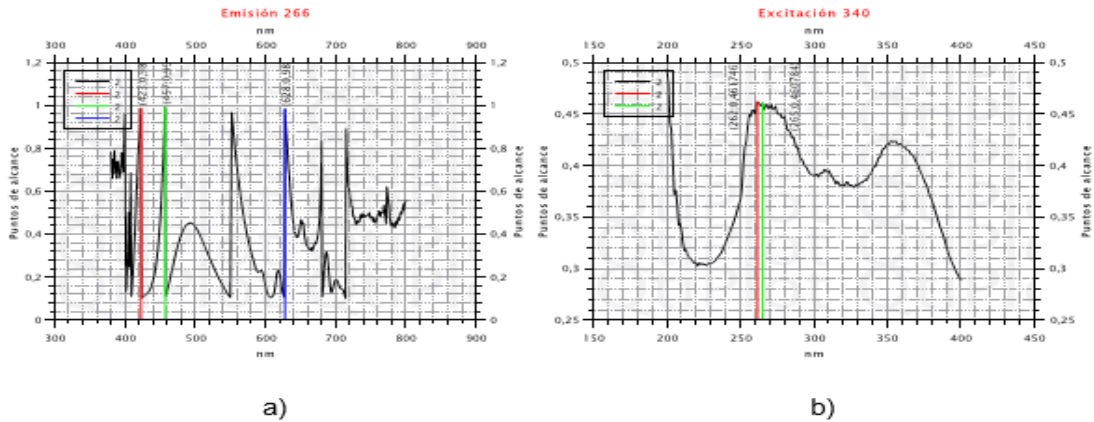
Figura 2: Aquí se pueden observar las 2 etapas que se requieren para hacer el material luminiscente, así como en el último paso se explica cómo hacer el revelado de huellas dactilares.



#### IV. RESULTADOS

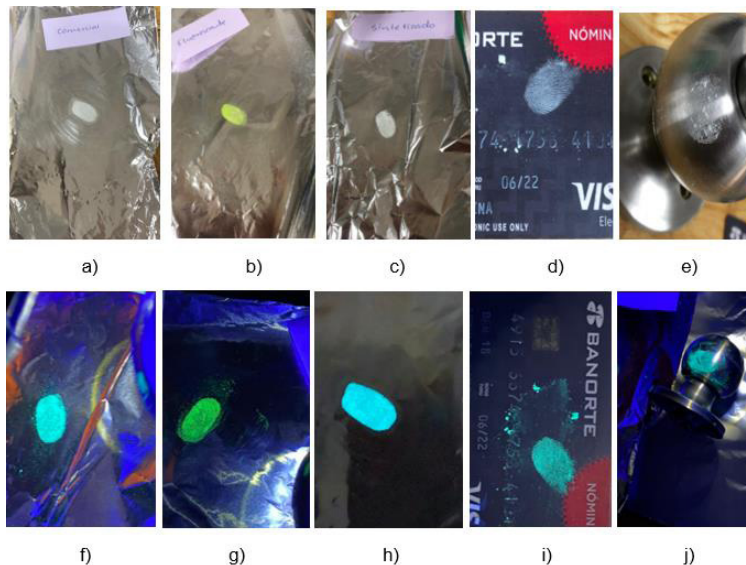
Con la finalidad de observar el comportamiento de los materiales luminiscentes se realizó el graficado de los datos obtenidos de emisión y excitación del material como se muestra en la figura 3, apoyándonos con esto a saber el color que emite.

Figura 3: En imagen a) se muestra la emisión a 266 nm en colores rojo, verde y azul se muestran los puntos máximos; mientras que en la imagen b) se muestra la excitación a 340 nm que nos dice que nuestro material emite luz verde a 493 nm, en colores rojo y verde se observan sus puntos máximos o en el que el material tendrá mayor resplandor.



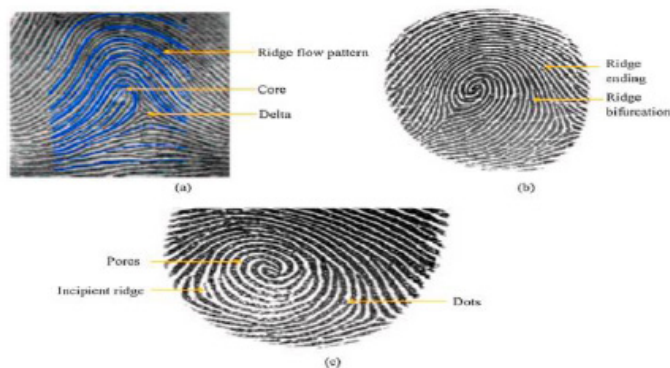
Después de observar el comportamiento que tuvo nuestro material luminiscente lo pusimos a prueba y comparamos con materiales que ya se encuentran dentro del mercado y que actualmente son utilizados así que fueron reveladas algunas huellas en diferentes superficies como fueron papel aluminio, la manija de una puerta y una tarjeta de crédito en donde se aplicó material fluorescente, comercial y sintetizado (ver figura 4).

Figura 4: a) Revelado de huella dactilar usando un material luminiscente comercial. b) Revelado de huella dactilar usando un material fluorescente. c) Revelado de huella dactilar usando un material luminiscente sintetizado. d) se observa una huella dactilar revelada en una tarjeta de crédito usando un material luminiscente sintetizado. e) Huella dactilar revelada en la manija de una puerta usando un material luminiscente sintetizado. En los incisos f), g), h), i) y j) se observan las mismas imágenes que en la parte superior pero dentro de un cuarto oscuro y con luz UV.



Para conocer las partes del revelado de huellas es importante saber cómo se componen (ver figura 5).

Figura 5: Características de huellas dactilares (a) Nivel 1, (b) Nivel 2, (c) Nivel 3. [6]



## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

En base a los resultados obtenidos nuestro material luminiscente sería de color verde puesto que este emite en 493 nm, se comienza a excitar en 340 nm y se optimiza en 266 nm como se muestra en la figura, comparando con el material luminiscente color azul analizado en el artículo el nanofosforo emitió luz azul a 447 nm bajo excitación de 245 nm por eso es que se descarta que sea trate del material del mismo color, esto se debe a que cantidades de materiales variaron y a su vez en la elaboración faltó el reactivo Disprosio el cual apoya a la emisión de luz en el material.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este proyecto se implementó la aplicación de materiales luminiscentes en el revelado de huellas latentes puesto que algunas superficies fluorescentes donde se encuentra la huella dactilar pueden emitir luz bajo excitación UV. Es importante mencionar que los fósforos fluorescentes ofrecen ventajas sobre los materiales fosforescentes para la detección de huellas dactilares, tales como: mejor contraste, nitidez y alta calidad de las imágenes.

Los resultados obtenidos muestran un buen desempeño puesto que el material luminiscente tuvo una emisión a 493 nm lo que nos dice que es apto para usarlo en el revelado de huellas y que su elaboración sería factible para el uso en el área de criminalística siendo así que en algunos años podría sustituir a los polvos comerciales que hoy en día se utilizan.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Quiero agradecer principalmente al Dr. Carlos Eduardo Rodríguez García por darme la oportunidad de ser parte del proyecto así como también habernos brindado el apoyo durante la estancia en la UADEC, así como a Nelson, Iván y Joshua por compartirme de su conocimiento haciendo que mi verano fuera más interesante y a su vez divertido, por último y no menos importante quiero agradecer a mis compañeras Fátima y Fernanda por brindarme de su apoyo incondicional y conocimiento sé que en algún momento estaremos trabajando sobre algo más.

**REFERENCIAS**

- [1] Oshogwue, N., Rodríguez, C., Fraga, J. & Oliva, J (2021). Phosphors oxide materials for white light emitting diodes: a short review. *Tlahuizcalli*, 7(19), 6-11. <https://sites.google.com/site/eaecbpublicaciones/>.
- [2] Dorenbos, P. 2005. Mechanism of persistent luminescence in  $\text{Eu}^{2+}$  and  $\text{Dy}^{3+}$  codoped aluminate and silicate compounds. *Journal of the Electrochemical Society*, 152(7): H107--H110.
- [3] B. Stojanović, O. Marques, A. Nešković, Latent overlapped fingerprint separation: a review, *Multimed. Tool. Appl.* 76 (2017) 16263–16290, <https://doi.org/10.1007/s11042-016-3908-y>.
- [4] N. Singla, M. Kaur, S. Sofat, Automated latent fingerprint identification system: a review, *Forensic Sci. Int.* 309 (2020) 110187, <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2020.110187>.
- [5] Eugene HECHT, Óptica, tercera edición, ADDISON WESLEY, 2000. pp 73-80.
- [6] C. Huynh, J. Halánek, Trends in fingerprint analysis, *TrAC Trends Anal. Chem. (Reference Ed.)* 82 (2016) 328–336, <https://doi.org/10.1016/j.trac.2016.06.003>.

## AUTOESTIMA, DEPRESIÓN Y PREOCUPACIÓN SEXUAL EN ADULTOS EN ETAPA DE PREVEJEZ

Est. Danae Zúñiga Zamacona

Facultad de Enfermería “Dr. Santiago Valdés Galindo Universidad Autónoma de Coahuila  
Calz Francisco I. Madero 1237, Zona Centro, 25000 Saltillo, Coah.

*danaezuniga@uadec.edu.mx*

ME Isai Arturo Medina Fernández

Facultad de enfermería “Dr. Santiago Valdés Galindo Universidad Autónoma de Coahuila  
Calz Francisco I. Madero 1237, Zona Centro, 25000 Saltillo, Coah.

*isai-medina@uadec.edu.mx*

Resumen — Los adultos que perciben a los adultos mayores con una actitud favorable o positiva ante la sexualidad en la vejez, muestran una orientación encauzada a la aceptación. En cuanto a las actitudes hacia la vejez son creencias negativas o positivas en esta etapa de la vida, la cual, al ser negativas puede ocasionar prácticas discriminatorias. Se tiene como objetivo determinar la relación de las actitudes hacia la vejez sobre las actitudes hacia la sexualidad del adulto mayor en adultos de 45 a 59 años. Se cuenta con un diseño Descriptivo, correlacional, la muestra estuvo constituida por 36 adultos de entre 45 a 59 años de Saltillo, Coahuila México, con un muestreo no probabilístico a conveniencia,  $x=48$  ( $DE= 5.25$ ). Se encontró que a mayor actitud negativa hacia la vejez es menor la actitud favorable hacia la sexualidad en el adulto mayor.

Palabras clave — Adulto Mayor, Sexualidad, Actitud hacia la vejez.

Abstract - Adults who perceive older adults with a favorable or positive attitude towards sexuality in old age show an orientation aimed at acceptance. Regarding attitudes towards old age, they are negative or positive beliefs at this stage of life, which, being negative, can cause discriminatory practices. The objective is to determine the relationship of attitudes towards old age on attitudes towards sexuality of the elderly in adults aged 45 to 59 years. There is a descriptive, correlational design, the sample consisted of 36 adults between 45 and 59 years of age from Saltillo, Coahuila Mexico, with a non-probabilistic convenience sampling,  $x = 48$  ( $SD = 5.25$ ). It was found that the greater the negative attitudes towards old age, the less the favorable attitude towards sexuality in the elderly. Keywords — Older Adult, Sexuality, Attitude towards old age.



## I. INTRODUCCIÓN

Al hablar de la vejez es indicar un período vital donde ocurren cambios en las condiciones físicas, funcionales, mentales y de salud de las personas. En cuanto a los aspectos psicológicos, la respuesta al envejecimiento está determinada por la percepción desarrollada por la persona, la cual se asocia con pérdidas del rol social y su vigor físico, así como sexual, no obstante, a pesar de experimentar estas pérdidas, las personas continúan siendo seres que se desarrollan en las diversas esferas, como es el caso de la esfera sexual [1], [2]

En la etapa de la prevejez es un periodo de tiempo donde los adultos tienen una declinación en cuanto a ciertas funciones corporales, como es la sexualidad, debido a cambios hormonales, presencia de andropausia y menopausia, esto puede ocasionar depresión sexual, baja autoestima sexual y preocupación sexual. Por lo tanto, este grupo generacional tiene cambios que puede ocasionar un impacto negativo en otros grupos poblacionales, es decir tener percepciones erróneas que pueden influir en un bienestar futuro[3].

No obstante, el percibir una sexualidad adecuada podría influir sobre la percepción de los cambios físicos y fisiológicos al llegar la etapa de la vejez, el cual ocasiona la creencia o actitudes de que son seres asexuados, lo que limita que al ser adulto mayor se persigan los mismos objetivos que en otras etapas de la vida: placer del contacto corporal, comunicación, dignidad y la seguridad emocional que ocasiona sentirse querido [4].

Considerando lo anterior se propuso el objetivo de describir la sexualidad en adultos en etapa de prevejez de Saltillo, Coahuila

## II. METODOLOGÍA

Estudio descriptivo I, muestreo a conveniencia y recolección de datos basados en las redes sociales. Previo a la administración de instrumentos se dio lectura a consentimiento informado y tras su aprobación se dio inicio con la recolección de datos.

se administró la escala corta de sexualidad con alfa de Cronbach de 0.83, la cual evalúa la percepción de la conducta sexual a través de 15 reactivos, divididos en tres subescalas, autoestima sexual, depresión sexual y preocupación sexual. La puntuación de esta escala oscila entre 15 y 75, el tipo de respuesta es en escala tipo Likert, que va desde total desacuerdo y a totalmente de acuerdo (1 a 5 puntos). Los reactivos del 1 al 5 evalúan autoestima sexual, los del 6 al 10 depresión sexual y del 11 al 15 preocupación sexual, Los resultados indican que, a mayor puntuación, mayor aprecio hacia su conducta sexual [5].

Posterior a la recolección de datos, se hizo el análisis con el programa SPSS v 22 mediante estadística descriptiva como frecuencia, porcentaje, media, desviación estándar, valor máximo y mínimo.

## RESULTADOS

La muestra estuvo constituida por 37 adultos en etapa de prevejez de 45 a 59 años  $x=40$  (DE= 4.32), de los cuales el 81.1% son mujeres y 18.9% hombres. En su mayoría son casados con un 59.9%, seguido de solteros 18.9%, unión libre 10.8% y divorciados en un 10.8%. No obstante, los descriptivos de las variables del estudio se encuentra en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción de las variables actitudes hacia la sexualidad en la vejez y actitudes hacia la vejez

	Mín.	Máx.	M	Desv. típ.
Sexualidad	32	47	38.54	4.32
Autoestima sexual	9	19	15.22	2.42

Depresión sexual	9	22	14.70	3.23
Preocupación sexual	5	18	8.62	3.64

Nota: N= número total, Min= mínimo, Max= máximo, M= media y Desv. Tip. = desviación estándar.

Tabla 2. Descripción de ítems de sexualidad

	TD %	DSA %	ND	DA %	TA %
Soy una buena pareja sexual	10.8	16.2	13.5	59.5	100.0
Yo calificaría mi habilidad sexual como muy alta	10.8	18.9	40.5	29.7	100.0
Pienso que soy una muy buena pareja a nivel sexual	10.8	13.5	32.4	43.2	100.0
Tengo confianza en mí mismo como pareja sexual	64.9	24.3	5.4	2.7	100.0
Yo me calificaría en un nivel bajo como pareja sexual	62.3	27.0	0.0	10.8	100.0
Me siento cómodo con mi sexualidad	5.4	2.7	10.8	81.1	100.0
Me siento deprimido por los aspectos sexuales de mi vida	2.7	2.7	10.8	13.5	100.0
me siento triste con mi vida sexual	67.6	8.1	5.4	16.2	100.0
Me siento decepcionado por la calidad de mi vida sexual	67.6	2.7	5.4	18.9	100.0
Me siento feliz con mi vida sexual	37.8	8.1	43.2	10.8	100.0
Pienso en sexo todo el tiempo	37.8	8.1	43.2	10.8	100.0
Tiendo a estar preocupados con temas sexuales	59.5	10.8	21.6	5.4	100.0
Pienso en sexo más que en cualquier otra cosa	70.3	16.2	0.0	13.5	100.0
Estoy constante mente pensando en tener relaciones sexuales	73.0	5.4	10.8	10.8	100.0
Pienso en sexo una gran parte del tiempo	75.7	8.1	8.1	8.1	100.0

Nota: TD= totalmente desacuerdo, DSA= desacuerdo, DA= de acuerdo, TDA= totalmente de acuerdo, ND= ni de acuerdo ni en desacuerdo

### III. CONCLUSIONES

La sexualidad en el adulto en etapa de prevejez estuvo disminuido en las áreas de autoestima, depresión y preocupación sexual, siendo la última la más afectada. Estos resultados servirán de base para plantear futuras intervenciones multidisciplinarias con el fin de facilitar la transición a un envejecimiento exitoso,

### IV. RECONOCIMIENTOS

Expresamos nuestro reconocimiento a la Universidad Autónoma de Coahuila por las oportunidades que nos brindan para entrar a este verano de investigación, donde nos ofrecen un amplio conocimiento, además de ex-

perencias únicas las cuales nos permiten mejor en el ámbito de la investigación, de igual forma a nuestro asesor ME Isai Arturo Medina Fernández por motivarnos a seguir el camino de la investigación y ayudarnos a adquirir nuevos aprendizajes.

#### REFERENCIAS

- [1] R. Rivera and Z. Santiago, “Sexualidad y disfunción sexual en hombres mayores de 60 años de edad: Un estudio cualitativo,” *Rev. Puertorriquena Psicol.*, vol. 27, no. 1, pp. 116–132, 2016.
- [2] S. Santos and S. Carlos, “Sexualidad en la Vejez: ¿Una realidad incómoda o una nueva realidad?,” *Perspect. En Psicol. Rev. Psicol. y Ciencias Afines*, vol. 5, pp. 28–36, 2008.
- [3] P. Herrera and K. Oliva, “La sexualidad en la tercera edad. información y actitudes desde la posición de adulto mayor,” *Rev. Cuba. Altern. en Psicol.*, vol. 5, no. 15, pp. 48–54, 2017, [Online]. Available: <http://www.alfepsi.org/wp-content/uploads/2017/08/alternativas-cubanas-en-psicologia-v5n15.pdf>.
- [4] L. Granadilla, M. Árraga, and B. Sierraalta, “Actitud hacia la vejez de estudiantes de Gerontología,” *Rev. la Univ. del Zulia*, pp. 43–57, 2015.
- [5] F. Soler et al., “Adaptation and Validation of the Brief Sexuality Scale in Colombian and Spanish Populations,” *Int. J. Psychol. Psychol. Ther.*, vol. 16, no. 3, pp. 343–356, 2016.

## ACTITUD HACIA LA SEXUALIDAD DEL ADULTO MAYOR Y VEJEZ EN LA ADULTEZ MEDIA: PRUEBA PILOTO

Est. Daniela Camarillo Almanza

Facultad de Enfermería “Dr. Santiago Valdés Galindo Universidad Autónoma de Coahuila  
Calz Francisco I. Madero 1237, Zona Centro, 25000 Saltillo, Coah.

*danielaalmanza@uadec.edu.mx*

ME Isai Arturo Medina Fernández

Facultad de enfermería “Dr. Santiago Valdés Galindo Universidad Autónoma de Coahuila  
Calz Francisco I. Madero 1237, Zona Centro, 25000 Saltillo, Coah.

*isai-medina@uadec.edu.mx*

Resumen — Los adultos que perciben a los adultos mayores con una actitud favorable o positiva ante la sexualidad en la vejez, muestran una orientación encauzada a la aceptación. En cuanto a las actitudes hacia la vejez son creencias negativas o positivas en esta etapa de la vida, la cual, al ser negativas puede ocasionar prácticas discriminatorias. Se tiene como objetivo determinar la relación de las actitudes hacia la vejez sobre las actitudes hacia la sexualidad del adulto mayor en adultos de 45 a 59 años. Se cuenta con un diseño Descriptivo, correlacional, la muestra estuvo constituida por 36 adultos de entre 45 a 59 años de Saltillo, Coahuila México, con un muestreo no probabilístico a conveniencia,  $x=48$  ( $DE= 5.25$ ). Se encontró que a mayor actitud negativa hacia la vejez es menor la actitud favorable hacia la sexualidad en el adulto mayor.

Palabras clave — Adulto Mayor, Sexualidad, Actitud hacia la vejez.

Abstract - Adults who perceive older adults with a favorable or positive attitude towards sexuality in old age show an orientation aimed at acceptance. Regarding attitudes towards old age, they are negative or positive beliefs at this stage of life, which, being negative, can cause discriminatory practices. The objective is to determine the relationship of attitudes towards old age on attitudes towards sexuality of the elderly in adults aged 45 to 59 years. There is a descriptive, correlational design, the sample consisted of 36 adults between 45 and 59 years of age from Saltillo, Coahuila Mexico, with a non-probabilistic convenience sampling,  $x = 48$  ( $SD = 5.25$ ). It was found that the greater the negative attitudes towards old age, the less the favorable attitude towards sexuality in the elderly.

Keywords — Older Adult, Sexuality, Attitude towards old age.

## I. INTRODUCCIÓN

El envejecimiento se presenta a lo largo del ciclo vital, donde se experimentan cambios de orden físico, psicológico y social, de esta manera la vejez hace referencia a partir de los 60 años[1], según el Consejo Nacional de Población, en 2020 los adultos mayores representaron una cifra de 12.3% del total de habitantes de México; sin embargo, este indicador alcanzará un 16.8% en 2050[2].

Por lo tanto, este grupo generacional tiene cambios que puede ocasionar un impacto negativo en otros grupos poblacionales, es decir tener percepciones erróneas que pueden influir en un bienestar futuro[3]. Así mismo, los adultos en etapa de adultez media que perciben a los adultos mayores con una actitud favorable o positiva ante la sexualidad en la vejez muestran una orientación encauzada a la aceptación de esta como proceso natural de la vida, disfrutable y agradable[4].

Las actitudes hacia la vejez y hacia la sexualidad en la vejez pueden tener un impacto en un futuro del adulto joven, debido a que la percepción que se tiene sobre la esfera sexual y los efectos del envejecimiento que sufrirán en algún momento de su vida se pueden ver afectados[5].

Por ello la percepción de los cambios, que sufre la sexualidad del adulto según avanza la edad puede ser considerada saludable, ya que las personas experimentan un crecimiento sexual, viven sin culpas o prejuicios, conocen su cuerpo y saben expresar sus deseos.

## II. METODOLOGÍA

Estudio descriptivo correlacional, muestreo a conveniencia y recolección de datos basados en las redes sociales. Previo a la administración de instrumentos se dio lectura a consentimiento informado y tras su aprobación se dio inicio con la recolección de datos

De primera instancia se aplicó la escala de actitudes hacia la sexualidad del adulto mayor, la cual se evaluó a través de 18 ítems y 3 subescalas: deseos sexuales, hombres ante la sexualidad, mitos hacia la sexualidad y cambios fisiológicos. Los resultados indicaron que a mayor puntuación, mejor actitud favorable hacia la sexualidad en la vejez. La versión cuenta con un alfa de Cronbach de .87 [6].

Así mismo, se utilizó un cuestionario de actitudes a la vejez, esta es evaluada por 21 ítems y 3 subescalas: estereotipos negativos físicos y conductuales, miedo al propio envejecimiento, miedo al deterioro intelectual y al abandono. Los resultados del instrumento indican que, a mayor puntuación, mayor actitud negativa hacia la vejez. La versión cuenta con una confiabilidad de alfa de Cronbach de .83[7].

Posterior a la recolección de datos, se hizo el análisis con el programa SPSS v 22 mediante estadística descriptiva como frecuencia, porcentaje, media, desviación estándar, valor máximo y mínimo. Así mismo se realizó una prueba de normalidad Kolmogorov Smirnov, encontrando una distribución no normal de las variables ( $p < .05$ ), referido a lo anterior se procedió a usar la prueba de Spearman para correlación de variables.

## III. RESULTADOS

La muestra estuvo constituida por 36 adultos en etapa de prevejez de 45 a 59 años  $x=48$  ( $DE= 5.25$ ), de los cuales el 80.6% son mujeres y 19.4% hombres. En su mayoría son casados con un 61.1%, seguido de solteros 19.4%, unión libre 11.1% y divorciados en un 8.3%. No obstante, los descriptivos de las variables del estudio se encuentra en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción de las variables actitudes hacia la sexualidad en la vejez y actitudes hacia la vejez

	Mín.	Máx.	M	Desv. típ.
Actitudes hacia la sexualidad en la vejez	37	70	52.56	7.96
deseos sexuales	10	20	15.19	2.43

	hombres ante la sexualidad	5	12	7.42	1.64
	mitos ante la sexualidad	14	24	19.28	2.72
	Cambios fisiológicos	7	16	10.67	2.33
Actitudes hacia la vejez		22	60	38.22	9.084
	Estereotipos negativos físicos y conductuales	11	28	17.64	5.15
	miedo al propio envejecimiento	4	13	6.56	2.56
	miedo al deterioro intelectual y al abandono	7	22	14.03	3.48

Nota: N= número total, Min= mínimo, Max= máximo, M= media y Desv. Tip. = desviación estándar

Por otra parte, se encontró que, a mayor actitud negativa hacia la vejez, menor actitud favorable hacia la sexualidad en la vejez (figura 1) y otras correlaciones de las subescalas se encuentran en la tabla 2.

Figura 1. Relación de las actitudes hacia la vejez con actitudes hacia la sexualidad en el adulto mayor

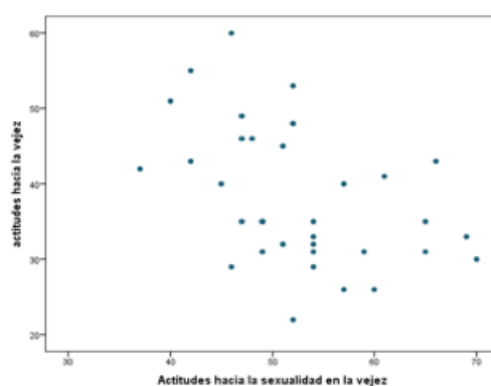


Tabla 2. Correlación de la edad, actitudes hacia la vejez y actitudes hacia la sexualidad en la vejez

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. AV	1	.884**	.597**	.818**	-.486**	-.67**	-.257	-.41*	-.385*
2. EFyC		1	.366**	.648**	.620**	-.620**	-.274	-.608**	-.505**
3. MPE			1	.247	-.036	-.050	-.125	-.026	.103
4. MDIA				1	-.377**	-.309	-.154	-.301	-.385*
5. ASV					1	.856**	.636**	.902**	.905**
6. Deseos sexuales						1	.303	.854**	.668**
7. HS							1	.456**	.601**
8. MS								1	.737**
9. Cambios fisiolog.									1

Nota: \* =  $p < 0.05$ , \*\* =  $p < 0.001$ , AV= actitudes hacia la vejez, EFyC= Estereotipos físicos y conductuales, MPE=miedo al propio envejecimiento, MDIA= Miedo al deterioro intelectual y al abandono, ASV= actitudes hacia la sexualidad en la vejez, HS=Hombres ante la sexualidad, MS=Mitos ante la sexualidad,



#### IV. CONCLUSIONES

En este estudio se encontró una relación positiva de edad con actitudes hacia la sexualidad en la vejez. De igual manera los resultados indicaron que a menor actitud favorable hacia la sexualidad en el adulto mayor, mayor actitud negativa hacia la vejez, mayores estereotipos negativos físicos y conductuales, mayor miedo al propio envejecimiento, deterioro intelectual y abandono.

Los resultados servirán de base para plantear futuras intervenciones multidisciplinarias con el fin de facilitar la transición a un envejecimiento exitoso,

#### V. RECONOCIMIENTOS

Expresamos nuestro reconocimiento a la Universidad Autónoma de Coahuila por las oportunidades que nos brindan para entrar a este verano de investigación, donde nos ofrecen un amplio conocimiento, además de experiencias únicas las cuales nos permiten mejor en el ámbito de la investigación, de igual forma a nuestro asesor ME Isai Arturo Medina Fernández por motivarnos a seguir el camino de la investigación y ayudarnos a adquirir nuevos aprendizajes.

#### REFERENCIAS

- [1] M. Guadalupe and Z. Lozano, "Conceptualización del proceso de envejecimiento," *Papeles de población*, vol. 5, no. 19, p. 23-41, 1999.
- [2] INEGI, "Estadísticas a Propósito Del Día Internacional De Las Personas De Edad," *Inst. Nac. Estadística y Geogr.*, vol. 475-19, pp. 1-9, 2019.
- [3] O. Katy and P. M., *Revista Cubana de Alternativas en Psicología, Alternativ. México*, 2017.
- [4] M. G. Gallegos Cerón, "Conductas de Salud," *Boletín Científico la Esc. Super. Atotonilco Tula*, vol. 3, no. 5, 2016, doi: 10.29057/esat.v3i5.1484.
- [5] J. Medina-Fernández and I. Medina, "Actitudes hacia la vejez y actitudes hacia la sexualidad del adulto mayor en estudiantes y profesionales de enfermería," *Gerokomos*, vol. 32, no. 1, pp. 17-21, 2021.
- [6] A. B. Beurket-Asensio, A. Rosario-Rodríguez, and Veray-Alicea, "Construcción y validación de la escala de actitudes de los profesionales de la salud hacia la terapia asistida con animales en Puerto Rico," *Rev. Salud y Conduct. Humana*, vol. 5, no. 1, pp. 84-98, 2019.
- [7] M. Hernández-Pozo, M. Torres, O. Coronado, A. Herrera, P. Castillo, and A. Sánchez, "Actitudes negativas hacia la vejez en población mexicana: Aspectos psicométricos de una escala," in *Evaluación en psicogerontología*, E. M. Moderno, Ed. México, 2009, pp. 1-16.

## ANSIEDAD, DEPRESIÓN Y SOLEDAD EN CUIDADORES DE PERSONAS CON ENFERMEDAD CRÓNICA: PRUEBA PILOTO.

Diego Miguel Franco Álvarez  
 Universidad Autónoma de Aguascalientes  
 Centro de Ciencias de la Salud  
 Avenida Universidad #940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.  
*al198295@edu.uaa.mx*

Ana Laura Carrillo Cervantes  
 Universidad Autónoma de Coahuila  
 Facultad de Enfermería “Dr. Santiago Valdés Galindo”  
 Calzada Madero #1237 Zona Centro C.P. 25000, Saltillo, Coahuila  
*anacarrillo@uadec.edu.mx*

Resumen — Objetivo. Determinar la relación entre ansiedad, depresión y soledad en cuidadores informales de personas adultas mayores con enfermedad crónica no trasmisible. Métodos. Diseño descriptivo correlacional. Se utilizaron las escalas: Escala hospitalaria de ansiedad y depresión (HADS) y Soledad (UCLA). Resultados. Se incluyeron 50 cuidadores informales. Ambas escalas mostraron confiabilidad aceptable (0.943 y 0.813), la mitad de los CI presentan ansiedad (60%) y soledad de moderada a severa (36%), mientras que la mayoría presenta depresión (96%), también a mayor tiempo de realizar el cuidado, mayor es la depresión (0.359,  $p < 0.05$ ); a mayor ansiedad (-0.622,  $p < 0.05$ ) y depresión (-0.325,  $p < 0.05$ ) mayor es la percepción de soledad. Conclusiones. Los instrumentos son adecuados para la medición de las variables que integran el presente estudio.

Palabras clave — Ansiedad, Depresión, Soledad, Cuidadores Informales.

Summary - Objective. The purpose is to determine the relationship between anxiety, depression and loneliness in informal caregivers of older adults with chronic non-communicable disease. Methods. Descriptive correlational design. The following scales were used: Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) and Loneliness (UCLA). Results. 50 informal caregivers were included. Both scales showed acceptable reliability (0.943 and 0.813), half of the ICs present anxiety (60%) and moderate to severe loneliness (36%), while the majority present depression (96%) also at a longer time to perform the care, the greater the depression (0.359,  $p < 0.05$ ); the greater anxiety (-0.622,  $p < 0.05$ ) and depression (-0.325,  $p < 0.05$ ) the greater the perception of loneliness. Conclusions. The instruments are suitable for measuring the variables that make up the present study

Keywords - Anxiety, Depression, Loneliness, Informal Caregivers.

## I. INTRODUCCIÓN

La población mexicana está envejeciendo, esta afirmación se sostiene en conformidad con los datos obtenidos en el último censo oficial de población, en donde se señala que los mayores de 60 años representan al 12% de los habitantes del país.[1]

Ante esta situación que se evidencia en el país es importante mencionar, que, las personas adultas mayores (PAM) padecen enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) las cuales aumentan las necesidades de cuidado, lo que genera una difícil situación de dependencia, generando el aumento de la participación de las personas que se hacen cargo de este grupo de la población, denominados cuidadores informales (CI).

Los CI, que, por definición son aquellas personas que realizan la tarea de cuidado de personas enfermas, discapacitadas o ancianas que no pueden valerse por sí mismas para la realización de actividades de la vida diaria, se caracteriza porque ocupa gran parte de su tiempo (>8 horas), no existe un horario fijo ni estipulado, no existe un beneficio económico y no necesariamente tienen una formación especializada.[2]

Muchas de las veces, los CI se sienten sobrepasados, dejan de lado su vida, sus aficiones y hobbies para dedicarse de pleno a la tarea del cuidado, esto conlleva a la aparición de ansiedad, depresión y soledad.[3]

Lo anterior permite plantear el objetivo de la presente investigación, que es el determinar la relación existente entre la ansiedad, depresión y soledad de cuidadores informales de PAM con ECNT.

## II. METODOLOGÍA

El diseño propuesto es de tipo descriptivo correlacional [4]. La población la conformaron CI de PAM con ECNT. La prueba piloto se realizó en 50 CI, utilizando un muestreo por conveniencia. El levantamiento de datos se llevó a cabo de enero a julio del 2021. Los criterios de inclusión fueron: CI mayores de edad, que tuvieran más de 3 meses otorgando el cuidado, que aceptaran participar en el proyecto y se eliminaron aquellos que obtuvieron 4 errores o más en el test mental SPMSQ.

Se utilizaron 3 instrumentos para la medición de datos: El primero de ellos fue la encuesta de caracterización de la diada (GCPC-UN-D), conformada por 23 ítems en los que se identifican características sociodemográficas del cuidador y de la persona receptora del cuidado, tiempo que lleva como cuidador, las horas diarias dedicadas a cuidar, si es único cuidador y la satisfacción con el apoyo recibido. La escala presentó una comprensibilidad del 95% y una validez aparente del 100% en un estudio en Colombia. [5]

Para la ansiedad y depresión se utilizó la Escala hospitalaria de ansiedad y depresión (HADS) desarrollada por Zigmond y Snaith (1983) y validada en población mexicana en el año 2015 [6], conformada por 14 ítems que permite utilizarse en medios hospitalarios no psiquiátricos o en atención primaria. Considera dimensiones cognitivas y afectivas, omitiendo aspectos somáticos. Tiene cuatro opciones de respuestas que puntúan de 0 a 3, para un total de 0 a 21. La consistencia interna de la escala global mostró un alfa de Cronbach de 0,83. Para la subescala de ansiedad fue de =0,82 y la de depresión =0,78.

Para la soledad, se aplicó la Escala de Soledad de UCLA (University of California at Los Ángeles) fue creada por Russell et al. en 1980; consta de 3 dimensiones: percepción subjetiva de soledad, apoyo familiar y apoyo social, con 2 factores: la intimidad con otros y la sociabilidad. En 2006 se tradujo al español y en 2015 se le realizaron pruebas de validez y confiabilidad a esta versión [7]. Es un test que consta de 10 preguntas puntuables entre 1 y 4 puntos, permitiendo una puntuación mínima de 10 y máxima de 40, en el que valores < 20 pueden indicar un grado severo de soledad; y entre 20-30 pueden indicar un grado moderado de soledad. La confiabilidad se estimó con el coeficiente de alfa de Cronbach, obteniéndose un valor muy elevado: 0,95, con un IC 95% de 0,94 a 0,98.

Esta investigación contó con la aprobación del comité de ética e investigación de una Universidad Pública del

Noreste de México (CBFEUSUADEC-IEM7). Además, se consideró lo establecido en la Ley General de Salud en Materia de Investigación. Todos los participantes firmaron consentimiento informando[8].

Para la caracterización de los participantes, ansiedad, depresión y soledad, se calcularon proporciones, medias, desviaciones estándar e intervalos de confianza del 95%. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilks, encontrando que el puntaje total de HADS y su dimensión de ansiedad presentaron normalidad, mientras que la escala UCLA y la dimensión de depresión de la escala HADS fueron no normales, por tanto, para la exploración de correlaciones se usaron los coeficientes de Pearson y Spearman, según corresponde. Además, se aplicó la prueba de Chi cuadrado de Pearson para variables categóricas.

### III. RESULTADOS

Se incluyeron 50 cuidadores informales con una edad media de 47 años (DE= 13), con un tiempo estimado de cuidado de 8 meses, sin embargo, el tiempo va desde un mes hasta 30 años (IC 95% 19.66-58.82), en su mayoría mujeres, casadas, que se encargan del hogar, con escolaridad baja y que son hijas o esposas. Con respecto a las PAM receptoras del cuidado, la edad media es de 72 años (DE=10), con una edad mínima de 60 años y máxima de 93, en su mayoría mujeres, casadas/solteras, que se dedicaban del hogar, con escolaridad baja, la mayoría con un solo CI (f=34, %=68) y con una percepción de sobrecarga entre moderada y alta (Tabla 1).

Tabla 1. Variables sociodemográficas de cuidadores informales y adultos mayores receptores del cuidado

Características del cuidador informal	fr	%	Características de la persona receptora del cuidado	fr	%
<b>Sexo</b>			<b>Sexo</b>		
Mujer	45	90	Mujer	28	56
Hombre	5	10	Hombre	22	44
<b>Estado civil</b>			<b>Estado civil</b>		
Casado	15	30	Casado	18	36
Soltero	10	20	Soltero	18	36
Unión libre	11	22	Viudo	8	16
Separado	8	16	Separado	1	2
Viudo	6	12	Unión libre	5	10
<b>Ocupación</b>			<b>Ocupación</b>		
Hogar	25	50	Hogar	24	48
Empleado	11	22	Desempleado	8	16
Trabajo indep.	10	20	Trabajo indep	5	10
Otro	2	4	Empleado	6	12
Estudiante	2	4	Jubilado	7	14
<b>Escolaridad</b>			<b>Escolaridad</b>		
Ninguno	5	10	Ninguna	10	20
Primaria	10	20	Primaria	22	44
Secundaria	15	30	Nivel medio superior	9	18
Nivel medio superior	13	26	Secundaria	1	2
Superior	7	14	Superior		
<b>Persona a quien cuida</b>			<b>Percepción de sobrecarga</b>		
Mamá/papá	29	58	Moderada	17	34
Esposo(a)	11	22	Alta	12	24
Hijo (a)	5	10	Baja	8	16
Amigo (a)	5	10	Muy alta	13	26

Fuente: elaboración propia. n=187; %=porcentaje

En cuanto a las variables de interés, ambas escalas (escala de HADS y UCLA) mostraron una confiabilidad aceptable (0.943 y 0.813). En la tabla 2 se pueden observar los resultados obtenidos en las variables de interés, donde destaca que la mitad de los cuidadores informales presentan ansiedad y soledad de moderada a severa mientras que la mayoría presenta depresión (Tabla 2).

Tabla 2. Variables de interés (HADS y UCLA)

Variables	Porcentaje	Media	DE	IC 95%	
				Lim Superior	Lim Superior
<b>HADS</b>					
Ansiedad					
Normal	40	13	2.72	6	18
Dudoso	28				
Problema clínico	32				
Depresión					
Normal	4	9	3.69	0	19
Dudoso	12				
Problema Clínico	84				
<b>UCLA</b>					
Soledad					
Sin soledad	64	30.58	10.61	10	40
Soledad moderada	18				
Soledad severa	18				

Fuente: elaboración propia. n=50; IC= Intervalo de Confianza

Se procesó la prueba de Shapiro-Wilks encontrando que solamente las variables de la sumatoria total de HADS y la dimensión de ansiedad presentan normalidad (S-W=0.965, p=0.150; S-W=0.972; p=0.280, respectivamente), mientras que la escala UCLA y la dimensión de depresión de la escala HADS tuvieron un comportamiento no normal (S-W=0.921, p=0.002; S-W=0.786; p=0.000, respectivamente).

Por lo que se puede observar, en la tabla 3, los valores de las pruebas de correlación. Donde se encontró que a mayor tiempo de realizar el cuidado mayor es la depresión de los CI, se encontró también que a mayor ansiedad y depresión mayor es la percepción de soledad. También, se realizó un análisis de asociación a través de la prueba Chi-cuadrado encontrando asociación entre la escolaridad del CI con ansiedad (Chi2 = 40.138, p= a 0.002) y la soledad (Chi2 = 33.641, p= a 0.014). Asimismo, la soledad con el estado civil (Chi2 = 21.907, p= a 0.005) y con el parentesco de la persona a quien cuida (Chi2=23.071012, p=0.001).

Tabla 3. Correlación de variables

	1	2	3	4	5	6
1. Edad de la PAM	1					
2. Edad de CI		1				
3. Tiempo de cuidador			1		.359*	
4. HADS Ansiedad				1		-.622**
5. HADS Depresión					1	-.325*
6. UCLA						1

Nota: \*\*=p<.001; \*=p<.05. HADS= Escala hospitalaria de ansiedad y depresión; UCLA= Escala de Soledad

#### IV. CONCLUSIONES

Los resultados del estudio son coherentes con lo que refiere la literatura respecto a las características sociodemográficas de los CI, ya que se encontró que en su mayoría son mujeres, casadas, dedicadas al hogar e hijas o esposas de la PAM con ECNT. Presentan ansiedad y depresión, sin embargo, no perciben soledad. El tiempo que tienen de brindar el cuidado aumenta la depresión. Por último, se encontró, de acuerdo con los resultados, que los instrumentos seleccionados son adecuados para la medición de las variables que integran el presente estudio.

#### V. RECONOCIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a la Universidad Autónoma de Coahuila y al CONACYT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

#### VI. REFERENCIAS

- [1] I. I. N. de E. Geografía, “Encuesta Nacional de Salud y Nutrición,” *Ensanut*, vol. 1, p. 47, 2018, [Online]. Available: <https://ensanut.insp.mx/>.
- [2] R. J. Z. Dusan, “No Title,” Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, 2019.
- [3] M. S. Pizarro, “Carta al director Síndrome de sobrecarga del Cuidador Informal” *Rev. Enfermería*, no. March, pp. 1–24, 2002.
- [4] S. K. Grove and J. R. Gray, *Investigación en enfermería*, 7th ed. 2019.
- [5] L. Chaparro, B. Sánchez, and G. Carrillo, “Diada cuidador familiar - persona con enfermedad crónica Survey characterization care dyad family caregiver – a person with a chronic disease,” *Rev. Cienc. y Cuid.*, vol. 11, no. 2, pp. 31–45, 2014, [Online]. Available: <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/cienciaycuidado/article/view/196/205>.
- [6] M. del Óscar Galindo Vázquez, Abelardo Meneses García, Ángel Herrera Gómez and y J. L. A. P. Rosario Caballero Tinoco, “Escala hospitalaria de ansiedad y depresión (hads) en cuidadores primarios informales de pacientes con cáncer: propiedades psicométricas,” *PSICOONCOLOGÍA*, vol. 12, no. 2–3, pp. 383–392, 2015, doi: [https://doi.org/10.5209/rev\\_PSIC.2015.v12.n2-3.51016](https://doi.org/10.5209/rev_PSIC.2015.v12.n2-3.51016).
- [7] C. Velarde-Mayol, S. Fragua-Gil, and J. M. García-de-Cecilia, “Validación de la escala de soledad de UCLA y perfil social en la población anciana que vive sola,” *Semergen*, vol. 42, no. 3, pp. 177–183, 2016, doi: 10.1016/j.semERG.2015.05.017.
- [8] Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión, “Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigaciones para la Salud.,” *Ley Gen. Salud*, vol. DOF 02-04-, pp. 1–31, 1987, [Online]. Available: <http://www.cofepris.gob.mx/MJ/Paginas/Reglamentos.aspx>.



## CONSUMO DE ALCOHOL EN JÓVENES UNIVERSITARIOS

Juan Carlos Vázquez Barba

Universidad Autónoma de Aguascalientes

Av. Universidad # 940, Ciudad Universitaria, 20100, Aguascalientes, Ags. México

*jojhonmetroid@gmail.com*

Linda Azucena Rodríguez Puente

Universidad Autónoma de Coahuila

Bvd. V. Carranza s/n. Col. República Oriente

C.P. 25280, Saltillo, Coahuila, México

*lindarodriguez@uadec.edu.mx*

Resumen — Objetivo. Determinar el consumo de alcohol en jóvenes universitarios. Metodología. Diseño descriptivo-transversal. La población fueron 536 jóvenes universitarios de entre 18 y 25 años, la muestra fue de 175 participantes, a través de un muestreo probabilístico estratificado por conglomerados. Resultados. La edad de inicio de consumo fue de  $X''=15.8$  años ( $DE=2.18$ ) y el promedio de bebidas consumidas de  $X''=4.6$  ( $DE=4.27$ ). La prevalencia global 93.1%, lápsica 81.1%, actual de 56.0% y la prevalencia instantánea 34.9%. El 63.3% de los consumidores de alcohol en el último año presentan consumo sensato, 23.9% dependiente y 12.6% consumo dañino. Conclusiones. No existen diferencias significativas de las prevalencias y los tipos de consumo de alcohol por sexo ( $p>.05$ ).

Palabras clave — Consumo de Alcohol, Jóvenes, Estudiantes Universitarios.

Abstract — Objective. Determine alcohol consumption in college students. Methodology. Descriptive-cross-sectional design. The population consisted of 536 university students between 18 and 25 years old, the sample was 175 participants, through a probabilistic sampling stratified by conglomerates. Results. The age of onset of consumption was  $X''=15.8$  years ( $SD=2.18$ ) and the average number of drinks consumed was  $X''=4.6$  ( $SD=4.27$ ). The global prevalence 93.1%, lapsic 81.1%, current 56.0% and the instantaneous prevalence 34.9%. 63.3% of alcohol consumers in the last year present sensible consumption, 23.9% dependent and 12.6% harmful consumption. Conclusions. There are no significant differences in the prevalences and types of alcohol consumption by sex ( $p>.05$ ).

Keywords — Alcohol Consumption, Young People, University Students.

## I. INTRODUCCIÓN

Las conductas de riesgo en los jóvenes como el consumo de alcohol representan un grave problema de salud y es una de las causas principales de muerte en este grupo de edad a nivel mundial (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2018). Cada año se producen 3.3 millones de muertes en el mundo debido al consumo nocivo de alcohol, lo que representa un 5.9% de todas las defunciones. El uso excesivo de alcohol es factor causal de más de 200 enfermedades y trastornos. De manera general, el 5.1% de la carga mundial de morbilidad y lesiones, calculado en términos de la esperanza de vida ajustada en función de discapacidad (EVAD) es atribuido al consumo de alcohol y se le atribuye también el 25% de las defunciones en el grupo de edad de 20 a 39 años (OMS, 2018). En México, la prevalencia de consumo de alcohol alguna vez en la vida es del 71%. Esta conducta tiene un inicio a edades tempranas ya que poco más de la mitad (55.2%) de la población que ha consumido alcohol inició antes de los 17 años de edad. En relación al consumo excesivo de alcohol en el último año, tuvo un aumento significativo del 5.6% del año 2011 (28%) al 2016 (33.6%). Así mismo, el 2.2% de la población consumidora desarrolló dependencia al alcohol, de los cuales el 3.9% son hombres y el 0.6% son mujeres (ENCODAT, 2017). Así mismo, Coahuila, es el segundo estado con mayor prevalencia de consumo excesivo de alcohol (14.6%) respecto al porcentaje nacional (8.5%).

Con base a lo anterior, se considera de suma relevancia realizar estudios sobre el consumo de alcohol en los jóvenes universitarios. Esta población, es cada vez más vulnerable a presentar conductas de riesgo tales como el consumo de sustancias como el alcohol, ya que se encuentran en una etapa de exploración, caracterizada por la elección ocupacional, en donde se valoran las preferencias, los intereses y las capacidades personales ya que se inicia la formación profesional, además de las cargas académicas que implicarán un desafío en el joven (Pérez, Ponce, Hernández, & Márquez, 2010; Guitérrez, Montoya, Toro, Briñón, Rosas, & Salazar, 2010).

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana [NOM-028-SSA-2-1999], para la prevención, tratamiento y control de las adicciones, el consumo de alcohol es una conducta no saludable, que se evalúa en términos de frecuencia y cantidad de consumo. Una bebida alcohólica, contiene alcohol etílico en una proporción de 2% y hasta 55% volumen. El consumo de alcohol se clasifica en consumo sensato (sin riesgo), dependiente (de riesgo) y dañino (perjudicial) de acuerdo con la cantidad y frecuencia de consumo y de la diferencia de género (De la Fuente & Kershenobich, 1992).

El consumo sensato o sin riesgo para el sexo masculino se define como el consumo de cuatro bebidas estándar no más de tres ocasiones por semana, para las mujeres se ha considerado la ingesta de dos bebidas estándar no más de tres veces por semana. El consumo dependiente o de riesgo para los hombres se considera como el consumo de cinco a nueve bebidas por ocasión, mientras que para las mujeres se considera de tres a cinco bebidas por ocasión, además de dejar de realizar actividades cotidianas a causa del consumo. El consumo dañino o perjudicial es la ingesta de diez o más bebidas para los hombres y de seis o más bebidas para las mujeres, además de que sus familiares o personal de salud le hayan manifestado su preocupación por su forma de beber alcohol. Por lo tanto, el propósito del presente estudio fue determinar el consumo de alcohol en jóvenes universitarios.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño del presente estudio fue de tipo cuantitativo descriptivo y transversal (Grove & Gray, 2019). La población estuvo conformada por 536 jóvenes universitarios de ambos sexos que pertenecen a una facultad de una universidad pública del estado de Coahuila. Se realizó un muestreo probabilístico estratificado (semestres), por conglomerados (grupos) proporcional al tamaño del estrato. La muestra se calculó a través del paquete estadístico nQuary Advisor con una tasa de no respuesta del 5%, para una muestra total de 175 participantes.

Se utilizó una Cédula de Datos Personales y Prevalencias del Consumo de Alcohol conformada de dos seccio-

nes: 1) datos sociodemográficos y 2) prevalencias del consumo de alcohol. Así mismo, se utilizó el Cuestionario de Identificación de Trastornos debidos al Consumo de Alcohol (AUDIT), validado en población mexicana por De la Fuente y Kershenovich (1992), evalúa el tipo de consumo de alcohol en los últimos 12 meses. Está conformada por 10 reactivos, en los cuales del uno al tres se indican la cantidad, frecuencia de consumo, los reactivos del cuatro al seis determinaron el consumo dependiente y del siete a diez determinaron el consumo dañino. Los resultados oscilan de cero a cuarenta puntos, la calificación de uno a tres puntos se consideró como consumo sensato, el resultado de cuatro a siete puntos se considera como consumo dependiente y el reporte de ocho o más puntos se considera consumo dañino.

Para la recolección de los datos, se solicitó la autorización de los directivos de la facultad. Se invitó a participar a los jóvenes seleccionados y se les explicó el procedimiento a realizar, los objetivos del estudio y aquellos que aceptaron participar se proporcionó el consentimiento informado y los instrumentos de medición. El estudio se apegó a lo dispuesto en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud (Secretaría de Salud [SSA], 1987), que establece los lineamientos y principios generales a los que debe aplicarse la investigación científica en seres humanos y fue aprobado previamente por el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Coahuila.

Para el análisis de la información, se utilizó el programa SPSS™ versión 21. Para el análisis descriptivo de los datos sociodemográficos y las prevalencias de consumo de alcohol se utilizaron frecuencias, porcentajes y medidas de tendencia central y dispersión. Se aplicó la prueba Alfa de Cronbach para conocer la consistencia interna del instrumento AUDIT el cual fue de .82 y se realizó la Prueba de Bondad de Ajuste de Kolmogorov- Smirnov (Grove & CIPHER, 2017) para conocer la normalidad de los datos. Ya que los datos no presentaron normalidad, se procedió a utilizar estadística no paramétrica para responder los objetivos de estudio.

### III. RESULTADOS

La muestra estuvo conformada por 175 estudiantes universitarios, 126 mujeres (72.0%) y 49 hombres (28%). La media de edad fue de  $X'' = 19.0$  años (DE= 2.0), la mayoría de los participantes (70.9%) se dedican únicamente a estudiar, la mayoría eran solteros (92.6%), el 69.1% profesa la religión católica, y el 50.3% de los participantes cursaba el segundo semestre de la carrera.

En relación al consumo de alcohol, se observó que la edad de inicio de consumo presentó una media de  $X'' = 15.8$  años de edad (DE= 2.18) y el promedio de bebidas consumidas en un día típico fue  $X'' = 4.6$  (DE= 4.27) bebidas por ocasión de consumo.

Para responder el primer objetivo, en la tabla 1 se muestran las prevalencias del consumo de alcohol, se observa que la prevalencia global fue de 93.1% (163), la prevalencia lápsica de 81.1% (142), la actual de 56.0% (98) y la prevalencia instantánea fue de 34.9% (61).

Tabla 1. Prevalencias de consumo de alcohol por sexo

Prevalencias	Mujer % (f)	Hombre % (f)	Total % (f)
Global	72.4 (118)	27.6 (45)	93.1 (163)
Lápsica	71.1 (101)	28.9 (41)	81.1 (142)
Actual	69.4 (68)	30.6 (30)	56.0 (98)
Instantánea	63.9 (39)	36.1 (22)	34.9 (61)

Se realizó la prueba de chi-cuadrada para determinar las prevalencias de consumo de alcohol por sexo (tabla 2), donde no se observó diferencia significativa ( $p > .05$ ).

Tabla 2. Chi-cuadrada para prevalencias de consumo de alcohol por sexo

Prevalencias	Mujer		Hombre		X <sup>2</sup>	p
	Si	No	Si	No		
Global	72.4 (118)	27.6 (8)	27.6 (45)	72.4 (4)	.182	.670
Lápsica	71.1 (101)	28.9 (25)	28.9 (41)	71.1 (8)	.285	.594
Actual	69.4 (68)	30.6 (58)	30.6 (30)	69.4 (19)	.754	.385
Instantánea	63.9 (39)	36.1 (87)	36.1 (22)	63.9 (27)	3.02	.082

Nota: n= 175, %= porcentaje, X<sup>2</sup>= chi cuadrada, \*p< .05

Para responder al segundo objetivo, de acuerdo al AUDIT, se observó que el 63.3% (90) de los consumidores en el último año presentan un consumo sensato de alcohol, el 23.9% (34) un consumo dependiente y el 12.6% (18) de los estudiantes que consumen alcohol presentaron un consumo dañino (tabla 3).

Tabla 3. Tipos de consumo de alcohol de acuerdo al AUDIT por sexo

Prevalencias	Mujer	Hombre	Total
	% (f)	% (f)	% (f)
Sensato	65.3 (66)	58.5 (24)	63.3 (90)
Dependiente	25.7 (26)	19.5 (8)	23.9 (34)
Dañino	8.9 (9)	21.9 (9)	12.6 (18)

Nota: n= 142, %= porcentaje, (f)= frecuencia

Se realizó la prueba de chi-cuadrada para determinar los tipos de consumo de alcohol de acuerdo al AUDIT por sexo, donde no se observó diferencia significativa ( $p > .05$ ).

Adicionalmente se observó que, existe correlación positiva y significativa entre la cantidad de bebidas consumidas en un día típico y la edad ( $r_s = .171$ ,  $p = .013$ ), lo que indica que a mayor edad mayor cantidad de bebidas consumidas. Así mismo, se identificó relación negativa y significativa entre la edad de inicio de consumo de alcohol y la cantidad de bebidas consumidas ( $r_s = -.249$ ,  $p = .001$ ), lo que indica que a mayor edad de inicio de consumo de alcohol menos cantidad de bebidas consumidas.

#### IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Los datos observados en la presente investigación, muestran una edad de inicio de consumo de alcohol a edades muy tempranas ( $X'' = 15.8$ ), dato similar proporcionado por la ENCODAT (2017), que señala que la edad de inicio de consumo de alcohol es antes de los 17 años de edad. Los participantes toman en promedio 4.6 bebidas alcohólicas por ocasión de consumo, lo que indica un consumo dependiente para los hombres y consumo dañino para la mujeres de acuerdo al AUDIT (De la Fuente & Kershenovich, 1992).

Así mismo, los resultados muestran altas prevalencias de consumo de alcohol en los jóvenes universitarios. Estos datos son similares a lo reportado por distintos autores que señalan que la prevalencia global de consumo de alcohol en esta población oscila entre el 91.5 y el 92.8%, así mismo, la prevalencia lápsica oscila entre 78.8 y 85.1%, la actual entre 60.4% y 65.7% y la prevalencia instantánea del consumo de alcohol oscila de entre 36.5% y 40.1% (Armendáriz, Alonso CM, Alonso CB, López, Rodríguez, & Méndez, 2014; González, Hernández, Rodríguez, Castillo, Salazar, & Camacho, 2019; Navarro, Alonso, Guzmán, Álvarez, & Rodríguez, 2020). Probablemente, este alto consumo puede ser explicado por los factores propios de los estudiantes universitarios, entre los que se encuentran el estrés académico, la presión del grupo de pares, entre otros.

Sin embargo, los resultados del presente estudio no muestran diferencias significativas entre las prevalencias y los tipos de consumo de alcohol por sexo, dato que difiere de otras investigaciones (Navarro, Alonso, Guzmán, Álvarez, & Rodríguez, 2020) donde se observa que el consumo de alcohol es mayor en hombres que en mujeres. Esto puede deberse a que, el consumo de alcohol en las mujeres cada vez es mayor, situación alarmante debido a las diferencias fisiológicas que señalan que las mujeres metabolizan el alcohol de manera más lenta y que muestra repercusiones en su salud física debido a la alta concentración de alcohol en sangre.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los objetivos planteados se concluye que la media de edad de inicio de consumo de alcohol fue de 15.8 años y la cantidad de bebidas consumidas en un día típico es de 4.6 bebidas por ocasión de consumo. La prevalencia global fue de 93.1% (hombres 27.6% y mujeres 72.4%), la prevalencia lápsica fue de 81.1% (28.9% de hombres y 71.1% de mujeres), la prevalencia actual de 56.0% (30.6% hombres y 69.4% mujeres) y la prevalencia instantánea fue de 34.9% (36.1% de los hombres y 63.9% de las mujeres). No existe diferencia significativa del consumo de alcohol por sexo.

El 63.3% de los consumidores de alcohol en el último año presentan un consumo sensato de los cuales el 65.3% son mujeres y el 58.5% son hombres. El 23.9% presentan un consumo dependiente (25.7% mujeres y 19.5% hombres), y el 12.6% de los estudiantes que consumen alcohol presentaron un consumo dañino (8.9% de las mujeres y el 21.9% de los hombres). No existe diferencia significativa de los tipos de consumo de alcohol por sexo.

## VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expresamos nuestro reconocimiento a la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad Autónoma de Aguascalientes, a la Universidad del Centro de México y a la Universidad Autónoma de Coahuila por el apoyo otorgado para la realización de este proyecto.

## VII. REFERENCIAS

- Armendáriz, G. N. A., Alonso, C. M. M., Alonso, C. B. A., López, C. M. A., Rodríguez-Puente, L. A., & Méndez, R. M. D. (2014). La familia y el consumo de alcohol en estudiantes universitarios. *Ciencia y Enfermería*, 20(3), 109-118.
- De la Fuente, J. R., & Kershenobich, D. (1992). I. El alcoholismo como problema médico. *Revista de la Facultad de Medicina*, 2(2).
- González, A. P., Hernández, M. E. K., Rodríguez-Puente, L. A., Castillo, V. R., Salazar, M. J., & Camacho, M. J. U. (2019). Percepción de riesgo ante el consumo de alcohol y tabaco en estudiantes de ciencias de la salud de Saltillo. *Enfermería Global*, (56), 398-410.
- Instituto Nacional de Psiquiatría Ramon de la Fuente Muñiz; Instituto Nacional de Salud Pública; Secretaría de Salud, (2017a). Encuesta Nacional de Consumo de Drogas, Alcohol y Tabaco 2016-2017: Reporte Alcohol.

Navarro, O. E. I. P., Alonso, C. M. M., Guzmán, F. F. R., Álvarez, B. J., & Rodríguez-Puente, L. A. (2020). Uso de facebook y persuasión interpersonal masiva: predictores del consumo de alcohol en jóvenes. *Revista Electrónica de Salud Mental alcohol y Drogas*, 16(1), 1-8.

Organización Mundial de la Salud. (2018). Global status report on alcohol and health 2018. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/274603>

Secretaría de Salud (2014). Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud. Última reforma publicada DOF 02-04-2014.

Secretaría de Salud. (1999). Norma Oficial Mexicana NOM-028-SSA2-1999 para la Prevención, Tratamiento y Control de las Adicciones. México, D.F.



# ACTITUD HACIA LA SEXUALIDAD DE LA VEJEZ EN ADULTOS DE EDAD MEDIA DEL NOROESTE DE MÉXICO: RESULTADOS PRELIMINARES

Est. Karina Vianney Rojas Alvarado

Facultad de Enfermería “Dr. Santiago Valdés Galindo Universidad Autónoma de Coahuila  
Calz Francisco I. Madero 1237, Zona Centro, 25000 Saltillo, Coah.

*karinarojasalvarado@uadec.edu.mx*

ME Isai Arturo Medina Fernández

Facultad de enfermería “Dr. Santiago Valdés Galindo Universidad Autónoma de Coahuila  
Calz Francisco I. Madero 1237, Zona Centro, 25000 Saltillo, Coah.

*isai-medina@uadec.edu.mx*

Resumen — Los adultos que perciben a los adultos mayores con una actitud favorable o positiva ante la sexualidad en la vejez, muestran una orientación encauzada a la aceptación. La sexualidad es una esfera invisible en la atención del adulto mayor, sin embargo, es necesario realizar su valoración para establecer intervenciones que mejoren los problemas relacionadas con la misma. Se tiene como objetivo Describir las actitudes hacia la sexualidad del adulto mayor en adultos de 45 a 59 años. Se cuenta con un diseño Descriptiv, la muestra estuvo constituida por 36 adultos de entre 45 a 59 años de Saltillo, Coahuila México, con un muestreo no probabilístico a conveniencia,  $x=48$  (DE= 5.25). Se encontró que a mayor actitud negativa hacia la vejez es menor la actitud favorable hacia la sexualidad en el adulto mayor.

Palabras clave — Adulto Mayor, Sexualidad, Actitud hacia la vejez.

Abstract - Adults who perceive older adults with a favorable or positive attitude towards sexuality in old age, showing an orientation aimed at acceptance. Sexuality is an invisible sphere in the care of the elderly, however, it is necessary to make its assessment to establish interventions that the problems related to it. The objective is to describe the attitudes towards sexuality of the elderly in adults aged 45 to 59 years. There is a Descriptiv design, the sample consisted of 36 between 45 and 59 years old from Saltillo adults, Coahuila Mexico, with a non-probabilistic convenience sampling,  $x = 48$  (SD = 5.25). It was found that the greater the negative attitude towards old age, the lower the favorable attitude towards sexuality in the elderly.

Keywords — Older Adult, Sexuality, Attitude towards old age.

## I. INTRODUCCIÓN

El envejecimiento se presenta a lo largo del ciclo vital, donde se experimentan cambios de orden físico, psicológico y social, de esta manera la vejez hace referencia a partir de los 60 años[1], según el Consejo Nacional de Población, en 2020 los adultos mayores representaron una cifra de 12.3% del total de habitantes de México; sin embargo, este indicador alcanzará un 16.8% en 2050[2].

Este grupo generacional puede estar impactada por los cambios biológicos (cambios de orden natural), social (relaciones interpersonales), psicológico (experiencias y circunstancias enfrentadas durante su vida) y culturales (percepción y creencias). Esta última se relaciona con la aparición de actitudes, el cual se forma en todas etapas de la vida[3]. Así mismo, los adultos en etapa de adultez media que perciben a los adultos mayores con una actitud favorable o positiva ante la sexualidad en la vejez muestran una orientación encauzada a la aceptación de esta como proceso natural de la vida, disfrutable y agradable[4].

En cuanto a la actitud hacia la sexualidad, pueden incluir creencias generales sobre las normas de una cultura, decisiones personales sobre la permisividad sexual y la percepción de la adecuación de ciertos comportamientos sexuales. [5]. Las actitudes hacia la vejez y hacia la sexualidad en la vejez pueden tener un impacto en un futuro del adulto joven, debido a que la percepción que se tiene sobre la esfera sexual y los efectos del envejecimiento que sufrirán en algún momento de su vida se pueden ver afectados[6].

Es por ello a lo anteriormente planteado se planteo el objetivo de: Describir la actitud hacia la sexualidad de la vejez en adultos de edad media de Saltillo, Coahuila

## II. METODOLOGÍA

Estudio descriptivo, muestreo a conveniencia y recolección de datos basados en las redes sociales. Previo a la administración de instrumentos se dio lectura a consentimiento informado y tras su aprobación se dio inicio con la recolección de datos.

De primera instancia se aplicó la escala de actitudes hacia la sexualidad del adulto mayor, la cual se evaluó a través de 18 ítems y 3 subescalas: deseos sexuales, hombres ante la sexualidad, mitos hacia la sexualidad y cambios fisiológicos. Los resultados indicaron que a mayor puntuación, mejor actitud favorable hacia la sexualidad en la vejez. La versión cuenta con un alfa de Cronbach de .87 [7].

Posterior a la recolección de datos, se hizo el análisis con el programa SPSS v 22 mediante estadística descriptiva como frecuencia, porcentaje, media, desviación estándar, valor máximo y mínimo.

## RESULTADOS

La muestra estuvo constituida por 36 adultos en etapa de prevejez de 45 a 59 años  $x=48$  ( $DE= 5.25$ ), de los cuales el 80.6% son mujeres y 19.4% hombres. En su mayoría son casados con un 61.1%, seguido de solteros 19.4%, unión libre 11.1% y divorciados en un 8.3%. No obstante, los descriptivos de las variables del estudio se encuentra en la tabla 1 y 2.

Tabla 1. Descripción por ítem actitud hacia la sexualidad en vejez

	TD %	DSA %	DA %	TA %
Las prácticas sexuales en la vejez deben limitarse o reducirse con personas que padecen algún tipo de enfermedad	11.1	30.6	33.3	25
Las personas de edad avanzada no tiene deseos sexuales por que pierden su atractivo físico sexual	0	13.9	47.2	38.9
Pienso que el amor y el sexo solo deben ser expresados por personas jóvenes	0	0	33.3	66.7
Los cambios fisiológicos ocurridos en la edad avanzada son un impedimento para llevar a cabo relaciones sexuales	0	27.8	36.1	36.1

Los hombres de edad avanzada son más abiertos al expresar sus sexualidad que las mujeres	19.4	50	25	5.6
Después de la menopausia, se pierde la satisfacción sexual en las mujeres de edad avanzada	2.8	38.9	38.9	19.4
Los adultos de edad avanzada que mantiene una sexualidad activa los califican de promiscuos e indecentes	11.1	16.7	52.8	19.4
Los adultos de edad avanzada después del divorcio o la viudes pierden sus deseos sexuales o su vida sexual	0	11.1	47.2	41.7
Los adultos de edad avanzada se les afecta su vida sexual ya que pierden el interés por la misma	2.8	27.8	52.8	16.7
Las practicas sexuales en la vejez son un riesgo para la salud física de los adultos de edad avanzada	0	16.7	55.6	27.8
La tercer edad se pierde la capacidad de experimentar y disfrutar un orgasmo	2.8	8.3	55.6	33.3
Los cambios psicológicos, emocionales y físicos en la edad avanzad fomentan la perdida de interés por el deseo sexual	11.1	50	30.6	8.3
Los adultos de edad avanzada que expresan abiertamente su sexualidad actúan de forma inapropiada	0	5.6	58.3	36.1
Los cambios que se producen en el proceso de envejecimiento afectan el mantenimiento de una vida sexual satisfactoria y placentera	2.8	52.8	36.1	8.3
Es más común que los hombres de edad avanzada tengan un interés mayor en una vida sexual activa que las mujeres	8.3	47.2	36.1	8.3
La masturbación en personas de edad avanzada es inadecuada e indecente	0	5.6	58.3	36.1
En la edad avanzada se pierde el interés sexual	2.8	22.2	44.4	30.6
Cuando se padece de alguna enfermedad como diabetes, presión alta entre otras, se impde en las personas de la tercera edad mantener una vida sexual plena	5.6	36.1	38.9	19.4

Nota: TD= totalmente desacuerdo, DSA= desacuerdo, DA= de acuerdo, TDA= totalmente de acuerdo

Tabla 2. Descripción de las variables actitudes hacia la sexualidad en la vejez y actitudes hacia la vejez

	Mín.	Máx.	M	Desv. tip.
Actitudes hacia la sexualidad en la vejez	37	70	52.56	7.96
deseos sexuales	10	20	15.19	2.43
hombres ante la sexualidad	5	12	7.42	1.64
mitos ante la sexualidad	14	24	19.28	2.72
Cambios fisiológicos	7	16	10.67	2.33

Nota: N= número total, Min= mínimo, Max= máximo, M= media y Desv. Tip. = desviación estándar

### III. CONCLUSIONES

En este estudio que las actitudes hacia la sexualidad en la vejez estuvieron por arriba de la media, siendo los deseos y mito ante la sexualidad las subescalas más afectadas. Los resultados servirán de base para plantear futuras intervenciones multidisciplinarias con el fin de facilitar la transición a un envejecimiento exitoso,

### IV. RECONOCIMIENTOS

Expresamos nuestro reconocimiento a la Universidad Autónoma de Coahuila por las oportunidades que nos brindan para entrar a este verano de investigación, donde nos ofrecen un amplio conocimiento, además de experiencias únicas las cuales nos permiten mejor en el ámbito de la investigación, de igual forma a nuestro asesor ME Isai Arturo Medina Fernández por motivarnos a seguir el camino de la investigación y ayudarnos a adquirir nuevos aprendizajes.

**REFERENCIAS**

- [1] M. Guadalupe and Z. Lozano, "Conceptualización del proceso de envejecimiento," *Papeles de población*, vol. 5, no. 19, p. 23.41, 1999.
- [2] INEGI, "Estadísticas a Propósito Del Día Internacional De Las Personas De Edad," *Inst. Nac. Estadística y Geogr.*, vol. 475–19, pp. 1–9, 2019.
- [3] S. Cedrés, "Sexualidad en las diferentes etapas de la vida," febrero, 2013. [https://www.caib.es/sites/salut-sexual/es/sexualidad\\_a\\_lo\\_largo\\_de\\_la\\_vida/](https://www.caib.es/sites/salut-sexual/es/sexualidad_a_lo_largo_de_la_vida/).
- [4] M. G. Gallegos Cerón, "Conductas de Salud," *Boletín Científico la Esc. Super. Atotonilco Tula*, vol. 3, no. 5, 2016, doi: 10.29057/esat.v3i5.1484.
- [5] C. Llanes, "La sexualidad en el adulto mayor," *Rev. Cubana Enferm.*, vol. 29, no. 3, pp. 223–232, 2013, doi: 10.18682/pd.v13i0.362.
- [6] I. Medina, J. Medina, R. Torres, R. Sosa, G. Chale, and L. Chaparro, "Actitudes hacia la vejez y actitudes hacia la sexualidad del adulto mayor en estudiantes y profesionales de enfermería," *Gerokomos*, vol. 32, no. 1, pp. 17–21, 2021.
- [7] A. B. Beurket-Asensio, A. Rosario-Rodríguez, and Veray-Alicea, "Construcción y validación de la escala de actitudes de los profesionales de la salud hacia la terapia asistida con animales en Puerto Rico," *Rev. Salud y Conduct. Humana*, vol. 5, no. 1, pp. 84–98, 2019.

## APOYO SOCIAL PARA LA CONDUCTA ANTICONCEPTIVA HACIA LA PREVENCIÓN DE EMBARAZO NO DESEADO E ITS EN MUJERES

Liliana Morán Díaz

Universidad Autónoma de Aguascalientes

Avenida Universidad No. 940, Ciudad Universitaria, C.P. 20131. Aguascalientes, Aguascalientes.  
*al180516@edu.uaa.mx*

Adriana Mayela Cárdenas Cortés

Universidad Autónoma de Coahuila

Monte Vesubio, S/N, Fracc. Valle Dorado, C.P. 27298. Torreón, Coahuila.  
*cardenas-a@uadec.edu.mx*

Resumen — El apoyo social que reciben las mujeres, por sus parejas, familia o personal de salud, interfiere en la utilización de métodos anticonceptivos, en la prevención de embarazo no deseado e Infecciones de Transmisión Sexual (ITS). El objetivo es identificar la percepción de apoyo social para la conducta anticonceptiva hacia la prevención de embarazo no deseado e ITS en mujeres en edad reproductiva. Participaron  $n: 299$ , quienes respondieron la escala de apoyo social ( $\alpha: .97$ ), obteniéndose que 41.5% perciben de peor a regular. El 68.2% fue usuaria de algún método y sólo 36.8% utiliza preservativo en todas sus relaciones sexuales. Concluyéndose que existe probabilidad de riesgo y es necesario empoderarlas hacia la mejora de su salud sexual y reproductiva.

Palabras clave — Apoyo Social, Anticoncepción, Relaciones Interpersonales.

Abstract — The social support that women receive from their partners, family or health personnel interferes in the use of contraceptive methods, in the prevention of unwanted pregnancy and Sexually Transmitted Infections (STI). The objective is to identify the perception of social support for contraceptive behavior for the prevention of unwanted pregnancy and STIs in women of reproductive age. Participants  $n: 299$ , who answered the social support scale ( $\alpha: .97$ ), obtained that 41.5% perceived from worse to regular. The 68.2% were users of some method and only 36.8% used condoms in all their sexual relations. It was concluded that there is a probability of risk, and it is necessary to empower them to improve their sexual and reproductive health.

Keywords — Social Support, Contraception, Interpersonal Relations.

## I. INTRODUCCIÓN

La anticoncepción como conducta para reducir la probabilidad de concebir un hijo (a), ha contribuido para que las mujeres puedan decidir acerca de su salud sexual y reproductiva, con respecto a ello, en México 7 de cada 10 mujeres entre 15 y 49 años han usado alguna vez un método (69.2%), según la Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica (ENADID) publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en 2018, y con relación a los tipos; el condón o preservativo masculino, el Dispositivo Intrauterino (DIU) y el implante subdérmico, fueron los más comunes (89.5%, 87.2% y 86.8%, respectivamente) [1] [2].

En cuanto a las condiciones de su utilización y el conocimiento, la ENADID evidenció que sólo 53.4% era usuaria de alguno, 15.8% lo había sido, y 30.7% nunca los utilizó (29.4% a pesar de conocerlos). Respecto a la motivación para la adopción de anticoncepción, para 2018 el número de hijos (as) ideal entre mujeres en edad fértil fue en promedio 2.4, independientemente del estado civil en que se encontraba; 34.2% casadas, 32.7% soltera, 23.3% en unión libre y 9.8% separada, divorciada o viuda [1].

Y relacionado a ello, de quienes se encontraban casadas o unidas, el 73.1% había utilizado alguno; 48.5% definitivos, 29.3% no hormonales vs 15.6% hormonales, 3.9% tradicionales, y sólo el 2.7% de vasectomía. Con respecto al deseo de procrear, sólo 24.3% lo consideró un motivo para no usarlo durante la primera relación sexual. Lo anterior, refleja que en México, los derechos sexuales y reproductivos de las mujeres continúan siendo inobservables [1] [3] Lo anterior, a pesar de que las iniciativas y estrategias públicas se encuentran emparejadas con las internacionales, en cumplimiento con el Objetivo del Desarrollo Sostenible número 5; “Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas” [4].

Karp, et al, (2020), refieren que la motivación interna de las mujeres, incluido el valor social y el deseo de la maternidad, interfieren en el uso de métodos anticonceptivos por ello es necesario empoderar a las mujeres hacia la promoción de su salud sexual y reproductiva [5]. Kibira, et al, (2020) señalan que el equilibrio entre la participación de la pareja y las iniciativas basadas en los derechos humanos, favorecen la autonomía en la toma de decisiones en cuanto al sexo, la procreación y la anticoncepción, señalándose que el uso encubierto de métodos simboliza cierto nivel de iniciativa [6].

Algunas investigaciones relacionan la edad, el tipo de métodos y el deseo de embarazo con el apoyo social para la conducta anticonceptiva, Olsen, Giacomo, Kalckmann, Porto, & Loureiro, (2018) refieren que de una muestra de mujeres entre 15 y 19 años, 60% utilizó la píldora de emergencia al menos una vez en su vida, encontrándose que el motivo fue no contar con preservativo y en relación a aquellas, con actividad sexual en días anteriores, en mejores condiciones sociales, con creencias religiosas católicas, con antecedentes de asistencia médica en el año anterior, habían utilizado anticonceptivos (81%), y fueron el condón y la píldora, los más comunes (28.2% y 23%) e informaron que accedieron en farmacias minoristas (75.2%) vs el sistema de salud. Además, se encontró que 61% tenía por lo menos un niño (a) nacido, producto de un embarazo no deseado [7].

Moseson, Dehlendorf, Gerdt, Vittinghoff, Hiatt y Barber (2018) señalan que el apoyo social bajo podría contribuir a la alta incidencia de embarazos no deseados en mujeres jóvenes, así como al uso de anticonceptivos, demostrado por 51 mujeres que informaron que nunca o casi nunca tuvieron a alguien a quien acudir (5%), señalándose que la mitad de ellas tienen 50% de probabilidad de utilizar métodos anticonceptivos en comparación con las de mayor apoyo. Además, de que quienes estaban en periodo de gestación, el 46% clasificó su embarazo como no deseado y de ellas 13.3% se produjeron con poco apoyo social y por último, la mayoría dependía de métodos hormonales en lugar de los específicos para el coito [8].

Por lo anterior, se propone identificar la percepción de apoyo social para la conducta anticonceptiva hacia la prevención de embarazo no deseado e ITS en mujeres en edad reproductiva.



## II. MARCO TEÓRICO

La práctica anticonceptiva se refiere a la prevalencia del uso y tipos de métodos utilizados desde el inicio de las relaciones sexuales y hasta la última, así como al uso de la anticoncepción de emergencia de al menos de una vez, a las fuentes de contracepción y las demandas insatisfechas de los mismos, y respecto a estas últimas se señala la negación en el deseo de procrear y a utilizar algún método por incapacidad para obtenerlo y encontrarlo [7]. El soporte o apoyo social para la conducta anticonceptiva puede definirse como las redes sociales que incluyen normas y un conjunto de estándares que son representativas para las mujeres en la adopción o rechazo de la práctica anticonceptiva, refiriéndose a las principales como la pareja, familia y el personal de salud. Por tanto, el apoyo social que las mujeres reciben de ellos resulta un importante predictor de la conducta anticonceptiva, la aprobación o desaprobación de alguna de ellos, influirá negativamente su utilización [9].

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño de estudio fue no experimental, transversal y descriptivo. Participaron mujeres en edad reproductiva, seleccionadas de forma no probabilística por criterio ( $\alpha$ : .05), incluyéndose a aquellas que habían iniciado vida sexual, con mayoría de edad y hasta 40 años, con o sin pareja al momento de la aplicación de la encuesta, que aceptarán participar en el estudio voluntariamente [10]. La muestra fueron n: 299 mujeres a quienes se les autoadministró previo consentimiento la escala de apoyo social ( $\alpha$ : .973), que contiene 65 ítems en escala ordinal, con una puntuación de 1 a 5, que va desde totalmente en desacuerdo hasta totalmente de acuerdo.

Se distribuye en 3 subescalas; soporte familiar (22 ítems) ( $\alpha$ : .957), de pareja (19 ítems) ( $\alpha$ : .959) y de personal de salud (24 ítems) ( $\alpha$ : .961), puede interpretarse a nivel global o específico, sumándose y determinándose que a mayor puntuación, mayor percepción de apoyo social, recodificándose en categorías: Peor, regular y mejor percepción [9]. La recolección de datos se realizó mediante la plataforma online de acceso libre QuestionPro Latinoamérica, y se compartió a través de las redes sociales; Facebook, Instagram, WhatsApp y correo electrónico, por un tiempo de 7 días. Se utilizó para el análisis el programa SPSS v 26, obteniéndose estadística descriptiva.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del total, 68.2% reportó ser usuaria de anticonceptivos, de ellas 31.5% utilizaban hormonales, 31.4% condón y 13% DIU. El 63.2% refirió no utilizar preservativo en todas sus relaciones sexuales y de ellas 28.5% se encontraban solteras. Respecto al apoyo familiar, fue percibido como mejor (60.8%), sin embargo destaca que de las mujeres solteras y en edades de 21 a 30 años, 25.1% lo calificaron de peor a regular (Tabla 1).

Tabla 1. Apoyo familiar, edad y estado civil de las mujeres.

Percepción de apoyo familiar	Edad	Estado civil						Total	
		Soltera	Casada	Viuda	Divorciada	Unión libre	Otro	f	%
		f	f	f	f	f	f	f	%
Peor	18-20	1						1	.3
	21-30	26			1	2		29	9.7
	31-40	3						3	1
Regular	18-20	8				2		10	3.3
	21-30	49	6			12	1	68	22.7
	31-40	10	9		2	4		25	8.4
Mejor	18-20	6						6	2
	21-30	51	31	1		15		98	32.8
	31-40	13	32		8	6		59	19.7
Total		167	78	1	11	41	1	299	100

Fue superior por parte de la pareja (85.9%), (Tabla 2).

Tabla 2. Apoyo por la pareja, edad y estado civil de las mujeres.

Percepción de apoyo por la pareja	Edad	Estado civil						Total	
		Soltera	Casada	Viuda	Divorciada	Unión libre	Otro	f	%
Peor	21-30	f	f	f	f	f	f	f	%
	18-20	3				1		4	1.3
	21-30	4				1		5	1.7
Regular	21-30	21				1		22	7.4
	31-40	4	4		3			11	3.7
Mejor	18-20	11				1		12	4
	21-30	102	37	1	1	27	1	169	56.5
	31-40	22	37		7	10		76	25.4
Total		167	78	1	11	41	1	299	100

Respecto, al del personal de salud, 87.1% señaló mejor, (Tabla 3).

Tabla 3. Apoyo por personal de salud, edad y estado civil de las mujeres.

Percepción de apoyo por personal de salud	Edad	Estado civil						Total	
		Soltera	Casada	Viuda	Divorciada	Unión libre	Otro	f	%
Peor	21-30	f	f	f	f	f	f	f	%
	18-20	2				1		3	1
	21-30	2				1		3	1
Regular	21-30	13	4			1		18	6
	31-40	5	4		1	4		14	4.7
Mejor	18-20	13				1		14	4.7
	21-30	111	33	1	1	27	1	174	58.2
	31-40	21	37		9	6		73	24.4
Total		167	78	1	11	41	1	299	100

De manera general, 41.5% perciben de peor a regular apoyo social por parte de sus parejas, familia y personal de salud (Tabla 4).

Tabla 4. Apoyo social, edad y estado civil de las mujeres.

Percepción de apoyo social	Edad	Estado civil						Total	
		Soltera	Casada	Viuda	Divorciada	Unión libre	Otro	f	%
Peor	21-30	f	f	f	f	f	f	f	%
	18-20	2						2	.7
	21-30	8				1		9	3
Regular	21-30	62	6		1	14	1	84	28.1
	31-40	13	9		3	4		29	9.7
Mejor	18-20	7				1		8	2.7
	21-30	62	31	1		15		109	36.4
	31-40	13	32		7	6		58	19.4
Total		167	78	1	11	41	1	299	100

Finalmente, estos resultados coinciden con los reportados en la literatura, en donde se explica que la mayor parte de las mujeres utiliza métodos tradicionales, y que en estado civil de soltería es menos probable que se utilice algún anticonceptivo, así como con menor apoyo social percibido.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se percibe menor apoyo social por parte de las mujeres de 21 a 30 años con estado civil solteras, por lo que es en este grupo, en quienes se deben fortalecer acciones para el empoderamiento sexual y reproductivo. Además, por el tipo de anticoncepción puede afirmarse que, prevalecen indicadores de violencia reproductiva, por lo que es importante indagar en diversos factores como la actitud y percepción de esta conducta en hombres. El estudio permitió demostrar que aún prevalece déficit de utilización de preservativo como método de prevención de infecciones, por lo que coexiste riesgo sexual.

## VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradecemos a la DCE. Lucía Caudillo Ortega, autora del instrumento de medición por su apoyo en la obtención de este.

## VII. REFERENCIAS

- [1] INEGI, «Instituto Nacional de Estadística y Geografía,» 2018. [En línea]. Available: [https://www.inegi.org.mx/programas/enadid/2018/#Datos\\_abiertos](https://www.inegi.org.mx/programas/enadid/2018/#Datos_abiertos).
- [2] INEGI, «Instituto Nacional de Estadística y Geografía en Mexico,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.inegi.org.mx/temas/natalidad/>.
- [3] DOF, «Secretaría de Gobernación,» 2014. [En línea]. Available: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5348863&fecha=17/06/2014](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5348863&fecha=17/06/2014).
- [4] ONU, «Naciones Unidad, Mujeres,» [En línea]. Available: <https://www.unwomen.org/es/news/in-focus/women-and-the-sdgs/sdg-5-gender-equality>.
- [5] C. Karp, S. Wood, H. Galadanci, S. Sebina, F. Makumbi, E. Omoluabi, S. Shiferaw, A. Seme, A. Tsui y C. Moreau, «‘Soy la llave maestra que abre y bloquea’: Presentación y aplicación de un marco conceptual para el empoderamiento de las mujeres y las niñas en salud reproductiva,» *Ciencias Sociales y Medicina*, vol. 258, n° 113086, 2020.
- [6] S. Kibira, K. C, S. Wood, S. Desta, H. Galadanci, F. Makumbi, E. Omaluabi, S. Shiferaw, A. Seme, A. Tsui y C. Moreau, «Uso encubierto de la anticoncepción en tres países del África subsahariana: Una exploración cualitativa de motivaciones y desafíos.,» *Salud pública de BMC*, vol. 20, n° 1, 2020.
- [7] J. Olsen, T. Giacomo, S. Kalckmann, M. Porto y M. Loureiro, «Prácticas anticonceptivas en mujeres jóvenes: encuesta domiciliaria en el municipio de São Paulo, Brasil,» *Cadernos de Saúde Pública*, vol. 34, n° 2, 2018.
- [8] H. Moseson, C. Dehlendorf, C. Gerds, E. Vittinghoff, R. Hiatt y J. Barber, «Nadie a quien recurrir: El bajo apoyo social y la incidencia de embarazo no deseado en los Estados Unidos,» *HHS Public Access*, vol. 98, n° 4, pp. 275-280, 2018.
- [9] L. Caudillo, «Adaptación y validación de una escala de apoyo social para la la conducta anticonceptiva,» de *Validación de Instrumentos para la Investigación de Sexualidad en Grupos Vulnerables*, Primera ed., L. Castillo, Ed., New York, Nova Science Publishers, Inc, 2020, pp. 163-178.
- [10] DOF, «Reglamentos y Leyes,» 2014. [En línea].
- [11] Instituto Nacional del Cáncer, «NIH: Instituto Nacional del Cáncer,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/apoyo-social>.

## INMUNO-NUTRICIÓN: EL PAPEL DE LOS FITOQUÍMICOS EN EL CÁNCER DE COLON

Mariana Abraham Galicia  
Universidad Autónoma de Coahuila  
Facultad de Medicina  
Calle Francisco Murguía 205  
C.P. 27000, Torreón, Coahuila.  
*marianagit@hotmail.com*

Gloria Yareli Gutiérrez Silerio  
Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Medicina  
Calle Clavel 200  
C.P. 76176, Querétaro, Qro.  
*gloriagutierrezsilerio93@gmail.com*

Resumen — El presente trabajo trata de abordar los temas desarrollados durante el Verano de la Ciencia de la Región Centro, con el objetivo de aprender el papel de los fitoquímicos en patologías crónico-degenerativas y específicamente en cáncer de colon, así como los principios fundamentales de las técnicas necesarias para estudiar el efecto inmunomodulador de los fitoquímicos como: la cuantificación de fitoquímicos, determinación de capacidad antioxidante, análisis de citometría de flujo y reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Sin dejar de lado la parte de divulgación científica donde se revisaron puntos como estructura de un artículo científico, fuentes de información científica y herramientas para referenciar, lo cual nos ayudará a realizar el presente reporte.

Palabras clave — Inmunonutrición, fitoquímicos y cáncer de colon

Abstract — The present paper tries to approach the issues developed during the Summer of Science in the Central Region, with the aim of learning the role of phytochemicals in chronic-degenerative pathologies and specifically in colon cancer, as well as the fundamental principles of the techniques necessary to study the immunomodulatory effect of phytochemicals such as: quantification of phytochemicals, determination of antioxidant capacity, flow cytometric analysis and polymerase chain reaction (PCR). Without leaving aside the part of scientific dissemination where were reviewed points such the structure of a scientific article, sources of scientific information and tools for reference, which will help us to carry out this report.

Keywords — Immunonutrition, phytochemicals and colon cancer.

## I. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es definir la importancia de los fitoquímicos en relación a enfermedades crónico-degenerativas, como cáncer, específicamente cáncer de colon a través de la recolección de información proveniente de múltiples fuentes bibliográficas.

Antiguamente se tenía la idea de que los fitoquímicos eran simples nutrientes, lo cual en fechas recientes se ha refutado y definido como metabolitos secundarios sintetizados por plantas que proporcionan beneficios para la salud, gracias a sus propiedades antiinflamatorias y anticancerígenas, entre otras. (Gasaly & Riveros, 2020)

Diversos estudios recientes han mostrado que los fitoquímicos, a pesar de ser consumidos en menor cantidad que la fibra dietética, también impactan a la microbiota intestinal, generando metabolitos con actividades biológicas que determinan algunos de los efectos saludables de las dietas ricas en frutas y verduras. (O'Keefe, 2016)

En el presente trabajo se describe el proceso de investigación por el cual se intentó conocer más a fondo las propiedades anticancerígenas e antiinflamatorias de los fitoquímicos y como estos mejorarían el desarrollo de tejido canceroso.

## II. MARCO TEÓRICO

### Fitoquímicos

Los fitoquímicos corresponden a metabolitos secundarios sintetizados por las plantas, que incluyen terpenos, ácidos fenólicos y tiólicos, lignanos y flavanoides, siendo estos últimos los más relevantes en términos cuali-cuantitativos. 1

El término ‘fitoquímico’ constituye la evolución más reciente del término “alimentos funcionales”.

Otros términos empleados para los alimentos funcionales son:

- Farmacoalimentos
- Fitoalimentos, fitonutrientes
- Alimentos terapéuticos
- Alimentos genómicos
- Prebióticos/Probióticos

Cuentan con propiedades antioxidantes, anti-inflamatorias, antibacterianas, anti-hipertensivas, anti-tumorales, reguladoras de la función mitocondrial, neutralizante de LPS, anti-parasitarias, etc. 1

Estudios epidemiológicos in vivo, in vitro y clínicos indican que una dieta a base de vegetales puede reducir el riesgo de enfermedades crónicas, especialmente del cáncer. Se demuestra que el riesgo de cáncer en personas que consumen dietas altas en frutas y vegetales, es el 50 % del riesgo que se observa en personas que consumen poco de estos alimentos (Nancy Chasquibol S., Laura Lengua C., Inés Delmás, Dolores Rivera C. & Bazán, Rosa Aguirre M., 2003)

Ullah y col. (2019) comprobaron el potencial farmacológico de fitoquímicos como el esteviol y el isosteviol y sus derivados como citotóxicos, antivirales, antibacterianos, antihipertensivos, antiinflamatorios y antihiper-glucémicos entre otros. (Sülsen, 2021)

Recientemente, investigadores han identificado la capacidad de estos compuestos naturales para desencadenar la muerte celular inmunogénica y la activación posterior del sistema inmune adaptativo. (And & 16112, 2020)

### Cáncer

El cáncer es una de las principales patologías que afectan a la población a nivel mundial.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 2008 se diagnosticaron 12,7 millones de nuevos casos y 7,6 millones de personas murieron de cáncer, lo que representa un 13% de todas las defunciones a nivel mundial. Actualmente, el cáncer es considerado como un desorden de células que se dividen anormalmente, lo que conduce a la formación de agregados que crecen dañando tejidos vecinos, se nutren del organismo y alteran su fisiología. Estas células tienen la capacidad de migrar e invadir tejidos lejanos originando metástasis.

Normalmente, las células del sistema inmune son capaces de eliminar a estas células tumorales, en un proceso denominado INMUNOVIGILANCIA TUMORAL. Sin embargo, algunos de estos clones pueden adquirir nuevas capacidades que les permiten evadir estos mecanismos de control.(DRA. CATHERINE SÁNCHEZ, 2013)

Cáncer de colon

Prevalencia del cáncer de colon (Globocan)

Fig. 1 Número estimado de nuevos casos en 2020, en todo el mundo, ambos sexos, todas las edades.

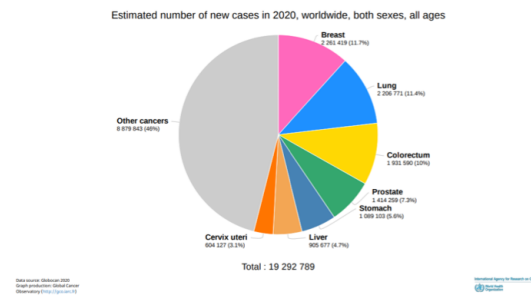


Fig. 2 Número estimado de nuevos casos en 2020, en Latinoamérica, ambos sexos, todas las edades.

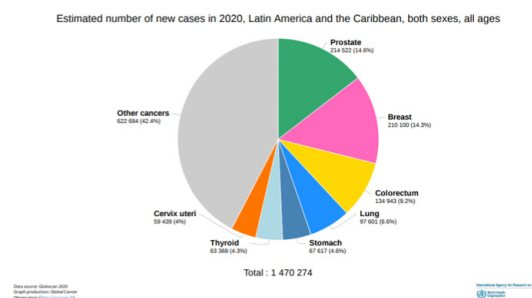
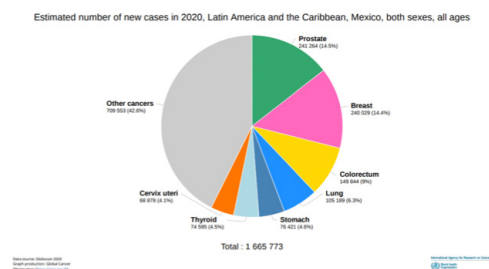


Fig. 3 Número estimado de nuevos casos en 2020, en México, ambos sexos, todas las edades.



El cáncer de colon comienza cuando ciertas células epiteliales adquieren una serie de mutaciones genéticas o epigenéticas en 3 tipos de linajes genéticos; genes supresores tumorales, oncogenes y genes reparadores del ADN. (Zarate., n.d.)



La mutación más temprana se da en el gen de la poliposis coli adenomatosa (PCA), que es un gen supresor que se une a la betacatenina y produce su destrucción en sujetos sanos. En pacientes con indicios de cáncer colorrectal el gen PCA muta y no destruye a la betacatenina, generado su unión con el ADN y activando la transcripción de genes responsables de la formación de adenomas (María T. Galiano de Sánchez, 2005)

El resultado global de esta mutación es la inhibición de la apoptosis y proliferación celular, en consecuencia, se crea una célula con ventaja de crecimiento selectivo sobre las otras células. 80% de los adenomas comienzan con mutaciones en el gen PCA como primer paso en la patogénesis del cáncer de colon (Ref.).(Zarate., n.d.)

Una vez perdida la función del gen PCA, subsecuentemente pueden mutar otros genes como K-ras (Oncogén que genera señal de crecimiento constante), p53 (Supresor tumoral, mutado en el 50% de los cánceres humanos) y DCC.

Se ha descubierto que los fitoquímicos pueden modular células clave en las vías de señalización dirigidas a diferentes etapas del cáncer colorrectal (iniciación a progresión) (Sadia Afrina et al., 2020)

Sin embargo no todos comparten las mismas mutaciones, por lo que la terapia molecular ha sido difícil de implementar. Actualmente los tratamientos clásicos como la cirugía se implementa en estadios primarios. Sin embargo el 25% de diagnósticos son metastásicos, por lo que se prefieren los neoadyuvantes y terapias citotóxicas, sin dejar de lado los efectos secundarios deletéreos y el hecho de que suele haber resistencia farmacológica y posterior recurrencia (Rawla, 2019).(María T. Galiano de Sánchez, 2005)

Por lo anterior actualmente se busca el desarrollo de nuevas terapias tanto preventivas como de tratamiento que intervengan en la progresión del cáncer de colon, como los fitofármacos (fármacos que contiene fitoquímicos) que han demostrado actualmente causar la citotoxicidad tumoral, sin causar efectos secundarios tan adversos como los quimioterapéuticos.(María T. Galiano de Sánchez, 2005)

Para lograr la implementación de los fitoquímicos como posibles fármacos para el tratamiento de cáncer de colon es preciso pasar por varios procesos de investigación los cuales incluyen un proceso preclínico, clínico, registro y autorización de las autoridades y finalmente lanzamiento y monitorización de seguridad.(Sadia Afrina et al., 2020)

En el desarrollo de la fase preclínica existen diferentes metodologías para abordar el papel de los fitoquímicos en cáncer de colon como, por ejemplo:

**Cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC):** Técnica utilizada para la separación de componentes de una mezcla. Consiste en una fase estacionaria no polar (en columna) y una fase móvil que actúa como portador de la muestra (liquido). Se emplean partículas de fase estacionaria muy pequeñas y una presión de entrada relativamente alta. Fundamento: utilización de disolventes orgánicos para análisis de contaminantes o sustancias orgánicas medioambientales,

**Prueba de Reacción de Cadena de Polimerasa (PCR):** El objetivo de esta prueba es amplificar un blanco o target de una muestra de ADN y a la vez generan millones de amplicones del target original. Fundamento: Se basa en la replicación celular en la que actúan varias proteínas para sintetizar 2 hebras nuevas de ADN a partir de otra que funciona como molde. Cada proteína tiene una función propia. Lo cual nos ayudaría a determinar cuáles genes se están modificando al usar el extracto en diferentes tipos de células cancerosas.

**Ensayo MTT:** Se basa en la reducción metabólica del Bromuro de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-ilo)-2,5-difeniltetrazol (MTT) por la enzima mitocondrial succinato-deshidrogenasa en un compuesto de color azul (formazan), esto permite determinar la funcionalidad de las mitocondrias de las células estudiadas. Fundamento: Conocer el grado de actividad o de muerte celular, mediante la funcionalidad de las mitocondrias al realizar la reducción del MTT por su enzima succinato-deshidrogenasa, la cantidad de células vivas es proporcional a la cantidad de formazan producido. Este ensayo es típico para determinar la capacidad citotóxica de diferentes tipos de fár-

macos en células cancerosas, lo cual nos ayudaría a evaluar si los fitoquímicos presentes en un extracto estarían induciendo citotoxicidad.

**Citometría de flujo:** Técnica usada en el campo de la investigación biomédica y en la práctica del diagnóstico clínico. Con mucha frecuencia se utiliza en inmunología y en el análisis de células sanguíneas. Fundamento: Estudiar las características físicas e individuales de cada célula dentro de una población que puede ser heterogénea. Estas células las detecta en líquidos de suspensión, donde son arrastradas por el flujo de este líquido, esto las hace desfilarse una por una y ser iluminadas por una fuente de luz. Todo esto se realiza mediante un citómetro de flujo. Dicha técnica nos ayudaría a la determinación de marcadores en la superficie celular que pudieran estar siendo modificados por los fitoquímicos al añadirlos a las células tumorales.

**Evaluación de antioxidantes (DPPH y FRAP):** Los antioxidantes son moléculas capaces de prevenir o retardar la oxidación de moléculas biológicas como proteínas, lípidos y ácidos nucleicos. Dichas técnicas son frecuentemente usadas para la determinación de la capacidad antioxidante de diferentes extractos, propiedad relacionada directamente a los fitoquímicos presentes en ellos.

El método FRAP se fundamenta en la reducción del hierro férrico ( $Fe^{+3}$ ) presente en el reactivo de FRAP hasta la forma ferrosa ( $Fe^{+2}$ ) por presencia de antioxidantes. Se genera una coloración azul, de intensa proporcionalidad a la capacidad reductora de la muestra (se genera un complejo ferroso-TPTZ) que puede cuantificarse por colorimetría (593nm) en base a un patrón de sulfato ferroso.

El método DPPH se basa en la medida de la absorbancia del radical DPPH• 100  $\mu$ M (3,9 mL) disuelto en metanol. Este radical libre es susceptible de reaccionar con compuestos antioxidantes a través de un proceso caracterizado por la cesión de un átomo de hidrógeno proporcionado por el agente antioxidante.

### III. METODOLOGÍA

**Búsqueda bibliográfica:** Se realizó una amplia búsqueda bibliográfica en el motor de búsqueda Pubmed utilizando una mezcla de palabras claves como: “phytochemicals”, “colorectal cáncer”, “neoplasms”, “chronic degenerative diseases”, “nutrition”, “intestinal biota”. Llegando a la recolección de 11 artículos que iban desde lo más simple, como ¿Qué son los fitoquímicos? Hasta artículos más complejos donde se abordaba la relación entre los fitoquímicos y el cáncer de colon.

Una vez recaba la información se acudió a la búsqueda de software para referenciar, considerándose “Mendeley Desktop” como la mejor opción.

### IV. RESULTADOS

Los resultados de la búsqueda bibliográfica fueron 15 de artículos al utilizar las palabras clave. De los cuales se seleccionaron 11 para redactar el presente trabajo el cuál aborda el papel de los fitoquímicos en diferentes patologías, específicamente en cáncer de colon.

**Papel de los fitoquímicos en el cáncer de colon**

La comida es una mezcla compleja de miles de bioactivos, muchos de los cuales son modificados por preservación, métodos de cocción, digestión, metabolismo por huésped y la microbiota intestinal luminal.

La fermentación de la fibra libera ácidos grasos de cadena corta (AGCC), principalmente butirato, propionato y acetato, que son esenciales para la salud de la mucosa colónica. Estudios aseguran que los efectos antineoplásicos de los fitoquímicos son aditivos a los de los AGCC.

Una evidencia sólida apoyó la idea de que la supresión del cáncer colorrectal es inducida no solo por una dieta con alto contenido en fibra, sino también en polifenoles, fitoquímicos abundante en frutas y verduras(Ref).

Utilizando modelos *in vitro* e *in vivo*, se han estudiado fitoquímicos dietéticos implicados en una amplia gama de actividades anticancerígenas: antiproliferación, bloqueo del ciclo celular, alteración de la reparación del ADN, inducción de apoptosis, antiinflamación, activación de genes supresores de tumores y supresión de oncogenes, regulación de los niveles de factores hormonales y de crecimiento e inhibición de la invasión, angiogénesis y metástasis (Ref).

Se sugiere que estas acciones están mediadas por la modificación de la síntesis de eicosanoides, regulación a la baja de la inflamación cascada (COX - 2, NF - B, AP - 1, TNF, IL - 6 y VEGF), regulación de la síntesis de ADN e inducción de la luz enzimas desintoxicantes (-glucuronidasa, -glucosidasa, -galactosidasa, mucinasa y nitrorreductasa).

Alrededor del 70% al 90% de los casos de cáncer colorrectal están correlacionados con factores dietéticos, y la optimización de la dieta puede evitar la mayoría de los casos.

Como resultado de las sesiones en el Verano de la Ciencia de la Región Centro a distancia debido a la pandemia por Covid-19, se abarcó el tema de las diferentes partes de un artículo científico las cuales consisten en: Resumen: La síntesis de lo que aparecerá en el artículo, Introducción: Donde especificamos 3 aspectos; contexto, problema y objetivos, Marco Teórico: Aquí identificamos las fuentes primarias y secundarias sobre las cuales se sustenta nuestra investigación y el diseño del estudio, Metodología: Es nuestra herramienta para la resolución de los problemas planteados a lo largo de la investigación. Resultados: Nos ayuda a comprobar el funcionamiento correcto del sistema de búsqueda empleado, así como a redactar de forma concreta los resultados sean positivos o negativos, Conclusiones: Nos explica a lo que llegó el desarrollo del proyecto, no perdiendo de vista los objetivos planteados desde el principio y los resultados obtenidos., lo cual nos ayudó para la redacción y obtención del presente reporte.

## V. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se reportaron los temas sobre fitoquímicos en patologías crónico-degenerativas y específicamente en cáncer de colon, así como los principios fundamentales de las técnicas necesarias para estudiar el efecto inmunomodulador de los fitoquímicos, con un enfoque científico de abordar la información para reportarla en el presente trabajo.

## VI. RECONOCIMIENTOS

Se agradece a la Dra. Gloria Yareli Gutiérrez Silerio por su tiempo y disposición para poder llevar a cabo la enseñanza durante el verano de la ciencia de la región centro y su apoyo para realizar el reporte final.

## REFERENCIAS

- [1] Gasaly, Naschla; Riveros, Karla Martín Gotteland, Phytochemicals: a new class of prebiotics (Gasaly & Riveros, 2020)
- [2] O Keefe, Stephen J. D. Diet, microorganisms and their metabolites and colon cancer.
- [3] Nancy Chasquibol S. Laura Lengua C. Inés Delmás, Dora Bazán, Rosa Aguirre M, Martha Bravo A. Alimentos funcionales o fitoquímicos, clasificación e importancia.
- [4] Sulsen, Valeria P. Sesquiterpene Lactones and Diterpenes: Promising Therapeutic Potential of medicinal Plants and Phytochemicals.
- [5] European Cooperation in Science; 16112, Technology (COST) Action. Natural products target the hallmarks of chronic diseases.
- [6] Dra. Catherine Sánchez. Knowing and understanding the cancer cell: Physiopathology of cancer. Zarate., Alejandro J. Cáncer de colon.

- [7] María T. Galiano de Sánchez, MD. Cáncer colorectal (CCR).
- [8] Sadia Afrina, 1; Francesca Giampierib, a, 1; Gasparinic, Massimiliano; Forbes Hernández, Tamara Y.; Cianciosa, Danila; Reboredo-Rodriguez, Patricia; Zhanga, Jiaojiao; Mannaa, Piera Pia; Dagliad, Maria; Atanas Georgiev Atanasove, F; Maurizio Battino. Dietary phytochemicals in the colorectal cancer prevention and treatment: A focus on the molecular mechanisms involved.
- [9] C. Para, J. Pelzl, *Understanding Cryptography: A Textbook for Students and Practitioners*, Ed. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg, 2010.
- [10] K. Kaya, C (Editor) *Cryptographic Engineering*, Ed. Springer Science+Business Media, LLC, 2009.
- [11] R. Zahmoul, R. Ejbali, M. Zaied, "Image encryption based on new Beta chaotic maps", *Optics and Lasers in Engineering*, Vol. 96, pp. 39-49. 2017.
- [12] J. A. Aboytes-González, J. S. Murguía, M. Mejía-Carlos, et al., "Design of a strong S-box based on a matrix approach", *Nonlinear Dynamics*, Disponible en <https://doi.org/10.1007/s11071-018-4471-z> [consultado en 2018].
- [13] M. T. Ramírez-Torres, J. S. Murguía, M. Mejía Carlos, "Image encryption with an improved cryptosystem based on a matrix approach" *Int. J. Mod. Phys. C*, No. 10, Vol. 25, [1450054], 2014.

## GESTIÓN DE INDICADORES KPI S PARA EVALUAR FACTORES DE RIESGO ERGONÓMICO EN BASE A LA NOM-036-STPS-2018.

Estrada Palomares Areli Yamile  
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón Blvd. del Valle # 2301,  
Guardarrayas, Purísima del  
Rincón, Gto., C.P. 36413  
*Lms17110476@purisima.tecnm.mx*

Asesora: Fragoso Mora Adriana  
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón Blvd. del Valle # 2301,  
Guardarrayas, Purísima del Rincón, Gto., C.P. 36413  
*Adriana.fm@purisima.tecnm.mx*

Resumen -- Este proyecto de investigación se llevó a cabo con la recopilación de información a través de una serie de visitas en la empresa, tomando datos relevantes del trabajador laboralmente expuesto con relación al manejo manual de cargas en su centro de trabajo, desarrollando instrumentos para garantizar la información pertinente que permita el procesamiento de esta. Con el vaciado de los datos obtenidos para su análisis crítico haciendo uso del software que cumple las funciones del manejo masivo de datos, que facilita la presentación de resultados de manera gráfica, que apoyará a diagnosticar los factores de riesgo ergonómico y trastornos musculoesqueléticos para identificar, analizar, prevenir y controlar la salud de los trabajadores con base en la Norma: NOM-036 NOM-036-1-STPS-2018.

Palabras clave — Ergonomía, Nivel de riesgo, Manejo manual de cargas, Lesión musculoesquelética, Power BI.

Abstract — This research project was carried out with the collection of information through a series of visits in the company, taking relevant data from the worker exposed to work in relation to the manual handling of loads in their workplace, developing instruments to guarantee the information pertinent that allows the processing of the same. With the emptying of the data obtained for its critical analysis making use of the software that fulfills the functions of massive data management, which facilitates the presentation of results in a graphical way, which will support the diagnosis of ergonomic risk factors and musculoskeletal disorders to identify, analyze, prevent and control the health of workers based on the Standard: NOM-036 NOM-036-1-STPS-2018.

Keywords — Ergonomics, Risk level, Manual load handling, Musculoskeletal injury, Power BI.

## I. INTRODUCCIÓN

En busca del cumplimiento de los lineamientos establecidos por la ley para el bienestar organizacional y laboral en la actualidad, las empresas buscan la manera de comprender y aplicar los procesos de una mejor manera, haciendo uso de herramientas como manuales en su mayoría de procesos que permitan el buen desarrollo de las actividades llevadas a cabo en la empresa.

Estas empresas que asumen las responsabilidades de garantizar la salud física y mental de sus trabajadores como parte integral en el desarrollo de sus actividades laborales, con la función de prevenir las enfermedades musculares fracturas o lesiones así como eliminar los riesgos en los centros de trabajo. “El riesgo es la posibilidad de que un evento ocurra y afecte adversamente el cumplimiento de los objetivos, en los procesos, en el personal y en los sistemas internos generando perdidas”. (Estupiñán, 2015, p. 25). En ese sentido, la aplicación la NOM 036 en los centros de trabajo podría ayudar a reducir esta clase de riesgos, enfermedades y trastornos musculoesqueléticos, los cuales representan los padecimientos más comunes en los colaboradores.

Debido a la importancia de lo antes expuesto, el desarrollo de la presente investigación, procura el objetivo de Identificar, analizar y gestionar los factores de riesgoergonómico bajo la NOM-036-1-STPS-2018 en puestos operativos a partir de la creación de un manual siendo esta una herramienta esencial para la interpretación fácil y didáctica de la Norma 036-SPTS-1-2018 en cuanto al manejo manual de cargas mayor o igual a 3 Kgs, su transporte y levantamiento en el desarrollo de los trabajadores ocupacionalmente expuesta en los puestos de trabajo. Asimismo, es relevante para la toma de decisiones dentro de la empresa, en la indicación instrucciones, procedimientos yreglas de operación que se deben cumplir con base a los niveles de riesgo permisibles con base a la norma, técnicas de referencia que buscan proteger la integridad del trabajador y lo que lleva a las organizaciones a decidir cómo se deben aplicar estratégicamente las acciones necesarias de gestión de riesgos a toda la organización y operativamente en sus diferentes áreas y niveles de negocios (Anttila & Jussila, 2017).

## II. MARCO TEÓRICO

La siguiente investigación se realiza en base a la NORMA Oficial Mexicana NOM-036-1- STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo-Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas. Es aplicable para mover cargas a partir de 3 kilos o mayores, en los centros de trabajo de cualquier tipo de industria, enseguida la fundamentación teórica de la investigación en las principales definiciones:

1. Factores de riesgo ergonómico: Aquéllos que pueden conllevar sobre esfuerzo físico, movimientos repetitivos o posturas forzadas en el trabajo desarrollado, con la consecuente fatiga, errores, accidentes y enfermedades de trabajo, derivado del diseño de las instalaciones. (2018) Norma Oficial Mexicana NOM-036-01-STPS.
2. Levantar y bajar cargas: Aquellas actividades o tareas realizadas de forma manual, sin ayuda de maquinaria, que producen un momento-fuerza sobre la columna vertebral, y/o extremidades superiores e inferiores, sin importar la dirección. (2018) Norma Oficial Mexicana NOM-036-01-STPS.
3. Trastorno musculoesquelético laboral: Aquella lesión y enfermedad del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo causadas por la exposición laboral a factores de riesgo ergonómico. (2018) Norma Oficial Mexicana NOM-036-01-STPS.
4. Manejo manual de cargas; Carga manual: La actividad que desarrolla uno o varios trabajadores para levantar, bajar, empujar, jalar, transportar y/o estibar materiales, empleando su fuerza física utilizando o no equipo auxiliar. (2018) Norma Oficial Mexicana NOM-036-01-STPS.
5. Manual: Es una herramienta de gestión administrativa, en el cual se recogen los aspectos básicos, esenciales de una materia González (2019) los manuales de procedimientos “Constituyen un documento técnico que incluye información sobre la sucesión cronológica y secuencial de operaciones concatenadas entre sí, que se constituye



en una unidad para la realización de una función, actividad o tarea específica en una organización”. Domínguez, a. p. f. (2018).

6. Transportar cargas: Aquellas actividades o tareas que consisten en mover una carga horizontalmente mientras se sostienen únicamente mediante la fuerza humana (de forma manual).

7. Modo seguro; manera segura: La realización de actividades cumpliendo con los procedimientos y medidas de seguridad determinadas por las normas oficiales mexicanas y las dispuestas por el patrón.

8. Personal ocupacionalmente expuesto: Aquellos trabajadores que en el ejercicio y con motivo de su ocupación están expuestos a factores de riesgo ergonómico, derivados de la ejecución de las actividades que involucren manejo manual de cargas.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

La gestión de KPI´s de acuerdo con la NOM-036-STPS-2018 se desarrolló en las siguientes etapas que permitieron trabajar de manera adecuada acorde a la norma estas etapas son las siguientes cuatro etapas:

Etapa 1: Selección de puestos operativos y ocupantes seleccionados para la realización del diagnóstico en planta (siendo una parte importante dado que brinda la oportunidad de conocer el desarrollo de las tareas realizadas por el ocupante de cada puesto). Etapa 2: Realización del diagnóstico: Evaluación de factores de riesgo ergonómico en base a la NOM-036-STPS-2018. Etapa 3: Definición de KPI´s: Identificación de análisis y procesamiento de datos en base del diagnóstico realizado. En base a la NOM-036-1- STPS-2018. Etapa 4.-. Etapa en la que se desarrolló un manual que contiene los parámetros, indicadores, niveles de riesgo, y acciones para facilitar la comprensión de dicha norma, con la finalidad de cómo debe aplicarse y dar cumplimiento a la NOM-036. Comprendiendo en su contenido imágenes y siendo didáctico para quienes decidan aplicar NOM-036-STPS-2018. El desarrollo del presente estudio, nos permitió establecer una guía para cada KPI´s diseñado con instrucciones específicas donde defina la estructura funcional, formal y real de lo que se quiera comunicar dentro del manual desarrollado.

Enseguida, se muestra una síntesis del desarrollo de la implementación y diseño de KPI´s respectivos con base a los apartados técnicos (Check List) de la Norma de referencia:

#### CHECK LIST 2.- ESTIMACIÓN DEL RIESGO DE OPERACIONES DE TRANSPORTE DE CARGAS

A) Peso y ascenso de la carga/ frecuencia de transporte: El peso y la frecuencia de la operación de transporte.

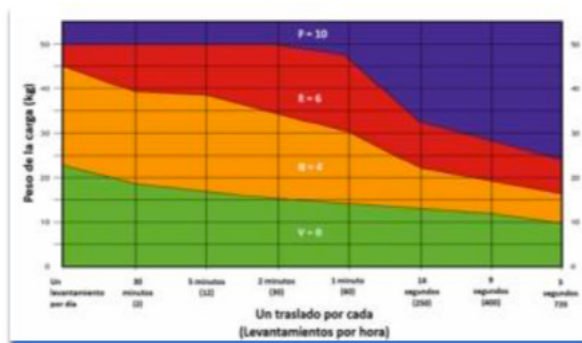


Fig.1 Peso y ascenso de la carga/ frecuencia de transporte en base a la NOM 036-1-STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico

B) Superficie de trabajo: Este factor considera las propiedades de la superficie donde el trabajador camina o permanece de pie, según se indica.

Piso seco, limpio y en buenas condiciones de mantenimiento Nivel: Verde Valor:0	Piso seco, pero en malas condiciones, desgastado o irregular Nivel: Naranja Valor:1	Piso contaminado/húmedo o desnivelado, superficie inestable o calzado inadecuado Nivel: Rojo Valor:2
---	---	--

Fig.2 Superficie de trabajo en base a la NOM 036-1-STPS- 2018, Factores de riesgo ergonómico

C) Distancia de transporte: Este factor indicará cuando la distancia total transportada por el Trabajador presente niveles altos o bajos de riesgo para él.

2 a 4 m Nivel: Verde Valor:0	Más de 4 m y menos de 10 m Nivel: Naranja Valor:1	Más de 10 m Nivel: Rojo Valor:3
------------------------------------	---	---------------------------------------

Fig.3 Distancia de transporte en base a la NOM 036-1-STPS- 2018, Factores de riesgo ergonómico

#### IV. RESULTADOS

Resultado: Manual De Procedimientos Para Implementación De La Nom-036-1-Stps-2018



Fig. 4 Manual en base a la NOM 036-1-STPS-2018 Fuente: Elaboración propia

Es una herramienta que apoya a la interpretación fundamental en orientar y hacer cumplir los procesos que rige dicha norma NOM-036-1-STPS-2018 Factores de riesgo ergonómico en el trabajo, con la finalidad de identificar alguna situación de riesgo que suelen presentarse en los centros de trabajo a la hora de realizar dichas actividades que involucren el manejo manual de cargas, Buscando garantizar el bienestar de la salud de los trabajadores. Algunos apartados principales del manual son; Las definiciones, las obligaciones del patrón y del trabajador. Fig.6 Gráficos ejemplo presentados dentro del manual en base a la NOM 036-1-STPS-2018 Fuente. Elaboración propia

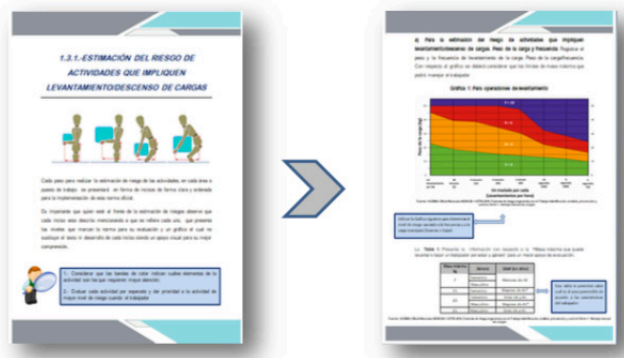


Fig.5 Secciones que comprenden el manual en base a la NOM 036-1-STPS-2018

Fuente. Elaboración propia

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La implementación de un manual ha permitido conocer la Nom-036-factores de riesgo ergonómica en los centros de trabajo, desarrollando de manera muy específica cada punto de la norma, de tal manera que los lectores puedan aplicar dicho procedimiento para la mejora continua de aquellos puestos con algún nivel de riesgo moderadamente alto, ya que conocer las causas se puede anticipar a los errores.

En esta tarea, la interpretación de KPI's estratégicos que permitan la implementación de la Norma: NOM-036-1-STPS-2018 donde se establece un diagnóstico detallado de los puestos, así como un análisis ergonómico de sus ocupantes, un manual con base a la traducción técnica de la NOM de referencia, para facilitar la comprensión de niveles de riesgo y posturas sanas con impacto en la calidad de vida laboral y personal de los trabajadores involucrados en el estudio. Siendo este una herramienta de apoyo fundamental en orientar y hacer cumplir los procesos que rige dicha norma, logrando detectar factores de riesgo ergonómico que suelen presentarse dentro de los puestos de trabajo buscando garantizar el bienestar de la salud de los trabajadores en el ámbito laboral.

## VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Un agradecimiento al Tecnológico Superior de Purísima del Rincón (ITSPR) por la oportunidad de participar en el 23° Verano de la Ciencia Región Centro. Se Agradece a la empresa: Procesadora y Maquiladora WYNY S.A de C.V, por el apoyo en la realización de este proyecto. Y un reconocimiento especial a la docente asesora, Mtra. Adriana Fragoso Mora por su compromiso, apoyo y motivación durante la implementación de la Norma NOM-036-STPS-2018 en condiciones reales de empresa durante el desarrollo de la investigación.

## REFERENCIAS

- DOMÍNGUEZ, A. P. F. (2018). Manual de procedimiento para la medición de piezas con máquina y procesos de manufactura.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo-Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas: [http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7468/stps11\\_C/stps11\\_C.html](http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7468/stps11_C/stps11_C.html).
- Anttila, J. y Jussila, K. (2017). ISO 9001: 2015: una reforma cuestionable. ¿Qué deben comprender y hacer las organizaciones ejecutoras? *Gestión de calidad total y excelencia empresarial*, 28 (9-10), 1090-1105.
- Fandiño Piamba, P. A., Hurtado Solis, M., & Estacio Cumbe, J. M. (2019). Análisis de riesgos según la metodología FMEA, basada en el sistema de gestión de salud (Doctoral dissertation, Universidad Santiago de Cali).

# GESTIÓN DE INDICADORES KPI 'S PARA EVALUAR FACTORES DE RIESGO ERGONÓMICO EN BASE A LA NOM-036-STPS-2018.

García Núñez Corina Samantha

Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón Blvd. del Valle # 2301,

Guardarrayas, Purísima del

Rincón, Gto., C.P. 36413

*Lrs17110006@purisima.tecnm.mx*

Asesora: Fragoso Mora Adriana

Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón Blvd. del Valle # 2301,

Guardarrayas, Purísima del

Rincón, Gto., C.P. 36413

*Adriana.fm@purisima.tecnm.mx*

Resumen -- Este proyecto de investigación se llevó a cabo con la recopilación de información a través de una serie de visitas en la empresa, tomando datos relevantes del trabajador laboralmente expuesto con relación al manejo manual de cargas en su centro de trabajo, desarrollando instrumentos para garantizar la información pertinente que permita el procesamiento de esta. Con el vaciado de los datos obtenidos para su análisis crítico haciendo uso del software que cumple las funciones del manejo masivo de datos, que facilita la presentación de resultados de manera gráfica, que apoyará a diagnosticar los factores de riesgo ergonómico y trastornos musculoesqueléticos para identificar, analizar, prevenir y controlar la salud de los trabajadores con base en la Norma: NOM-036 NOM-036-1-STPS-2018.

Palabras clave — Ergonomía, Nivel de riesgo, Manejo manual de cargas, Lesión musculoesquelética, Power BI.

Abstract — This research project was carried out with the collection of information through a series of visits in the company, taking relevant data from the worker exposed to work in relation to the manual handling of loads in their workplace, developing instruments to guarantee the information pertinent that allows the processing of the same. With the emptying of the data obtained for its critical analysis making use of the software that fulfills the functions of massive data management, which facilitates the presentation of results in a graphical way, which will support the diagnosis of ergonomic risk factors and musculoskeletal disorders to identify, analyze, prevent and control the health of workers based on the Standard: NOM-036 NOM-036-1-STPS-2018.

Keywords — Ergonomics, Risk level, Manual load handling, Musculoskeletal injury, Power BI.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las organizaciones han hecho uso de las tecnologías que se han creado y se han innovado a través de ellas para conseguir sus objetivos, además del cuidado en las medidas de seguridad para evitar accidentes y riesgos ergonómicos que pueda afectar la salud ocupacional y la calidad de vida de sus trabajadores. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS.2019) indica que existen una serie de factores de riesgos laborales y no laborales (carga física, organización del trabajo, psicosocial, individual y sociocultural) que contribuyen a causar enfermedades laborales. El factor de riesgo ergonómico es una característica del trabajo que puede incrementar la probabilidad de desarrollar un trastorno musculoesquelético, ya sea por estar presente de manera desfavorable o debido a que haya presencia simultánea con otros factores de riesgo. Los principales factores de riesgo ergonómico a considerar son: La generación de fuerzas: La generación de fuerzas interna en segmentos articulares de gran intensidad o con una frecuencia significativa. La alta frecuencia de movimientos: Aunque las acciones que se realicen no impliquen la realización de un esfuerzo significativo, la repetitividad puede afectar las características mecánicas de nuestros tejidos. La duración de larga exposición: Cuanto más tiempo se esté exponiendo al cuerpo a lo largo de la jornada laboral, más riesgo habrá (OMS.2019).

Debido a la importancia de lo antes expuesto, el desarrollo de la presente investigación, con la creación de un manual es esencial para la Norma 036-SPTS-1-2018 en cuanto al manejo manual de cargas mayor o igual a 3 Kgs, su transporte y levantamiento en el desarrollo de los trabajadores ocupacionalmente expuesta. Asimismo, es relevante para la toma de decisiones dentro de la empresa, en la indicación instrucciones, procedimientos y reglas de operación que se deben cumplir con base a los niveles de riesgo permisibles con base a la norma técnica de referencia. Finalmente el uso de software de recopilación de datos, análisis y presentación de la información es útil para encontrar que áreas se encuentran en riesgo o que personal está haciendo mal uso de su postura, encontrar una solución y atacar el problema salvaguardando su integridad, Por tanto, la presente investigación pretende el objetivo de Identificar, analizar y gestionar los factores de riesgo ergonómico bajo la NOM-036-1-STPS-2018 en puestos operativos a partir de una solución digital con interfaz gráfica con tecnología Power BI.( Solución de Business Intelligence).

## II. MARCO TEÓRICO

La siguiente investigación se realiza en base a la NORMA Oficial Mexicana NOM-036-1- STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo-Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas. Es aplicable para mover cargas a partir de 3 kilos o mayores, en los centros de trabajo de cualquier tipo de industria, enseguida la fundamentación teórica de la investigación en las principales definiciones:

1. Factores de riesgo ergonómico: Aquéllos que pueden conllevar sobre esfuerzo físico, movimientos repetitivos o posturas forzadas en el trabajo desarrollado, con la consecuente fatiga, errores, accidentes y enfermedades de trabajo, derivado del diseño de las instalaciones. (2018) Norma Oficial Mexicana NOM-036-01-STPS.
2. Levantar y bajar cargas: Aquellas actividades o tareas realizadas de forma manual, sin ayuda de maquinaria, que producen un momento-fuerza sobre la columna vertebral, y/o extremidades superiores e inferiores, sin importar la dirección. (2018) Norma Oficial Mexicana NOM-036-01-STPS.
3. Trastorno musculoesquelético laboral: Aquella lesión y enfermedad del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo causadas por la exposición laboral a factores de riesgo ergonómico. (2018) Norma Oficial Mexicana NOM-036-01-STPS.
4. Manejo manual de cargas; Carga manual: La actividad que desarrolla uno o varios trabajadores para levantar, bajar, empujar, jalar, transportar y/o estibar materiales, empleando su fuerza física utilizando o no equipo auxiliar. (2018) Norma Oficial Mexicana NOM-036-01-STPS.



5. Power BI: Plataforma unificada y escalable para inteligencia empresarial (BI) de autoservicio y de la empresa, que es fácil de usar y ayuda a obtener conocimientos sobre los datos. (2020). Power BI. Microsoft. Entre sus principales beneficios se encuentran:

Microsoft Power BI es la solución de Business Intelligence online que le permite encontrar y visualizar los datos, compartir y colaborar de una manera muy novedosa e intuitiva. Descubriendo nuevas oportunidades de negocio  
Reducción de costes al prevenir sucesos antes de que éstos sucedan  
Aumento de la competitividad como resultado de la toma de mejores decisiones de negocio.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

La gestión de KPI´s de acuerdo con la NOM-036-STPS-2018 se desarrolló en las siguientes etapas de: Etapa 1: Selección de puestos operativos y ocupantes seleccionados para la realización del diagnóstico en planta. Etapa 2: Realización del diagnóstico: Evaluación de factores de riesgo ergonómico en base a la NOM-036-STPS-2018. Etapa 3: Definición de KPI´s: Identificación de análisis y procesamiento de datos en base del diagnóstico realizado. En base a la NOM-036-1-STPS-2018. Etapa 4: Vaciado y análisis de datos en Power BI, mediante la depuración de estos, diseño de fórmulas, presentación de KPI´s con la programación respectiva del desarrollo de gráficos por cada puesto al respecto. Etapa 5: Visualización de KPI´s: Haciendo uso del software Power BI que cumple las funciones de la interpretación masiva de datos, facilita la presentación de los resultados de manera gráfica. Misma etapa en la que se desarrolló un manual que contiene los parámetros, indicadores, niveles de riesgo, y acciones para facilitar la comprensión de dicha norma, con la finalidad de cómo debe aplicarse y dar cumplimiento a la NOM-036.

El desarrollo del presente estudio, nos permitió establecer una guía para cada KPI´s diseñado con instrucciones específicas donde defina la estructura funcional, formal y real de lo que se quiera comunicar dentro del manual desarrollado. Por otro lado, la implementación de la herramienta Power BI facilitó la interpretación y análisis preciso de los datos por medio de su interfaz gráfica para la toma de decisión correspondiente.

Enseguida, se muestra una síntesis del desarrollo de la implementación y diseño de KPI´s respectivos con base a los apartados técnicos (Check List) de la Norma de referencia:

Check List.- Evaluación del riesgo de operaciones de manejo manual de cargas en equipo

A) Región de levantamiento vertical: La posición de las manos del trabajador al inicio del levantamiento y a medida que la operación progresa. Siempre evalúe el “peor de los casos”.



Fig.5 Región de levantamiento vertical en base a la NOM 036-1-STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico

A) Torción y flexión lateral del torso: I. El torso del trabajador a medida que levanta la carga. Si el torso se tuerce en relación con las caderas y los muslos o el trabajador se inclina hacia un lado a medida que levanta la carga, el color de la banda es naranja y II. Si el torso se tuerce y se dobla hacia un lado a medida que se levanta la carga, el color de la banda es rojo.

Aquí se mide la carga real y la carga que debería manejar el trabajador en puestos donde se requiere hacer el uso



manejo manual de cargas en equipo, señalando así ya sea el color indicado anteriormente con los valores que se hayan asignado durante el análisis de la jornada de trabajo en la empresa.

#### IV. RESULTADOS

##### Resultado : INTERFAZ GRÁFICA INTERACTIVA A PARTIR DE POWER BI

Se creó un de un diseño en el (software Power BI) que se mostró a la empresa este permitió manejo de los datos recopilados de cada puesto seleccionado para ser evaluado de acuerdo con los parámetros que comprende a la norma. Dicha interpretación permitirá la organización preparar y publicar resultados de manera gráfica que ayudara a la toma de decisiones oportunas para llevar a cabo las acciones de mejora para prevenir alteraciones y lesiones musculo esqueléticas en los puestos están en un rango no aceptables y cuales si, en consideración de las posturas que realizan en sus labores cotidianas.

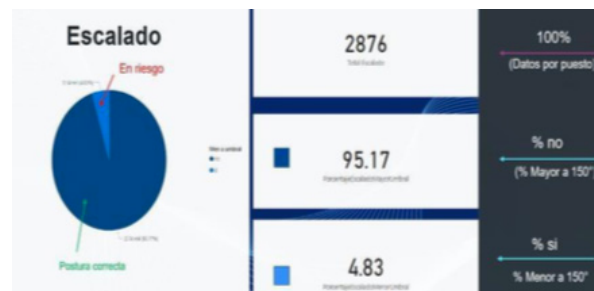
Fig. 8 Grafico de evaluación de los puestos con Power BI en puesto de bancada en base a la NOM 036-1-STPS-2018 Fuente: Elaboración propia



Los gráficos muestran tanto los números reales como los porcentajes de los datos totales obtenidos, así como el porcentaje de tiempo en que el trabajador tiene una postura sana y cuando presenta una postura de trabajo riesgosa que le puede causar daños en su salud, ayudando de esta manera a la empresa a que detecte rápidamente que puestos pueden estar en peligro, actuar de manera acertada y prevenir tanto lesiones en sus trabajadores como gastos médicos en caso de que llegara a ocurrir un accidente en el trabajo.

Además de mostrar el límite de inclinación al que el trabajador muestra una buena postura, basándose en la norma se puede observar cuando estos límites se cruzan generando desgaste en articulaciones y músculos que llevan a los accidentes de trabajo o lesiones musculoesqueléticas en jornada laboral, para un mejor funcionamiento de las áreas de trabajo es mejor actuar de manera rápida y precisa para evitar problemas futuros que requieran de mayor atención y tiempo por parte de la empresa o que genere ausentismo en los trabajadores.

Fig. 10 Grafico de evaluación de los puestos con Power BI en puesto de Escalado en base a la NOM 036-1-STPS-2018 Fuente: Elaboración propia



## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En México, de acuerdo con Guadalupe Rivera, se calcula que ocurre un accidente de trabajo cada 58 segundos. En este sentido, el manejo manual de cargas en actividades industriales, es hoy una prioridad como herramienta de diagnóstico y evaluación por su impacto en la salud ocupacional de la población expuesta a lesiones de riesgo ergonómico y musculo esquelético.

En esta tarea, la interpretación de KPI's estratégicos que permitan la implementación de la Norma: NOM-036-1-STPS-2018 exige un diagnóstico detallado de los puestos, así como un análisis ergonómico de sus ocupantes, en cuanto a su complejidad, edad, peso, estatura, en condiciones reales de trabajo, razón por la cual para atender las necesidades de la empresa se desarrolló un manual con base a su traducción técnica de la NOM de referencia para facilitar la comprensión de niveles de riesgo y posturas sanas con impacto en la calidad de vida laboral y personal de los trabajadores involucrados en el estudio.

Finalmente en cuanto a datos masivos y su tratamiento para la evaluación de manera gráfica se ofrece a la organización una visualización con interfaz sobre la postura o ángulo de inclinación, en cada una de las áreas de trabajo con programación de fórmulas que permiten un grado mínimo como aceptable y un grado máximo como riesgo, a partir del uso de la tecnología Power BI. (Solución de Business Intelligence), lo cual puede replicarse a futuras investigaciones, en nuevos puestos, en otras áreas de la empresa y como proyecto en la aplicación de nuevas Norma Oficiales Mexicanas en estudios similares con impacto a la salud ocupacional y calidad de vida de los trabajadores involucrados.

## VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradecemos a la empresa: Procesadora y Maquiladora WYNY S.A de C.V, por el apoyo en la realización de este proyecto. Nuestro agradecimiento al Tecnológico Superior de Purísima del Rincón (ITSPR) por la oportunidad de participar en el 23° Verano de la Ciencia Región Centro. Un grato reconocimiento al docente Luis Emmanuel Carreón Aranda quien brindo su tiempo y conocimiento para asesorar el proceso de análisis de datos y manejo del software Power BI. Un reconocimiento especial a la docente asesora, Mtra. Adriana Fragoso Mora por su compromiso, apoyo y motivación durante la implementación de la Norma NOM-036-STPS-2018 en condiciones reales de empresa durante el desarrollo de la investigación.

## REFERENCIAS

NORMA Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo-Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas: [http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7468/stps11\\_C/stps11\\_C.html](http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7468/stps11_C/stps11_C.html).

Power, B. I., Excel, U., Desktop, P. B., & Tiles, P. Microsoft power bi. Available here: <https://powerbi.microsoft.com/en-us>. (2020)

## GESTIÓN DE INDICADORES KPI 'S PARA EVALUAR FACTORES DE RIESGO ERGONÓMICO EN BASE A LA NOM-036-STPS-2018.

De Anda Villanueva Juana María Guadalupe  
 Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón Blvd. del Valle # 2301,  
 Guardarrayas, Purísima del  
 Rincón, Gto., C.P. 36413  
*Lms17110394@purisima.tecnm.mx*

Asesora: Fragoso Mora Adriana  
 Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón Blvd. del Valle # 2301,  
 Guardarrayas, Purísima del  
 Rincón, Gto., C.P. 36413  
*Adriana.fm@purisima.tecnm.mx*

Resumen -- Este proyecto de investigación se llevó a cabo con la recopilación de información a través de una serie de visitas en la empresa, tomando datos relevantes del trabajador laboralmente expuesto con relación al manejo manual de cargas en su centro de trabajo, desarrollando instrumentos para garantizar la información pertinente que permita el procesamiento de esta. Con el vaciado de los datos obtenidos para su análisis crítico haciendo uso del software que cumple las funciones del manejo masivo de datos, que facilita la presentación de resultados de manera gráfica, que apoyará a diagnosticar los factores de riesgo ergonómico y trastornos musculoesqueléticos para identificar, analizar, prevenir y controlar la salud de los trabajadores con base en la Norma: NOM-036 NOM-036-1-STPS-2018.

Palabras clave — Ergonomía, Nivel de riesgo, Manejo manual de cargas, Lesión musculoesquelética, Power BI.

Abstract — This research project was carried out with the collection of information through a series of visits in the company, taking relevant data from the worker exposed to work in relation to the manual handling of loads in their workplace, developing instruments to guarantee the information pertinent that allows the processing of the same. With the emptying of the data obtained for its critical analysis making use of the software that fulfills the functions of massive data management, which facilitates the presentation of results in a graphical way, which will support the diagnosis of ergonomic risk factors and musculoskeletal disorders to identify, analyze, prevent and control the health of workers based on the Standard: NOM-036 NOM-036-1-STPS-2018.

Keywords — Ergonomics, Risk level, Manual load handling, Musculoskeletal injury, Power BI.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen diferentes organizaciones que buscan softwares para mejorar sus procesos mediante el uso de herramientas digitales de bajo costo, tal como el Excel que estén a la disposición del personal y todas las áreas del trabajo, el Excel según (Sanchez, 2013) cita, que es un software de aplicación que ofrece Office a través del cual se pueden realizar operaciones con números organizados en una cuadrícula, implementar de fórmulas, crear gráficas, realizar cálculos probabilísticos, análisis de datos, estadística descriptiva, generar macros, entre otras acciones. Gracias al uso de esta herramienta se busca procesar esa información para hacerlo de manera dinámica para el manejo de datos, utilizando filtros que permitan la visualización de los KPI S del check list, sintetizando los niveles de riesgo del personal expuestos a factores ergonómicos clasificándolos de esta manera. Finalmente, el uso de una herramienta de recopilación de datos, análisis y manejo de la información es útil para gestionar que áreas y/o personal ocupacionalmente expuesto se encuentran en riesgo encontrar una solución. Por tanto, la presente investigación pretende el objetivo de Identificar, analizar y gestionar los factores de riesgo ergonómico bajo la NOM- 036-1-STPS-2018 en puestos operativos a partir de una solución digital con interfaz gráfica con tecnología Power BI.( Solución de Business Intelligence).

## II. MARCO TEÓRICO

La siguiente investigación se realiza en base a la NORMA Oficial Mexicana NOM-036-1- STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo-Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas. Es aplicable para mover cargas a partir de 3 kilos o mayores, en los centros de trabajo de cualquier tipo de industria, enseguida la fundamentación teórica de la investigación en las principales definiciones:

1. Factores de riesgo ergonómico: Aquéllos que pueden conllevar sobre esfuerzo físico, movimientos repetitivos o posturas forzadas en el trabajo desarrollado, con la consecuente fatiga, errores, accidentes y enfermedades de trabajo, derivado del diseño de las instalaciones. (2018) Norma Oficial Mexicana NOM-036-01-STPS.
2. Levantar y bajar cargas: Aquellas actividades o tareas realizadas de forma manual, sin ayuda de maquinaria, que producen un momento-fuerza sobre la columna vertebral, y/o extremidades superiores e inferiores, sin importar la dirección. (2018) Norma Oficial Mexicana NOM-036-01-STPS.
3. Trastorno musculoesquelético laboral: Aquella lesión y enfermedad del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo causadas por la exposición laboral a factores de riesgo ergonómico. (2018) Norma Oficial Mexicana NOM-036-01-STPS.
4. Manejo manual de cargas; Carga manual: La actividad que desarrolla uno o varios trabajadores para levantar, bajar, empujar, jalar, transportar y/o estibar materiales, empleando su fuerza física utilizando o no equipo auxiliar. (2018) Norma Oficial Mexicana NOM-036-01-STPS.
5. Una macro es un conjunto de instrucciones que sirven para automatizar procesos Refiriéndonos a Excel, supongamos que realizamos frecuentemente la acción de seleccionar un rango para aplicarle negrita, cambio de fuente y centrado. En lugar de hacer estas acciones manualmente, se puede elaborar una macro e invocarla para que ejecute los tres procesos automáticamente. (Microsoft Excel, 2019)
6. ¿Para qué sirven los Macros en Excel? Las Macros en Excel son una herramienta óptima para realizar tareas rutinarias o procesos complejos, que nos permiten sacarle mucho provecho a las hojas de cálculos. Puedes obtener muchas ventajas de ellas, tales como ( Pérez, 2021):

Eficiencia: Con herramientas como los Macros en Excel, un trabajo que te lleva realizarlo en horas, puedes realizarlo en segundos. Desde procedimientos sencillos y complejos, hasta personalización de las celdas, puedes ejecutar tus tareas en Excel, con mayor eficiencia. Por otro lado, muchos de los procesos que hacemos en Excel, al tener un alto nivel de complejidad, lleva a cometer errores. En un ámbito laboral, estos errores pueden refle-

jarse en pérdidas de tiempo o de dinero e incluso en campos como la contaduría, podría reflejarse en problemas legales.

Así que, al automatizar estos procesos con las Macros en Excel, no solo evitamos el trabajo tedioso, sino que sabemos que siempre y cuando hagamos un buen uso de esta herramienta, el resultado final será efectivo y certero. Versatilidad: Aunque Excel cuente con muchísimas herramientas, los Macros para Excel no son más que otro componente que nos pueden ayudar a diseñar nuevas funcionalidades. Si sabes programar, puedes crear un mundo entero dentro de Excel añadiendo nuevas funciones a través de código. (Pérez, 2021)

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

La gestión de KPI´s de acuerdo con la NOM-036-STPS-2018 se desarrolló en las siguientes etapas de:

Etapas 1: Selección de puestos operativos y ocupantes seleccionados para la realización del diagnóstico en planta.

Etapas 2: Realización del diagnóstico: Evaluación de factores de riesgo ergonómico en base a la NOM-036-STPS-2018.

Etapas 3: Definición de KPI´s: Identificación de análisis y procesamiento de datos en base del diagnóstico realizado. En base a la NOM-036-1-STPS-2018.

Etapas 4: Vaciado y análisis de datos en herramienta Excel para la elaboración de una macro, mediante la presentación de KPI´s.

El desarrollo del presente estudio nos permitió establecer una macro en Excel para vaciar los KPI´s para conocer de manera más dinámica los datos arrojados de dicho personal expuesto ocupado.

Enseguida, se muestra una síntesis del desarrollo de la implementación y diseño de KPI´s respectivos con base a los apartados técnicos (Check List) de la Norma de referencia:

Check List 1.- Estimación del riesgo de actividades que impliquen levantamiento/descenso de cargas.

A) Peso y ascenso de la carga/ frecuencia de transporte: El peso y la frecuencia de levantamiento de la carga el nivel de riesgo asociado a la frecuencia y a la carga manejada (levantar o bajar).

B) Distancia horizontal entre las manos desde la parte inferior de la espalda: La distancia horizontal que existe entre las manos de cada trabajador y la parte inferior de su espalda considerar siempre “el peor de los casos”.

C) Región de levantamiento vertical: Observar la posición de las manos del trabajador al inicio del levantamiento y a medida que la operación progresa. Siempre considerar el “peor de los casos”

D) Torsión y flexión lateral del torso: Observar el torso del trabajador a medida que levanta la carga. Si el torso se tuerce en relación con las caderas y los muslos o el trabajador se inclina hacia un lado a medida que levanta la carga, el color de la banda es naranja. Si el torso se tuerce y se dobla hacia un lado a medida que se levanta la carga, el color de la banda es rojo.

E) Restricciones posturales:

I. Si los movimientos del trabajador no están obstaculizados, la banda será de color verde.

II. Si el trabajador adopta posturas incómodas o forzadas durante el levantamiento de una carga debido al espacio disponible (por ejemplo, espacio estrecho entre el pallet y una tolva de descarga) o el diseño de la estación de trabajo (por ejemplo, un transportador de monorriel excesivamente alto para colocar o tomar la carga), el color de la banda será naranja, y

III. Si la postura es severamente restringida, el color de la banda será rojo (por ejemplo, trabajo en áreas confinadas como una bodega).

F) Acoplamiento mano-carga (elementos de sujeción): Este factor considera las propiedades geométricas y de diseño de la carga que se va a manejar, en cuanto a su interacción con las manos del trabajador, según se indica a continuación.

G) Superficie de trabajo: Este factor considera las propiedades de la superficie donde el trabajador camina o permanece de pie, según se indica a continuación.

#### IV. RESULTADOS

Resultado: MACRO DINÁMICA para la gestión estratégica de KPI´s en factores de riesgo ergonómico, determinados en el proyecto, asimismo cumple con el objetivo de facilitar la concentración de los datos a través del filtrado de información dando mayor entendimiento o comprensión a personas que no están muy familiarizadas con los indicadores que establece la norma de referencia.

#### V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En México, de acuerdo con Guadalupe Rivera, se calcula que ocurre un accidente de trabajo cada 58 segundos. En este sentido, el manejo manual de cargas en actividades industriales, es hoy una prioridad como herramienta de diagnóstico y evaluación por su impacto en la salud ocupacional de la población expuesta a lesiones de riesgo ergonómico y musculo esquelético.

En esta tarea, la interpretación de KPI´s estratégicos que permitan la implementación de la Norma: NOM-036-1-STPS-2018 exige un diagnóstico detallado de los puestos, así como un análisis ergonómico de sus ocupantes, en cuanto a su complejidad, edad, peso, estatura, en condiciones reales de trabajo, razón por la cual para atender las necesidades de la empresa se desarrolló un manual con base a su traducción técnica de la NOM de referencia para facilitar la comprensión de niveles de riesgo y posturas sanas con impacto en la calidad de vida laboral y personal de los trabajadores involucrados en el estudio.

#### VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradecemos a la empresa: Procesadora y Maquiladora WYNY S.A de C.V, por el apoyo en la realización de este proyecto. Se agradece al Tecnológico Superior de Purísima del Rincón (ITSPR) por la oportunidad de participar en el 23° Verano de la Ciencia Región Centro. Un reconocimiento especial a la docente asesora, Mtra. Adriana Frago Mora por su compromiso, apoyo y motivación durante la implementación de la Norma NOM-036-STPS- 2018 en condiciones reales de empresa durante el desarrollo de la investigación.

#### REFERENCIAS

NORMA Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo-Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas: [http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7468/stps11\\_C/stps11\\_C.html](http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7468/stps11_C/stps11_C.html).

2021, Pérez Yohanny, Crehana, Macros en Excel: <https://www.crehana.com/mx/blog/negocios/macros-excel/>  
2018, Victor Habib Vega A., Centro de Capacitación Ditlag, ventajas de la macro Excel, <https://ditlag.wordpress.com/2018/04/17/ventajas-de-las-macros-en-excel/>

2021, FernandezYubal Macros de Excel: qué son, cómo funcionan y cómo crearlos, <https://www.xataka.com/basics/macros-excel-que-como-funcionan-como-crearlos>





## AUTOESTIMA, DEPRESIÓN Y PREOCUPACIÓN SEXUAL EN ADULTOS EN ETAPA DE PREVEJEZ

Est. Danae Zúñiga Zamacona

Facultad de Enfermería “Dr. Santiago Valdés Galindo Universidad Autónoma de Coahuila  
Calz Francisco I. Madero 1237, Zona Centro, 25000 Saltillo, Coah.

*danaezuniga@uadec.edu.mx*

ME Isai Arturo Medina Fernández

Facultad de enfermería “Dr. Santiago Valdés Galindo Universidad Autónoma de Coahuila  
Calz Francisco I. Madero 1237, Zona Centro, 25000 Saltillo, Coah.

*isai-medina@uadec.edu.mx*

Resumen — Los adultos que perciben a los adultos mayores con una actitud favorable o positiva ante la sexualidad en la vejez, muestran una orientación encauzada a la aceptación. En cuanto a las actitudes hacia la vejez son creencias negativas o positivas en esta etapa de la vida, la cual, al ser negativas puede ocasionar prácticas discriminatorias. Se tiene como objetivo determinar la relación de las actitudes hacia la vejez sobre las actitudes hacia la sexualidad del adulto mayor en adultos de 45 a 59 años. Se cuenta con un diseño Descriptivo, correlacional, la muestra estuvo constituida por 36 adultos de entre 45 a 59 años de Saltillo, Coahuila México, con un muestreo no probabilístico a conveniencia,  $x=48$  ( $DE= 5.25$ ). Se encontró que a mayor actitud negativa hacia la vejez es menor la actitud favorable hacia la sexualidad en el adulto mayor.

Palabras clave — Adulto Mayor, Sexualidad, Actitud hacia la vejez.

Abstract - Adults who perceive older adults with a favorable or positive attitude towards sexuality in old age show an orientation aimed at acceptance. Regarding attitudes towards old age, they are negative or positive beliefs at this stage of life, which, being negative, can cause discriminatory practices. The objective is to determine the relationship of attitudes towards old age on attitudes towards sexuality of the elderly in adults aged 45 to 59 years. There is a descriptive, correlational design, the sample consisted of 36 adults between 45 and 59 years of age from Saltillo, Coahuila Mexico, with a non-probabilistic convenience sampling,  $x = 48$  ( $SD = 5.25$ ). It was found that the greater the negative attitudes towards old age, the less the favorable attitude towards sexuality in the elderly. Keywords — Older Adult, Sexuality, Attitude towards old age.

## I. INTRODUCCIÓN

Al hablar de la vejez es indicar un período vital donde ocurren cambios en las condiciones físicas, funcionales, mentales y de salud de las personas. En cuanto a los aspectos psicológicos, la respuesta al envejecimiento está determinada por la percepción desarrollada por la persona, la cual se asocia con pérdidas del rol social y su vigor físico, así como sexual, no obstante, a pesar de experimentar estas pérdidas, las personas continúan siendo seres que se desarrollan en las diversas esferas, como es el caso de la esfera sexual [1], [2]

En la etapa de la prevejez es un periodo de tiempo donde los adultos tienen una declinación en cuanto a ciertas funciones corporales, como es la sexualidad, debido a cambios hormonales, presencia de andropausia y menopausia, esto puede ocasionar depresión sexual, baja autoestima sexual y preocupación sexual. Por lo tanto, este grupo generacional tiene cambios que puede ocasionar un impacto negativo en otros grupos poblaciones, es decir tener percepciones erróneas que pueden influir en un bienestar futuro[3].

No obstante, el percibir una sexualidad adecuada podría influir sobre la percepción de los cambios físicos y fisiológicos al llegar la etapa de la vejez, el cual ocasiona la creencia o actitudes de que son seres asexuados, lo que limita que al ser adulto mayor se persigan los mismos objetivos que en otras etapas de la vida: placer del contacto corporal, comunicación, dignidad y la seguridad emocional que ocasiona sentirse querido [4].

Considerando lo anterior se propuso el objetivo de describir la sexualidad en adultos en etapa de prevejez de Saltillo, Coahuila

## II. METODOLOGÍA

Estudio descriptivo I, muestreo a conveniencia y recolección de datos basados en las redes sociales. Previo a la administración de instrumentos se dio lectura a consentimiento informado y tras su aprobación se dio inicio con la recolección de datos.

se administró la escala corta de sexualidad con alfa de Cronbach de 0.83, la cual evalúa la percepción de la conducta sexual a través de 15 reactivos, divididos en tres subescalas, autoestima sexual, depresión sexual y preocupación sexual. La puntuación de esta escala oscila entre 15 y 75, el tipo de respuesta es en escala tipo Likert, que va desde total desacuerdo y a totalmente de acuerdo (1 a 5 puntos). Los reactivos del 1 al 5 evalúan autoestima sexual, los del 6 al 10 depresión sexual y del 11 al 15 preocupación sexual, Los resultados indican que, a mayor puntuación, mayor aprecio hacia su conducta sexual [5].

Posterior a la recolección de datos, se hizo el análisis con el programa SPSS v 22 mediante estadística descriptiva como frecuencia, porcentaje, media, desviación estándar, valor máximo y mínimo.

## RESULTADOS

La muestra estuvo constituida por 37 adultos en etapa de prevejez de 45 a 59 años  $x=40$  (DE= 4.32), de los cuales el 81.1% son mujeres y 18.9% hombres. En su mayoría son casados con un 59.9%, seguido de solteros 18.9%, unión libre 10.8% y divorciados en un 10.8%. No obstante, los descriptivos de las variables del estudio se encuentra en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción de las variables actitudes hacia la sexualidad en la vejez y actitudes hacia la vejez

	Mín.	Máx.	M	Desv. típ.
Sexualidad	32	47	38.54	4.32
Autoestima sexual	9	19	15.22	2.42

Depresión sexual	9	22	14.70	3.23
Preocupación sexual	5	18	8.62	3.64

Nota: N= número total, Min= mínimo, Max= máximo, M= media y Desv. Tip. = desviación estándar.

Tabla 2. Descripción de ítems de sexualidad

	TD %	DSA %	ND	DA %	TA %
Soy una buena pareja sexual	10.8	16.2	13.5	59.5	100.0
Yo calificaría mi habilidad sexual como muy alta	10.8	18.9	40.5	29.7	100.0
Pienso que soy una muy buena pareja a nivel sexual	10.8	13.5	32.4	43.2	100.0
Tengo confianza en mí mismo como pareja sexual	64.9	24.3	5.4	2.7	100.0
Yo me calificaría en un nivel bajo como pareja sexual	62.3	27.0	0.0	10.8	100.0
Me siento cómodo con mi sexualidad	5.4	2.7	10.8	81.1	100.0
Me siento deprimido por los aspectos sexuales de mi vida	2.7	2.7	10.8	13.5	100.0
me siento triste con mi vida sexual	67.6	8.1	5.4	16.2	100.0
Me siento decepcionado por la calidad de mi vida sexual	67.6	2.7	5.4	18.9	100.0
Me siento feliz con mi vida sexual	37.8	8.1	43.2	10.8	100.0
Pienso en sexo todo el tiempo	37.8	8.1	43.2	10.8	100.0
Tiendo a estar preocupados con temas sexuales	59.5	10.8	21.6	5.4	100.0
Pienso en sexo más que en cualquier otra cosa	70.3	16.2	0.0	13.5	100.0
Estoy constante mente pensando en tener relaciones sexuales	73.0	5.4	10.8	10.8	100.0
Pienso en sexo una gran parte del tiempo	75.7	8.1	8.1	8.1	100.0

Nota: TD= totalmente desacuerdo, DSA= desacuerdo, DA= de acuerdo, TDA= totalmente de acuerdo, ND= ni de acuerdo ni en desacuerdo

### III. CONCLUSIONES

La sexualidad en el adulto en etapa de prevejez estuvo disminuido en las áreas de autoestima, depresión y preocupación sexual, siendo la última la más afectada. Estos resultados servirán de base para plantear futuras intervenciones multidisciplinarias con el fin de facilitar la transición a un envejecimiento exitoso,

### IV. RECONOCIMIENTOS

Expresamos nuestro reconocimiento a la Universidad Autónoma de Coahuila por las oportunidades que nos brindan para entrar a este verano de investigación, donde nos ofrecen un amplio conocimiento, además de ex-

perencias únicas las cuales nos permiten mejor en el ámbito de la investigación, de igual forma a nuestro asesor ME Isai Arturo Medina Fernández por motivarnos a seguir el camino de la investigación y ayudarnos a adquirir nuevos aprendizajes.

#### REFERENCIAS

- [1] R. Rivera and Z. Santiago, “Sexualidad y disfunción sexual en hombres mayores de 60 años de edad: Un estudio cualitativo,” *Rev. Puertorriquena Psicol.*, vol. 27, no. 1, pp. 116–132, 2016.
- [2] S. Santos and S. Carlos, “Sexualidad en la Vejez: ¿Una realidad incómoda o una nueva realidad?,” *Perspect. En Psicol. Rev. Psicol. y Ciencias Afines*, vol. 5, pp. 28–36, 2008.
- [3] P. Herrera and K. Oliva, “La sexualidad en la tercera edad. información y actitudes desde la posición de adulto mayor,” *Rev. Cuba. Altern. en Psicol.*, vol. 5, no. 15, pp. 48–54, 2017, [Online]. Available: <http://www.alfepsi.org/wp-content/uploads/2017/08/alternativas-cubanas-en-psicologia-v5n15.pdf>.
- [4] L. Granadilla, M. Árraga, and B. Sierraalta, “Actitud hacia la vejez de estudiantes de Gerontología,” *Rev. la Univ. del Zulia*, pp. 43–57, 2015.
- [5] F. Soler et al., “Adaptation and Validation of the Brief Sexuality Scale in Colombian and Spanish Populations,” *Int. J. Psychol. Psychol. Ther.*, vol. 16, no. 3, pp. 343–356, 2016.

## ACTITUD HACIA LA SEXUALIDAD DEL ADULTO MAYOR Y VEJEZ EN LA ADULTEZ MEDIA: PRUEBA PILOTO

Est. Daniela Camarillo Almanza

Facultad de Enfermería “Dr. Santiago Valdés Galindo Universidad Autónoma de Coahuila  
Calz Francisco I. Madero 1237, Zona Centro, 25000 Saltillo, Coah.

*danielaalmanza@uadec.edu.mx*

ME Isai Arturo Medina Fernández

Facultad de enfermería “Dr. Santiago Valdés Galindo Universidad Autónoma de Coahuila  
Calz Francisco I. Madero 1237, Zona Centro, 25000 Saltillo, Coah.

*isai-medina@uadec.edu.mx*

Resumen — Los adultos que perciben a los adultos mayores con una actitud favorable o positiva ante la sexualidad en la vejez, muestran una orientación encauzada a la aceptación. En cuanto a las actitudes hacia la vejez son creencias negativas o positivas en esta etapa de la vida, la cual, al ser negativas puede ocasionar prácticas discriminatorias. Se tiene como objetivo determinar la relación de las actitudes hacia la vejez sobre las actitudes hacia la sexualidad del adulto mayor en adultos de 45 a 59 años. Se cuenta con un diseño Descriptivo, correlacional, la muestra estuvo constituida por 36 adultos de entre 45 a 59 años de Saltillo, Coahuila México, con un muestreo no probabilístico a conveniencia,  $x=48$  ( $DE= 5.25$ ). Se encontró que a mayor actitud negativa hacia la vejez es menor la actitud favorable hacia la sexualidad en el adulto mayor.

Palabras clave — Adulto Mayor, Sexualidad, Actitud hacia la vejez.

Abstract - Adults who perceive older adults with a favorable or positive attitude towards sexuality in old age show an orientation aimed at acceptance. Regarding attitudes towards old age, they are negative or positive beliefs at this stage of life, which, being negative, can cause discriminatory practices. The objective is to determine the relationship of attitudes towards old age on attitudes towards sexuality of the elderly in adults aged 45 to 59 years. There is a descriptive, correlational design, the sample consisted of 36 adults between 45 and 59 years of age from Saltillo, Coahuila Mexico, with a non-probabilistic convenience sampling,  $x = 48$  ( $SD = 5.25$ ). It was found that the greater the negative attitudes towards old age, the less the favorable attitude towards sexuality in the elderly.

Keywords — Older Adult, Sexuality, Attitude towards old age.



## I. INTRODUCCIÓN

El envejecimiento se presenta a lo largo del ciclo vital, donde se experimentan cambios de orden físico, psicológico y social, de esta manera la vejez hace referencia a partir de los 60 años[1], según el Consejo Nacional de Población, en 2020 los adultos mayores representaron una cifra de 12.3% del total de habitantes de México; sin embargo, este indicador alcanzará un 16.8% en 2050[2].

Por lo tanto, este grupo generacional tiene cambios que puede ocasionar un impacto negativo en otros grupos poblacionales, es decir tener percepciones erróneas que pueden influir en un bienestar futuro[3]. Así mismo, los adultos en etapa de adultez media que perciben a los adultos mayores con una actitud favorable o positiva ante la sexualidad en la vejez muestran una orientación encauzada a la aceptación de esta como proceso natural de la vida, disfrutable y agradable[4].

Las actitudes hacia la vejez y hacia la sexualidad en la vejez pueden tener un impacto en un futuro del adulto joven, debido a que la percepción que se tiene sobre la esfera sexual y los efectos del envejecimiento que sufrirán en algún momento de su vida se pueden ver afectados[5].

Por ello la percepción de los cambios, que sufre la sexualidad del adulto según avanza la edad puede ser considerada saludable, ya que las personas experimentan un crecimiento sexual, viven sin culpas o prejuicios, conocen su cuerpo y saben expresar sus deseos.

## II. METODOLOGÍA

Estudio descriptivo correlacional, muestreo a conveniencia y recolección de datos basados en las redes sociales. Previo a la administración de instrumentos se dio lectura a consentimiento informado y tras su aprobación se dio inicio con la recolección de datos

De primera instancia se aplicó la escala de actitudes hacia la sexualidad del adulto mayor, la cual se evaluó a través de 18 ítems y 3 subescalas: deseos sexuales, hombres ante la sexualidad, mitos hacia la sexualidad y cambios fisiológicos. Los resultados indicaron que a mayor puntuación, mejor actitud favorable hacia la sexualidad en la vejez. La versión cuenta con un alfa de Cronbach de .87 [6].

Así mismo, se utilizó un cuestionario de actitudes a la vejez, esta es evaluada por 21 ítems y 3 subescalas: estereotipos negativos físicos y conductuales, miedo al propio envejecimiento, miedo al deterioro intelectual y al abandono. Los resultados del instrumento indican que, a mayor puntuación, mayor actitud negativa hacia la vejez. La versión cuenta con una confiabilidad de alfa de Cronbach de .83[7].

Posterior a la recolección de datos, se hizo el análisis con el programa SPSS v 22 mediante estadística descriptiva como frecuencia, porcentaje, media, desviación estándar, valor máximo y mínimo. Así mismo se realizó una prueba de normalidad Kolmogorov Smirnov, encontrando una distribución no normal de las variables ( $p < .05$ ), referido a lo anterior se procedió a usar la prueba de Spearman para correlación de variables.

## III. RESULTADOS

La muestra estuvo constituida por 36 adultos en etapa de prevejez de 45 a 59 años  $x=48$  ( $DE= 5.25$ ), de los cuales el 80.6% son mujeres y 19.4% hombres. En su mayoría son casados con un 61.1%, seguido de solteros 19.4%, unión libre 11.1% y divorciados en un 8.3%. No obstante, los descriptivos de las variables del estudio se encuentra en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción de las variables actitudes hacia la sexualidad en la vejez y actitudes hacia la vejez

	Mín.	Máx.	M	Desv. típ.
Actitudes hacia la sexualidad en la vejez	37	70	52.56	7.96
deseos sexuales	10	20	15.19	2.43

	hombres ante la sexualidad	5	12	7.42	1.64
	mitos ante la sexualidad	14	24	19.28	2.72
	Cambios fisiológicos	7	16	10.67	2.33
Actitudes hacia la vejez		22	60	38.22	9.084
	Estereotipos negativos físicos y conductuales	11	28	17.64	5.15
	miedo al propio envejecimiento	4	13	6.56	2.56
	miedo al deterioro intelectual y al abandono	7	22	14.03	3.48

Nota: N= número total, Min= mínimo, Max= máximo, M= media y Desv. Tip. = desviación estándar

Por otra parte, se encontró que, a mayor actitud negativa hacia la vejez, menor actitud favorable hacia la sexualidad en la vejez (figura 1) y otras correlaciones de las subescalas se encuentran en la tabla 2.

Figura 1. Relación de las actitudes hacia la vejez con actitudes hacia la sexualidad en el adulto mayor

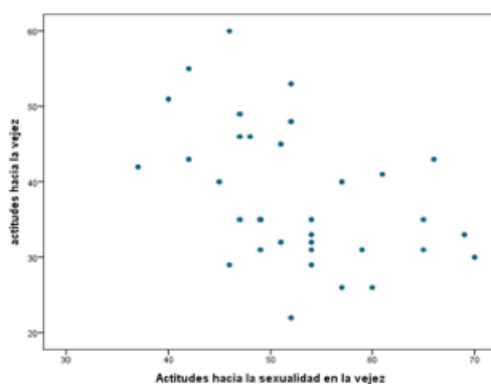


Tabla 2. Correlación de la edad, actitudes hacia la vejez y actitudes hacia la sexualidad en la vejez

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. AV	1	.884**	.597**	.818**	-.486**	-.67**	-.257	-.41*	-.385*
2. EFyC		1	.366**	.648**	.620**	-.620**	-.274	-.608**	-.505**
3. MPE			1	.247	-.036	-.050	-.125	-.026	.103
4. MDIA				1	-.377**	-.309	-.154	-.301	-.385*
5. ASV					1	.856**	.636**	.902**	.905**
6. Deseos sexuales						1	.303	.854**	.668**
7. HS							1	.456**	.601**
8. MS								1	.737**
9. Cambios fisiolog.									1

Nota: \* =  $p < 0.05$ , \*\* =  $p < 0.001$ , AV= actitudes hacia la vejez, EFyC= Estereotipos físicos y conductuales, MPE=miedo al propio envejecimiento, MDIA= Miedo al deterioro intelectual y al abandono, ASV= actitudes hacia la sexualidad en la vejez, HS=Hombres ante la sexualidad, MS=Mitos ante la sexualidad,

#### IV. CONCLUSIONES

En este estudio se encontró una relación positiva de edad con actitudes hacia la sexualidad en la vejez. De igual manera los resultados indicaron que a menor actitud favorable hacia la sexualidad en el adulto mayor, mayor actitud negativa hacia la vejez, mayores estereotipos negativos físicos y conductuales, mayor miedo al propio envejecimiento, deterioro intelectual y abandono.

Los resultados servirán de base para plantear futuras intervenciones multidisciplinarias con el fin de facilitar la transición a un envejecimiento exitoso,

#### V. RECONOCIMIENTOS

Expresamos nuestro reconocimiento a la Universidad Autónoma de Coahuila por las oportunidades que nos brindan para entrar a este verano de investigación, donde nos ofrecen un amplio conocimiento, además de experiencias únicas las cuales nos permiten mejor en el ámbito de la investigación, de igual forma a nuestro asesor ME Isai Arturo Medina Fernández por motivarnos a seguir el camino de la investigación y ayudarnos a adquirir nuevos aprendizajes.

#### REFERENCIAS

- [1] M. Guadalupe and Z. Lozano, "Conceptualización del proceso de envejecimiento," *Papeles de población*, vol. 5, no. 19, p. 23-41, 1999.
- [2] INEGI, "Estadísticas a Propósito Del Día Internacional De Las Personas De Edad," *Inst. Nac. Estadística y Geogr.*, vol. 475-19, pp. 1-9, 2019.
- [3] O. Katy and P. M., *Revista Cubana de Alternativas en Psicología, Alternativ. México*, 2017.
- [4] M. G. Gallegos Cerón, "Conductas de Salud," *Boletín Científico la Esc. Super. Atotonilco Tula*, vol. 3, no. 5, 2016, doi: 10.29057/esat.v3i5.1484.
- [5] J. Medina-Fernández and I. Medina, "Actitudes hacia la vejez y actitudes hacia la sexualidad del adulto mayor en estudiantes y profesionales de enfermería," *Gerokomos*, vol. 32, no. 1, pp. 17-21, 2021.
- [6] A. B. Beurket-Asensio, A. Rosario-Rodríguez, and Veray-Alicea, "Construcción y validación de la escala de actitudes de los profesionales de la salud hacia la terapia asistida con animales en Puerto Rico," *Rev. Salud y Conduct. Humana*, vol. 5, no. 1, pp. 84-98, 2019.
- [7] M. Hernández-Pozo, M. Torres, O. Coronado, A. Herrera, P. Castillo, and A. Sánchez, "Actitudes negativas hacia la vejez en población mexicana: Aspectos psicométricos de una escala," in *Evaluación en psicogerontología*, E. M. Moderno, Ed. México, 2009, pp. 1-16.

## ANSIEDAD, DEPRESIÓN Y SOLEDAD EN CUIDADORES DE PERSONAS CON ENFERMEDAD CRÓNICA: PRUEBA PILOTO.

Diego Miguel Franco Álvarez  
 Universidad Autónoma de Aguascalientes  
 Centro de Ciencias de la Salud  
 Avenida Universidad #940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.  
*al198295@edu.uaa.mx*

Ana Laura Carrillo Cervantes  
 Universidad Autónoma de Coahuila  
 Facultad de Enfermería “Dr. Santiago Valdés Galindo”  
 Calzada Madero #1237 Zona Centro C.P. 25000, Saltillo, Coahuila  
*anacarrillo@uadec.edu.mx.mx*

Resumen — Objetivo. Determinar la relación entre ansiedad, depresión y soledad en cuidadores informales de personas adultas mayores con enfermedad crónica no trasmisible. Métodos. Diseño descriptivo correlacional. Se utilizaron las escalas: Escala hospitalaria de ansiedad y depresión (HADS) y Soledad (UCLA). Resultados. Se incluyeron 50 cuidadores informales. Ambas escalas mostraron confiabilidad aceptable (0.943 y 0.813), la mitad de los CI presentan ansiedad (60%) y soledad de moderada a severa (36%), mientras que la mayoría presenta depresión (96%), también a mayor tiempo de realizar el cuidado, mayor es la depresión (0.359,  $p < 0.05$ ); a mayor ansiedad (-0.622,  $p < 0.05$ ) y depresión (-0.325,  $p < 0.05$ ) mayor es la percepción de soledad. Conclusiones. Los instrumentos son adecuados para la medición de las variables que integran el presente estudio.

Palabras clave — Ansiedad, Depresión, Soledad, Cuidadores Informales.

Summary - Objective. The purpose is to determine the relationship between anxiety, depression and loneliness in informal caregivers of older adults with chronic non-communicable disease. Methods. Descriptive correlational design. The following scales were used: Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) and Loneliness (UCLA). Results. 50 informal caregivers were included. Both scales showed acceptable reliability (0.943 and 0.813), half of the ICs present anxiety (60%) and moderate to severe loneliness (36%), while the majority present depression (96%) also at a longer time to perform the care, the greater the depression (0.359,  $p < 0.05$ ); the greater anxiety (-0.622,  $p < 0.05$ ) and depression (-0.325,  $p < 0.05$ ) the greater the perception of loneliness. Conclusions. The instruments are suitable for measuring the variables that make up the present study

Keywords - Anxiety, Depression, Loneliness, Informal Caregivers.

## I. INTRODUCCIÓN

La población mexicana está envejeciendo, esta afirmación se sostiene en conformidad con los datos obtenidos en el último censo oficial de población, en donde se señala que los mayores de 60 años representan al 12% de los habitantes del país.[1]

Ante esta situación que se evidencia en el país es importante mencionar, que, las personas adultas mayores (PAM) padecen enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) las cuales aumentan las necesidades de cuidado, lo que genera una difícil situación de dependencia, generando el aumento de la participación de las personas que se hacen cargo de este grupo de la población, denominados cuidadores informales (CI).

Los CI, que, por definición son aquellas personas que realizan la tarea de cuidado de personas enfermas, discapacitadas o ancianas que no pueden valerse por sí mismas para la realización de actividades de la vida diaria, se caracteriza porque ocupa gran parte de su tiempo (>8 horas), no existe un horario fijo ni estipulado, no existe un beneficio económico y no necesariamente tienen una formación especializada.[2]

Muchas de las veces, los CI se sienten sobrepasados, dejan de lado su vida, sus aficiones y hobbies para dedicarse de pleno a la tarea del cuidado, esto conlleva a la aparición de ansiedad, depresión y soledad.[3]

Lo anterior permite plantear el objetivo de la presente investigación, que es el determinar la relación existente entre la ansiedad, depresión y soledad de cuidadores informales de PAM con ECNT.

## II. METODOLOGÍA

El diseño propuesto es de tipo descriptivo correlacional [4]. La población la conformaron CI de PAM con ECNT. La prueba piloto se realizó en 50 CI, utilizando un muestreo por conveniencia. El levantamiento de datos se llevó a cabo de enero a julio del 2021. Los criterios de inclusión fueron: CI mayores de edad, que tuvieran más de 3 meses otorgando el cuidado, que aceptaran participar en el proyecto y se eliminaron aquellos que obtuvieron 4 errores o más en el test mental SPMSQ.

Se utilizaron 3 instrumentos para la medición de datos: El primero de ellos fue la encuesta de caracterización de la diada (GCPC-UN-D), conformada por 23 ítems en los que se identifican características sociodemográficas del cuidador y de la persona receptora del cuidado, tiempo que lleva como cuidador, las horas diarias dedicadas a cuidar, si es único cuidador y la satisfacción con el apoyo recibido. La escala presentó una comprensibilidad del 95% y una validez aparente del 100% en un estudio en Colombia. [5]

Para la ansiedad y depresión se utilizó la Escala hospitalaria de ansiedad y depresión (HADS) desarrollada por Zigmond y Snaith (1983) y validada en población mexicana en el año 2015 [6], conformada por 14 ítems que permite utilizarse en medios hospitalarios no psiquiátricos o en atención primaria. Considera dimensiones cognitivas y afectivas, omitiendo aspectos somáticos. Tiene cuatro opciones de respuestas que puntúan de 0 a 3, para un total de 0 a 21. La consistencia interna de la escala global mostró un alfa de Cronbach de 0,83. Para la subescala de ansiedad fue de =0,82 y la de depresión =0,78.

Para la soledad, se aplicó la Escala de Soledad de UCLA (University of California at Los Ángeles) fue creada por Russell et al. en 1980; consta de 3 dimensiones: percepción subjetiva de soledad, apoyo familiar y apoyo social, con 2 factores: la intimidad con otros y la sociabilidad. En 2006 se tradujo al español y en 2015 se le realizaron pruebas de validez y confiabilidad a esta versión [7]. Es un test que consta de 10 preguntas puntuables entre 1 y 4 puntos, permitiendo una puntuación mínima de 10 y máxima de 40, en el que valores < 20 pueden indicar un grado severo de soledad; y entre 20-30 pueden indicar un grado moderado de soledad. La confiabilidad se estimó con el coeficiente de alfa de Cronbach, obteniéndose un valor muy elevado: 0,95, con un IC 95% de 0,94 a 0,98.

Esta investigación contó con la aprobación del comité de ética e investigación de una Universidad Pública del

Noreste de México (CBFEUSUADEC-IEM7). Además, se consideró lo establecido en la Ley General de Salud en Materia de Investigación. Todos los participantes firmaron consentimiento informando[8].

Para la caracterización de los participantes, ansiedad, depresión y soledad, se calcularon proporciones, medias, desviaciones estándar e intervalos de confianza del 95%. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilks, encontrando que el puntaje total de HADS y su dimensión de ansiedad presentaron normalidad, mientras que la escala UCLA y la dimensión de depresión de la escala HADS fueron no normales, por tanto, para la exploración de correlaciones se usaron los coeficientes de Pearson y Spearman, según corresponde. Además, se aplicó la prueba de Chi cuadrado de Pearson para variables categóricas.

### III. RESULTADOS

Se incluyeron 50 cuidadores informales con una edad media de 47 años (DE= 13), con un tiempo estimado de cuidado de 8 meses, sin embargo, el tiempo va desde un mes hasta 30 años (IC 95% 19.66-58.82), en su mayoría mujeres, casadas, que se encargan del hogar, con escolaridad baja y que son hijas o esposas. Con respecto a las PAM receptoras del cuidado, la edad media es de 72 años (DE=10), con una edad mínima de 60 años y máxima de 93, en su mayoría mujeres, casadas/solteras, que se dedicaban del hogar, con escolaridad baja, la mayoría con un solo CI (f=34, %=68) y con una percepción de sobrecarga entre moderada y alta (Tabla 1).

Tabla 1. Variables sociodemográficas de cuidadores informales y adultos mayores receptores del cuidado

Características del cuidador informal	fr	%	Características de la persona receptora del cuidado	fr	%
<b>Sexo</b>			<b>Sexo</b>		
Mujer	45	90	Mujer	28	56
Hombre	5	10	Hombre	22	44
<b>Estado civil</b>			<b>Estado civil</b>		
Casado	15	30	Casado	18	36
Soltero	10	20	Soltero	18	36
Unión libre	11	22	Viudo	8	16
Separado	8	16	Separado	1	2
Viudo	6	12	Unión libre	5	10
<b>Ocupación</b>			<b>Ocupación</b>		
Hogar	25	50	Hogar	24	48
Empleado	11	22	Desempleado	8	16
Trabajo indep.	10	20	Trabajo indep	5	10
Otro	2	4	Empleado	6	12
Estudiante	2	4	Jubilado	7	14
<b>Escolaridad</b>			<b>Escolaridad</b>		
Ninguno	5	10	Ninguna	10	20
Primaria	10	20	Primaria	22	44
Secundaria	15	30	Nivel medio superior	9	18
Nivel medio superior	13	26	Secundaria	1	2
Superior	7	14	Superior		
<b>Persona a quien cuida</b>			<b>Percepción de sobrecarga</b>		
Mamá/papá	29	58	Moderada	17	34
Esposo(a)	11	22	Alta	12	24
Hijo (a)	5	10	Baja	8	16
Amigo (a)	5	10	Muy alta	13	26

Fuente: elaboración propia. n=187; %=porcentaje



En cuanto a las variables de interés, ambas escalas (escala de HADS y UCLA) mostraron una confiabilidad aceptable (0.943 y 0.813). En la tabla 2 se pueden observar los resultados obtenidos en las variables de interés, donde destaca que la mitad de los cuidadores informales presentan ansiedad y soledad de moderada a severa mientras que la mayoría presenta depresión (Tabla 2).

Tabla 2. Variables de interés (HADS y UCLA)

Variables	Porcentaje	Media	DE	IC 95%	
				Lim Superior	Lim Superior
<b>HADS</b>					
Ansiedad					
Normal	40	13	2.72	6	18
Dudoso	28				
Problema clínico	32				
Depresión					
Normal	4	9	3.69	0	19
Dudoso	12				
Problema Clínico	84				
<b>UCLA</b>					
Soledad					
Sin soledad	64	30.58	10.61	10	40
Soledad moderada	18				
Soledad severa	18				

Fuente: elaboración propia. n=50; IC= Intervalo de Confianza

Se procesó la prueba de Shapiro-Wilks encontrando que solamente las variables de la sumatoria total de HADS y la dimensión de ansiedad presentan normalidad (S-W=0.965, p=0.150; S-W=0.972; p=0.280, respectivamente), mientras que la escala UCLA y la dimensión de depresión de la escala HADS tuvieron un comportamiento no normal (S-W=0.921, p=0.002; S-W=0.786; p=0.000, respectivamente).

Por lo que se puede observar, en la tabla 3, los valores de las pruebas de correlación. Donde se encontró que a mayor tiempo de realizar el cuidado mayor es la depresión de los CI, se encontró también que a mayor ansiedad y depresión mayor es la percepción de soledad. También, se realizó un análisis de asociación a través de la prueba Chi-cuadrado encontrando asociación entre la escolaridad del CI con ansiedad (Chi2 = 40.138, p= a 0.002) y la soledad (Chi2 = 33.641, p= a 0.014). Asimismo, la soledad con el estado civil (Chi2 = 21.907, p= a 0.005) y con el parentesco de la persona a quien cuida (Chi2=23.071012, p=0.001).

Tabla 3. Correlación de variables

	1	2	3	4	5	6
1. Edad de la PAM	1					
2. Edad de CI		1				
3. Tiempo de cuidador			1		.359*	
4. HADS Ansiedad				1		-.622**
5. HADS Depresión					1	-.325*
6. UCLA						1

Nota: \*\*=p<.001; \*=p<.05. HADS= Escala hospitalaria de ansiedad y depresión; UCLA= Escala de Soledad

#### IV. CONCLUSIONES

Los resultados del estudio son coherentes con lo que refiere la literatura respecto a las características sociodemográficas de los CI, ya que se encontró que en su mayoría son mujeres, casadas, dedicadas al hogar e hijas o esposas de la PAM con ECNT. Presentan ansiedad y depresión, sin embargo, no perciben soledad. El tiempo que tienen de brindar el cuidado aumenta la depresión. Por último, se encontró, de acuerdo con los resultados, que los instrumentos seleccionados son adecuados para la medición de las variables que integran el presente estudio.

#### V. RECONOCIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a la Universidad Autónoma de Coahuila y al CONACYT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

#### VI. REFERENCIAS

- [1] I. I. N. de E. Geografía, “Encuesta Nacional de Salud y Nutrición,” *Ensanut*, vol. 1, p. 47, 2018, [Online]. Available: <https://ensanut.insp.mx/>.
- [2] R. J. Z. Dusan, “No Title,” Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, 2019.
- [3] M. S. Pizarro, “Carta al director Síndrome de sobrecarga del Cuidador Informal” *Rev. Enfermería*, no. March, pp. 1–24, 2002.
- [4] S. K. Grove and J. R. Gray, *Investigación en enfermería*, 7th ed. 2019.
- [5] L. Chaparro, B. Sánchez, and G. Carrillo, “Diada cuidador familiar - persona con enfermedad crónica Survey characterization care dyad family caregiver – a person with a chronic disease,” *Rev. Cienc. y Cuid.*, vol. 11, no. 2, pp. 31–45, 2014, [Online]. Available: <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/cienciaycuidado/article/view/196/205>.
- [6] M. del Óscar Galindo Vázquez, Abelardo Meneses García, Ángel Herrera Gómez and y J. L. A. P. Rosario Caballero Tinoco, “Escala hospitalaria de ansiedad y depresión (hads) en cuidadores primarios informales de pacientes con cáncer: propiedades psicométricas,” *PSICOONCOLOGÍA*, vol. 12, no. 2–3, pp. 383–392, 2015, doi: [https://doi.org/10.5209/rev\\_PSIC.2015.v12.n2-3.51016](https://doi.org/10.5209/rev_PSIC.2015.v12.n2-3.51016).
- [7] C. Velarde-Mayol, S. Fragua-Gil, and J. M. García-de-Cecilia, “Validación de la escala de soledad de UCLA y perfil social en la población anciana que vive sola,” *Semergen*, vol. 42, no. 3, pp. 177–183, 2016, doi: 10.1016/j.semERG.2015.05.017.
- [8] Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión, “Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigaciones para la Salud.,” *Ley Gen. Salud*, vol. DOF 02-04-, pp. 1–31, 1987, [Online]. Available: <http://www.cofepris.gob.mx/MJ/Paginas/Reglamentos.aspx>.

## CONSUMO DE ALCOHOL EN JÓVENES UNIVERSITARIOS

Juan Carlos Vázquez Barba

Universidad Autónoma de Aguascalientes

Av. Universidad # 940, Ciudad Universitaria, 20100, Aguascalientes, Ags. México

*jojhonmetroid@gmail.com*

Linda Azucena Rodríguez Puente

Universidad Autónoma de Coahuila

Bvd. V. Carranza s/n. Col. República Oriente

C.P. 25280, Saltillo, Coahuila, México

*lindarodriguez@uadec.edu.mx*

Resumen — Objetivo. Determinar el consumo de alcohol en jóvenes universitarios. Metodología. Diseño descriptivo-transversal. La población fueron 536 jóvenes universitarios de entre 18 y 25 años, la muestra fue de 175 participantes, a través de un muestreo probabilístico estratificado por conglomerados. Resultados. La edad de inicio de consumo fue de  $X''=15.8$  años ( $DE=2.18$ ) y el promedio de bebidas consumidas de  $X''=4.6$  ( $DE=4.27$ ). La prevalencia global 93.1%, lápsica 81.1%, actual de 56.0% y la prevalencia instantánea 34.9%. El 63.3% de los consumidores de alcohol en el último año presentan consumo sensato, 23.9% dependiente y 12.6% consumo dañino. Conclusiones. No existen diferencias significativas de las prevalencias y los tipos de consumo de alcohol por sexo ( $p>.05$ ).

Palabras clave — Consumo de Alcohol, Jóvenes, Estudiantes Universitarios.

Abstract — Objective. Determine alcohol consumption in college students. Methodology. Descriptive-cross-sectional design. The population consisted of 536 university students between 18 and 25 years old, the sample was 175 participants, through a probabilistic sampling stratified by conglomerates. Results. The age of onset of consumption was  $X''=15.8$  years ( $SD=2.18$ ) and the average number of drinks consumed was  $X''=4.6$  ( $SD=4.27$ ). The global prevalence 93.1%, lapsic 81.1%, current 56.0% and the instantaneous prevalence 34.9%. 63.3% of alcohol consumers in the last year present sensible consumption, 23.9% dependent and 12.6% harmful consumption. Conclusions. There are no significant differences in the prevalences and types of alcohol consumption by sex ( $p>.05$ ).

Keywords — Alcohol Consumption, Young People, University Students.

## I. INTRODUCCIÓN

Las conductas de riesgo en los jóvenes como el consumo de alcohol representan un grave problema de salud y es una de las causas principales de muerte en este grupo de edad a nivel mundial (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2018). Cada año se producen 3.3 millones de muertes en el mundo debido al consumo nocivo de alcohol, lo que representa un 5.9% de todas las defunciones. El uso excesivo de alcohol es factor causal de más de 200 enfermedades y trastornos. De manera general, el 5.1% de la carga mundial de morbilidad y lesiones, calculado en términos de la esperanza de vida ajustada en función de discapacidad (EVAD) es atribuido al consumo de alcohol y se le atribuye también el 25% de las defunciones en el grupo de edad de 20 a 39 años (OMS, 2018). En México, la prevalencia de consumo de alcohol alguna vez en la vida es del 71%. Esta conducta tiene un inicio a edades tempranas ya que poco más de la mitad (55.2%) de la población que ha consumido alcohol inició antes de los 17 años de edad. En relación al consumo excesivo de alcohol en el último año, tuvo un aumento significativo del 5.6% del año 2011 (28%) al 2016 (33.6%). Así mismo, el 2.2% de la población consumidora desarrolló dependencia al alcohol, de los cuales el 3.9% son hombres y el 0.6% son mujeres (ENCODAT, 2017). Así mismo, Coahuila, es el segundo estado con mayor prevalencia de consumo excesivo de alcohol (14.6%) respecto al porcentaje nacional (8.5%).

Con base a lo anterior, se considera de suma relevancia realizar estudios sobre el consumo de alcohol en los jóvenes universitarios. Esta población, es cada vez más vulnerable a presentar conductas de riesgo tales como el consumo de sustancias como el alcohol, ya que se encuentran en una etapa de exploración, caracterizada por la elección ocupacional, en donde se valoran las preferencias, los intereses y las capacidades personales ya que se inicia la formación profesional, además de las cargas académicas que implicarán un desafío en el joven (Pérez, Ponce, Hernández, & Márquez, 2010; Guitérrez, Montoya, Toro, Briñón, Rosas, & Salazar, 2010).

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana [NOM-028-SSA-2-1999], para la prevención, tratamiento y control de las adicciones, el consumo de alcohol es una conducta no saludable, que se evalúa en términos de frecuencia y cantidad de consumo. Una bebida alcohólica, contiene alcohol etílico en una proporción de 2% y hasta 55% volumen. El consumo de alcohol se clasifica en consumo sensato (sin riesgo), dependiente (de riesgo) y dañino (perjudicial) de acuerdo con la cantidad y frecuencia de consumo y de la diferencia de género (De la Fuente & Kershenobich, 1992).

El consumo sensato o sin riesgo para el sexo masculino se define como el consumo de cuatro bebidas estándar no más de tres ocasiones por semana, para las mujeres se ha considerado la ingesta de dos bebidas estándar no más de tres veces por semana. El consumo dependiente o de riesgo para los hombres se considera como el consumo de cinco a nueve bebidas por ocasión, mientras que para las mujeres se considera de tres a cinco bebidas por ocasión, además de dejar de realizar actividades cotidianas a causa del consumo. El consumo dañino o perjudicial es la ingesta de diez o más bebidas para los hombres y de seis o más bebidas para las mujeres, además de que sus familiares o personal de salud le hayan manifestado su preocupación por su forma de beber alcohol. Por lo tanto, el propósito del presente estudio fue determinar el consumo de alcohol en jóvenes universitarios.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño del presente estudio fue de tipo cuantitativo descriptivo y transversal (Grove & Gray, 2019). La población estuvo conformada por 536 jóvenes universitarios de ambos sexos que pertenecen a una facultad de una universidad pública del estado de Coahuila. Se realizó un muestreo probabilístico estratificado (semestres), por conglomerados (grupos) proporcional al tamaño del estrato. La muestra se calculó a través del paquete estadístico nQuary Advisor con una tasa de no respuesta del 5%, para una muestra total de 175 participantes.

Se utilizó una Cédula de Datos Personales y Prevalencias del Consumo de Alcohol conformada de dos seccio-

nes: 1) datos sociodemográficos y 2) prevalencias del consumo de alcohol. Así mismo, se utilizó el Cuestionario de Identificación de Trastornos debidos al Consumo de Alcohol (AUDIT), validado en población mexicana por De la Fuente y Kershenovich (1992), evalúa el tipo de consumo de alcohol en los últimos 12 meses. Está conformada por 10 reactivos, en los cuales del uno al tres se indican la cantidad, frecuencia de consumo, los reactivos del cuatro al seis determinaron el consumo dependiente y del siete a diez determinaron el consumo dañino. Los resultados oscilan de cero a cuarenta puntos, la calificación de uno a tres puntos se consideró como consumo sensato, el resultado de cuatro a siete puntos se considera como consumo dependiente y el reporte de ocho o más puntos se considera consumo dañino.

Para la recolección de los datos, se solicitó la autorización de los directivos de la facultad. Se invitó a participar a los jóvenes seleccionados y se les explicó el procedimiento a realizar, los objetivos del estudio y aquellos que aceptaron participar se proporcionó el consentimiento informado y los instrumentos de medición. El estudio se apegó a lo dispuesto en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud (Secretaría de Salud [SSA], 1987), que establece los lineamientos y principios generales a los que debe aplicarse la investigación científica en seres humanos y fue aprobado previamente por el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Coahuila.

Para el análisis de la información, se utilizó el programa SPSS™ versión 21. Para el análisis descriptivo de los datos sociodemográficos y las prevalencias de consumo de alcohol se utilizaron frecuencias, porcentajes y medidas de tendencia central y dispersión. Se aplicó la prueba Alfa de Cronbach para conocer la consistencia interna del instrumento AUDIT el cual fue de .82 y se realizó la Prueba de Bondad de Ajuste de Kolmogorov- Smirnov (Grove & CIPHER, 2017) para conocer la normalidad de los datos. Ya que los datos no presentaron normalidad, se procedió a utilizar estadística no paramétrica para responder los objetivos de estudio.

### III. RESULTADOS

La muestra estuvo conformada por 175 estudiantes universitarios, 126 mujeres (72.0%) y 49 hombres (28%). La media de edad fue de  $X'' = 19.0$  años (DE= 2.0), la mayoría de los participantes (70.9%) se dedican únicamente a estudiar, la mayoría eran solteros (92.6%), el 69.1% profesa la religión católica, y el 50.3% de los participantes cursaba el segundo semestre de la carrera.

En relación al consumo de alcohol, se observó que la edad de inicio de consumo presentó una media de  $X'' = 15.8$  años de edad (DE= 2.18) y el promedio de bebidas consumidas en un día típico fue  $X'' = 4.6$  (DE= 4.27) bebidas por ocasión de consumo.

Para responder el primer objetivo, en la tabla 1 se muestran las prevalencias del consumo de alcohol, se observa que la prevalencia global fue de 93.1% (163), la prevalencia lápsica de 81.1% (142), la actual de 56.0% (98) y la prevalencia instantánea fue de 34.9% (61).

Tabla 1. Prevalencias de consumo de alcohol por sexo

Prevalencias	Mujer % (f)	Hombre % (f)	Total % (f)
Global	72.4 (118)	27.6 (45)	93.1 (163)
Lápsica	71.1 (101)	28.9 (41)	81.1 (142)
Actual	69.4 (68)	30.6 (30)	56.0 (98)
Instantánea	63.9 (39)	36.1 (22)	34.9 (61)

Se realizó la prueba de chi-cuadrada para determinar las prevalencias de consumo de alcohol por sexo (tabla 2), donde no se observó diferencia significativa ( $p > .05$ ).

Tabla 2. Chi-cuadrada para prevalencias de consumo de alcohol por sexo

Prevalencias	Mujer		Hombre		X <sup>2</sup>	p
	Si	No	Si	No		
Global	72.4 (118)	27.6 (8)	27.6 (45)	72.4 (4)	.182	.670
Lápsica	71.1 (101)	28.9 (25)	28.9 (41)	71.1 (8)	.285	.594
Actual	69.4 (68)	30.6 (58)	30.6 (30)	69.4 (19)	.754	.385
Instantánea	63.9 (39)	36.1 (87)	36.1 (22)	63.9 (27)	3.02	.082

Nota: n= 175, %= porcentaje, X<sup>2</sup>= chi cuadrada, \*p< .05

Para responder al segundo objetivo, de acuerdo al AUDIT, se observó que el 63.3% (90) de los consumidores en el último año presentan un consumo sensato de alcohol, el 23.9% (34) un consumo dependiente y el 12.6% (18) de los estudiantes que consumen alcohol presentaron un consumo dañino (tabla 3).

Tabla 3. Tipos de consumo de alcohol de acuerdo al AUDIT por sexo

Prevalencias	Mujer	Hombre	Total
	% (f)	% (f)	% (f)
Sensato	65.3 (66)	58.5 (24)	63.3 (90)
Dependiente	25.7 (26)	19.5 (8)	23.9 (34)
Dañino	8.9 (9)	21.9 (9)	12.6 (18)

Nota: n= 142, %= porcentaje, (f)= frecuencia

Se realizó la prueba de chi-cuadrada para determinar los tipos de consumo de alcohol de acuerdo al AUDIT por sexo, donde no se observó diferencia significativa ( $p > .05$ ).

Adicionalmente se observó que, existe correlación positiva y significativa entre la cantidad de bebidas consumidas en un día típico y la edad ( $r_s = .171$ ,  $p = .013$ ), lo que indica que a mayor edad mayor cantidad de bebidas consumidas. Así mismo, se identificó relación negativa y significativa entre la edad de inicio de consumo de alcohol y la cantidad de bebidas consumidas ( $r_s = -.249$ ,  $p = .001$ ), lo que indica que a mayor edad de inicio de consumo de alcohol menos cantidad de bebidas consumidas.

#### IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Los datos observados en la presente investigación, muestran una edad de inicio de consumo de alcohol a edades muy tempranas ( $X'' = 15.8$ ), dato similar proporcionado por la ENCODAT (2017), que señala que la edad de inicio de consumo de alcohol es antes de los 17 años de edad. Los participantes toman en promedio 4.6 bebidas alcohólicas por ocasión de consumo, lo que indica un consumo dependiente para los hombres y consumo dañino para la mujeres de acuerdo al AUDIT (De la Fuente & Kershenovich, 1992).



Así mismo, los resultados muestran altas prevalencias de consumo de alcohol en los jóvenes universitarios. Estos datos son similares a lo reportado por distintos autores que señalan que la prevalencia global de consumo de alcohol en esta población oscila entre el 91.5 y el 92.8%, así mismo, la prevalencia lápsica oscila entre 78.8 y 85.1%, la actual entre 60.4% y 65.7% y la prevalencia instantánea del consumo de alcohol oscila de entre 36.5% y 40.1% (Armendáriz, Alonso CM, Alonso CB, López, Rodríguez, & Méndez, 2014; González, Hernández, Rodríguez, Castillo, Salazar, & Camacho, 2019; Navarro, Alonso, Guzmán, Álvarez, & Rodríguez, 2020). Probablemente, este alto consumo puede ser explicado por los factores propios de los estudiantes universitarios, entre los que se encuentran el estrés académico, la presión del grupo de pares, entre otros.

Sin embargo, los resultados del presente estudio no muestran diferencias significativas entre las prevalencias y los tipos de consumo de alcohol por sexo, dato que difiere de otras investigaciones (Navarro, Alonso, Guzmán, Álvarez, & Rodríguez, 2020) donde se observa que el consumo de alcohol es mayor en hombres que en mujeres. Esto puede deberse a que, el consumo de alcohol en las mujeres cada vez es mayor, situación alarmante debido a las diferencias fisiológicas que señalan que las mujeres metabolizan el alcohol de manera más lenta y que muestra repercusiones en su salud física debido a la alta concentración de alcohol en sangre.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los objetivos planteados se concluye que la media de edad de inicio de consumo de alcohol fue de 15.8 años y la cantidad de bebidas consumidas en un día típico es de 4.6 bebidas por ocasión de consumo. La prevalencia global fue de 93.1% (hombres 27.6% y mujeres 72.4%), la prevalencia lápsica fue de 81.1% (28.9% de hombres y 71.1% de mujeres), la prevalencia actual de 56.0% (30.6% hombres y 69.4% mujeres) y la prevalencia instantánea fue de 34.9% (36.1% de los hombres y 63.9% de las mujeres). No existe diferencia significativa del consumo de alcohol por sexo.

El 63.3% de los consumidores de alcohol en el último año presentan un consumo sensato de los cuales el 65.3% son mujeres y el 58.5% son hombres. El 23.9% presentan un consumo dependiente (25.7% mujeres y 19.5% hombres), y el 12.6% de los estudiantes que consumen alcohol presentaron un consumo dañino (8.9% de las mujeres y el 21.9% de los hombres). No existe diferencia significativa de los tipos de consumo de alcohol por sexo.

## VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expresamos nuestro reconocimiento a la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad Autónoma de Aguascalientes, a la Universidad del Centro de México y a la Universidad Autónoma de Coahuila por el apoyo otorgado para la realización de este proyecto.

## VII. REFERENCIAS

- Armendáriz, G. N. A., Alonso, C. M. M., Alonso, C. B. A., López, C. M. A., Rodríguez-Puente, L. A., & Méndez, R. M. D. (2014). La familia y el consumo de alcohol en estudiantes universitarios. *Ciencia y Enfermería*, 20(3), 109-118.
- De la Fuente, J. R., & Kershenobich, D. (1992). I. El alcoholismo como problema médico. *Revista de la Facultad de Medicina*, 2(2).
- González, A. P., Hernández, M. E. K., Rodríguez-Puente, L. A., Castillo, V. R., Salazar, M. J., & Camacho, M. J. U. (2019). Percepción de riesgo ante el consumo de alcohol y tabaco en estudiantes de ciencias de la salud de Saltillo. *Enfermería Global*, (56), 398-410.
- Instituto Nacional de Psiquiatría Ramon de la Fuente Muñiz; Instituto Nacional de Salud Pública; Secretaría de Salud, (2017a). Encuesta Nacional de Consumo de Drogas, Alcohol y Tabaco 2016-2017: Reporte Alcohol.

Navarro, O. E. I. P., Alonso, C. M. M., Guzmán, F. F. R., Álvarez, B. J., & Rodríguez-Puente, L. A. (2020). Uso de facebook y persuasión interpersonal masiva: predictores del consumo de alcohol en jóvenes. *Revista Electrónica de Salud Mental alcohol y Drogas*, 16(1), 1-8.

Organización Mundial de la Salud. (2018). Global status report on alcohol and health 2018. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/274603>

Secretaría de Salud (2014). Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud. Última reforma publicada DOF 02-04-2014.

Secretaría de Salud. (1999). Norma Oficial Mexicana NOM-028-SSA2-1999 para la Prevención, Tratamiento y Control de las Adicciones. México, D.F.

# ACTITUD HACIA LA SEXUALIDAD DE LA VEJEZ EN ADULTOS DE EDAD MEDIA DEL NOROESTE DE MÉXICO: RESULTADOS PRELIMINARES

Est. Karina Vianney Rojas Alvarado

Facultad de Enfermería “Dr. Santiago Valdés Galindo Universidad Autónoma de Coahuila  
Calz Francisco I. Madero 1237, Zona Centro, 25000 Saltillo, Coah.

*karinarojasalvarado@uadec.edu.mx*

ME Isai Arturo Medina Fernández

Facultad de enfermería “Dr. Santiago Valdés Galindo Universidad Autónoma de Coahuila  
Calz Francisco I. Madero 1237, Zona Centro, 25000 Saltillo, Coah.

*isai-medina@uadec.edu.mx*

Resumen — Los adultos que perciben a los adultos mayores con una actitud favorable o positiva ante la sexualidad en la vejez, muestran una orientación encauzada a la aceptación. La sexualidad es una esfera invisible en la atención del adulto mayor, sin embargo, es necesario realizar su valoración para establecer intervenciones que mejoren los problemas relacionadas con la misma. Se tiene como objetivo Describir las actitudes hacia la sexualidad del adulto mayor en adultos de 45 a 59 años. Se cuenta con un diseño Descriptiv, la muestra estuvo constituida por 36 adultos de entre 45 a 59 años de Saltillo, Coahuila México, con un muestreo no probabilístico a conveniencia,  $x=48$  (DE= 5.25). Se encontró que a mayor actitud negativa hacia la vejez es menor la actitud favorable hacia la sexualidad en el adulto mayor.

Palabras clave — Adulto Mayor, Sexualidad, Actitud hacia la vejez.

Abstract - Adults who perceive older adults with a favorable or positive attitude towards sexuality in old age, showing an orientation aimed at acceptance. Sexuality is an invisible sphere in the care of the elderly, however, it is necessary to make its assessment to establish interventions that the problems related to it. The objective is to describe the attitudes towards sexuality of the elderly in adults aged 45 to 59 years. There is a Descriptiv design, the sample consisted of 36 between 45 and 59 years old from Saltillo adults, Coahuila Mexico, with a non-probabilistic convenience sampling,  $x = 48$  (SD = 5.25). It was found that the greater the negative attitude towards old age, the lower the favorable attitude towards sexuality in the elderly.

Keywords — Older Adult, Sexuality, Attitude towards old age.

## I. INTRODUCCIÓN

El envejecimiento se presenta a lo largo del ciclo vital, donde se experimentan cambios de orden físico, psicológico y social, de esta manera la vejez hace referencia a partir de los 60 años[1], según el Consejo Nacional de Población, en 2020 los adultos mayores representaron una cifra de 12.3% del total de habitantes de México; sin embargo, este indicador alcanzará un 16.8% en 2050[2].

Este grupo generacional puede estar impactada por los cambios biológicos (cambios de orden natural), social (relaciones interpersonales), psicológico (experiencias y circunstancias enfrentadas durante su vida) y culturales (percepción y creencias). Esta última se relaciona con la aparición de actitudes, el cual se forma en todas etapas de la vida[3]. Así mismo, los adultos en etapa de adultez media que perciben a los adultos mayores con una actitud favorable o positiva ante la sexualidad en la vejez muestran una orientación encauzada a la aceptación de esta como proceso natural de la vida, disfrutable y agradable[4].

En cuanto a la actitud hacia la sexualidad, pueden incluir creencias generales sobre las normas de una cultura, decisiones personales sobre la permisividad sexual y la percepción de la adecuación de ciertos comportamientos sexuales. [5]. Las actitudes hacia la vejez y hacia la sexualidad en la vejez pueden tener un impacto en un futuro del adulto joven, debido a que la percepción que se tiene sobre la esfera sexual y los efectos del envejecimiento que sufrirán en algún momento de su vida se pueden ver afectados[6].

Es por ello a lo anteriormente planteado se planteo el objetivo de: Describir la actitud hacia la sexualidad de la vejez en adultos de edad media de Saltillo, Coahuila

## II. METODOLOGÍA

Estudio descriptivo, muestreo a conveniencia y recolección de datos basados en las redes sociales. Previo a la administración de instrumentos se dio lectura a consentimiento informado y tras su aprobación se dio inicio con la recolección de datos.

De primera instancia se aplicó la escala de actitudes hacia la sexualidad del adulto mayor, la cual se evaluó a través de 18 ítems y 3 subescalas: deseos sexuales, hombres ante la sexualidad, mitos hacia la sexualidad y cambios fisiológicos. Los resultados indicaron que a mayor puntuación, mejor actitud favorable hacia la sexualidad en la vejez. La versión cuenta con un alfa de Cronbach de .87 [7].

Posterior a la recolección de datos, se hizo el análisis con el programa SPSS v 22 mediante estadística descriptiva como frecuencia, porcentaje, media, desviación estándar, valor máximo y mínimo.

## RESULTADOS

La muestra estuvo constituida por 36 adultos en etapa de prevejez de 45 a 59 años  $x=48$  ( $DE= 5.25$ ), de los cuales el 80.6% son mujeres y 19.4% hombres. En su mayoría son casados con un 61.1%, seguido de solteros 19.4%, unión libre 11.1% y divorciados en un 8.3%. No obstante, los descriptivos de las variables del estudio se encuentra en la tabla 1 y 2.

Tabla 1. Descripción por ítem actitud hacia la sexualidad en vejez

	TD %	DSA %	DA %	TA %
Las prácticas sexuales en la vejez deben limitarse o reducirse con personas que padecen algún tipo de enfermedad	11.1	30.6	33.3	25
Las personas de edad avanzada no tiene deseos sexuales por que pierden su atractivo físico sexual	0	13.9	47.2	38.9
Pienso que el amor y el sexo solo deben ser expresados por personas jóvenes	0	0	33.3	66.7
Los cambios fisiológicos ocurridos en la edad avanzada son un impedimento para llevar a cabo relaciones sexuales	0	27.8	36.1	36.1

Los hombres de edad avanzada son más abiertos al expresar sus sexualidad que las mujeres	19.4	50	25	5.6
Después de la menopausia, se pierde la satisfacción sexual en las mujeres de edad avanzada	2.8	38.9	38.9	19.4
Los adultos de edad avanzada que mantiene una sexualidad activa los califican de promiscuos e indecentes	11.1	16.7	52.8	19.4
Los adultos de edad avanzada después del divorcio o la viudes pierden sus deseos sexuales o su vida sexual	0	11.1	47.2	41.7
Los adultos de edad avanzada se les afecta su vida sexual ya que pierden el interés por la misma	2.8	27.8	52.8	16.7
Las practicas sexuales en la vejez son un riesgo para la salud física de los adultos de edad avanzada	0	16.7	55.6	27.8
La tercer edad se pierde la capacidad de experimentar y disfrutar un orgasmo	2.8	8.3	55.6	33.3
Los cambios psicológicos, emocionales y físicos en la edad avanzad fomentan la perdida de interés por el deseo sexual	11.1	50	30.6	8.3
Los adultos de edad avanzada que expresan abiertamente su sexualidad actúan de forma inapropiada	0	5.6	58.3	36.1
Los cambios que se producen en el proceso de envejecimiento afectan el mantenimiento de una vida sexual satisfactoria y placentera	2.8	52.8	36.1	8.3
Es más común que los hombres de edad avanzada tengan un interés mayor en una vida sexual activa que las mujeres	8.3	47.2	36.1	8.3
La masturbación en personas de edad avanzada es inadecuada e indecente	0	5.6	58.3	36.1
En la edad avanzada se pierde el interés sexual	2.8	22.2	44.4	30.6
Cuando se padece de alguna enfermedad como diabetes, presión alta entre otras, se impde en las personas de la tercera edad mantener una vida sexual plena	5.6	36.1	38.9	19.4

Nota: TD= totalmente desacuerdo, DSA= desacuerdo, DA= de acuerdo, TDA= totalmente de acuerdo

Tabla 2. Descripción de las variables actitudes hacia la sexualidad en la vejez y actitudes hacia la vejez

	Mín.	Máx.	M	Desv. tip.
Actitudes hacia la sexualidad en la vejez	37	70	52.56	7.96
deseos sexuales	10	20	15.19	2.43
hombres ante la sexualidad	5	12	7.42	1.64
mitos ante la sexualidad	14	24	19.28	2.72
Cambios fisiológicos	7	16	10.67	2.33

Nota: N= número total, Min= mínimo, Max= máximo, M= media y Desv. Tip. = desviación estándar

### III. CONCLUSIONES

En este estudio que las actitudes hacia la sexualidad en la vejez estuvieron por arriba de la media, siendo los deseos y mito ante la sexualidad las subescalas más afectadas. Los resultados servirán de base para plantear futuras intervenciones multidisciplinarias con el fin de facilitar la transición a un envejecimiento exitoso,

### IV. RECONOCIMIENTOS

Expresamos nuestro reconocimiento a la Universidad Autónoma de Coahuila por las oportunidades que nos brindan para entrar a este verano de investigación, donde nos ofrecen un amplio conocimiento, además de experiencias únicas las cuales nos permiten mejor en el ámbito de la investigación, de igual forma a nuestro asesor ME Isai Arturo Medina Fernández por motivarnos a seguir el camino de la investigación y ayudarnos a adquirir nuevos aprendizajes.

**REFERENCIAS**

- [1] M. Guadalupe and Z. Lozano, "Conceptualización del proceso de envejecimiento," *Papeles de población*, vol. 5, no. 19, p. 23-41, 1999.
- [2] INEGI, "Estadísticas a Propósito Del Día Internacional De Las Personas De Edad," *Inst. Nac. Estadística y Geogr.*, vol. 475-19, pp. 1-9, 2019.
- [3] S. Cedrés, "Sexualidad en las diferentes etapas de la vida," febrero, 2013. [https://www.caib.es/sites/salut-sexual/es/sexualidad\\_a\\_lo\\_largo\\_de\\_la\\_vida/](https://www.caib.es/sites/salut-sexual/es/sexualidad_a_lo_largo_de_la_vida/).
- [4] M. G. Gallegos Cerón, "Conductas de Salud," *Boletín Científico la Esc. Super. Atotonilco Tula*, vol. 3, no. 5, 2016, doi: 10.29057/esat.v3i5.1484.
- [5] C. Llanes, "La sexualidad en el adulto mayor," *Rev. Cubana Enferm.*, vol. 29, no. 3, pp. 223-232, 2013, doi: 10.18682/pd.v13i0.362.
- [6] I. Medina, J. Medina, R. Torres, R. Sosa, G. Chale, and L. Chaparro, "Actitudes hacia la vejez y actitudes hacia la sexualidad del adulto mayor en estudiantes y profesionales de enfermería," *Gerokomos*, vol. 32, no. 1, pp. 17-21, 2021.
- [7] A. B. Beurket-Asensio, A. Rosario-Rodríguez, and Veray-Alicea, "Construcción y validación de la escala de actitudes de los profesionales de la salud hacia la terapia asistida con animales en Puerto Rico," *Rev. Salud y Conduct. Humana*, vol. 5, no. 1, pp. 84-98, 2019.



## APOYO SOCIAL PARA LA CONDUCTA ANTICONCEPTIVA HACIA LA PREVENCIÓN DE EMBARAZO NO DESEADO E ITS EN MUJERES

Liliana Morán Díaz

Universidad Autónoma de Aguascalientes

Avenida Universidad No. 940, Ciudad Universitaria, C.P. 20131. Aguascalientes, Aguascalientes.  
*al180516@edu.uaa.mx*

Adriana Mayela Cárdenas Cortés

Universidad Autónoma de Coahuila

Monte Vesubio, S/N, Fracc. Valle Dorado, C.P. 27298. Torreón, Coahuila.  
*cardenas-a@uadec.edu.mx*

Resumen — El apoyo social que reciben las mujeres, por sus parejas, familia o personal de salud, interfiere en la utilización de métodos anticonceptivos, en la prevención de embarazo no deseado e Infecciones de Transmisión Sexual (ITS). El objetivo es identificar la percepción de apoyo social para la conducta anticonceptiva hacia la prevención de embarazo no deseado e ITS en mujeres en edad reproductiva. Participaron  $n: 299$ , quienes respondieron la escala de apoyo social ( $\alpha: .97$ ), obteniéndose que 41.5% perciben de peor a regular. El 68.2% fue usuaria de algún método y sólo 36.8% utiliza preservativo en todas sus relaciones sexuales. Concluyéndose que existe probabilidad de riesgo y es necesario empoderarlas hacia la mejora de su salud sexual y reproductiva.

Palabras clave — Apoyo Social, Anticoncepción, Relaciones Interpersonales.

Abstract — The social support that women receive from their partners, family or health personnel interferes in the use of contraceptive methods, in the prevention of unwanted pregnancy and Sexually Transmitted Infections (STI). The objective is to identify the perception of social support for contraceptive behavior for the prevention of unwanted pregnancy and STIs in women of reproductive age. Participants  $n: 299$ , who answered the social support scale ( $\alpha: .97$ ), obtained that 41.5% perceived from worse to regular. The 68.2% were users of some method and only 36.8% used condoms in all their sexual relations. It was concluded that there is a probability of risk, and it is necessary to empower them to improve their sexual and reproductive health.

Keywords — Social Support, Contraception, Interpersonal Relations.

## I. INTRODUCCIÓN

La anticoncepción como conducta para reducir la probabilidad de concebir un hijo (a), ha contribuido para que las mujeres puedan decidir acerca de su salud sexual y reproductiva, con respecto a ello, en México 7 de cada 10 mujeres entre 15 y 49 años han usado alguna vez un método (69.2%), según la Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica (ENADID) publicada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en 2018, y con relación a los tipos; el condón o preservativo masculino, el Dispositivo Intrauterino (DIU) y el implante subdérmico, fueron los más comunes (89.5%, 87.2% y 86.8%, respectivamente) [1] [2].

En cuanto a las condiciones de su utilización y el conocimiento, la ENADID evidenció que sólo 53.4% era usuaria de alguno, 15.8% lo había sido, y 30.7% nunca los utilizó (29.4% a pesar de conocerlos). Respecto a la motivación para la adopción de anticoncepción, para 2018 el número de hijos (as) ideal entre mujeres en edad fértil fue en promedio 2.4, independientemente del estado civil en que se encontraba; 34.2% casadas, 32.7% soltera, 23.3% en unión libre y 9.8% separada, divorciada o viuda [1].

Y relacionado a ello, de quienes se encontraban casadas o unidas, el 73.1% había utilizado alguno; 48.5% definitivos, 29.3% no hormonales vs 15.6% hormonales, 3.9% tradicionales, y sólo el 2.7% de vasectomía. Con respecto al deseo de procrear, sólo 24.3% lo consideró un motivo para no usarlo durante la primera relación sexual. Lo anterior, refleja que en México, los derechos sexuales y reproductivos de las mujeres continúan siendo inobservables [1] [3] Lo anterior, a pesar de que las iniciativas y estrategias públicas se encuentran emparejadas con las internacionales, en cumplimiento con el Objetivo del Desarrollo Sostenible número 5; “Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas” [4].

Karp, et al, (2020), refieren que la motivación interna de las mujeres, incluido el valor social y el deseo de la maternidad, interfieren en el uso de métodos anticonceptivos por ello es necesario empoderar a las mujeres hacia la promoción de su salud sexual y reproductiva [5]. Kibira, et al, (2020) señalan que el equilibrio entre la participación de la pareja y las iniciativas basadas en los derechos humanos, favorecen la autonomía en la toma de decisiones en cuanto al sexo, la procreación y la anticoncepción, señalándose que el uso encubierto de métodos simboliza cierto nivel de iniciativa [6].

Algunas investigaciones relacionan la edad, el tipo de métodos y el deseo de embarazo con el apoyo social para la conducta anticonceptiva, Olsen, Giacomo, Kalckmann, Porto, & Loureiro, (2018) refieren que de una muestra de mujeres entre 15 y 19 años, 60% utilizó la píldora de emergencia al menos una vez en su vida, encontrándose que el motivo fue no contar con preservativo y en relación a aquellas, con actividad sexual en días anteriores, en mejores condiciones sociales, con creencias religiosas católicas, con antecedentes de asistencia médica en el año anterior, habían utilizado anticonceptivos (81%), y fueron el condón y la píldora, los más comunes (28.2% y 23%) e informaron que accedieron en farmacias minoristas (75.2%) vs el sistema de salud. Además, se encontró que 61% tenía por lo menos un niño (a) nacido, producto de un embarazo no deseado [7].

Moseson, Dehlendorf, Gerdt, Vittinghoff, Hiatt y Barber (2018) señalan que el apoyo social bajo podría contribuir a la alta incidencia de embarazos no deseados en mujeres jóvenes, así como al uso de anticonceptivos, demostrado por 51 mujeres que informaron que nunca o casi nunca tuvieron a alguien a quien acudir (5%), señalándose que la mitad de ellas tienen 50% de probabilidad de utilizar métodos anticonceptivos en comparación con las de mayor apoyo. Además, de que quienes estaban en periodo de gestación, el 46% clasificó su embarazo como no deseado y de ellas 13.3% se produjeron con poco apoyo social y por último, la mayoría dependía de métodos hormonales en lugar de los específicos para el coito [8].

Por lo anterior, se propone identificar la percepción de apoyo social para la conducta anticonceptiva hacia la prevención de embarazo no deseado e ITS en mujeres en edad reproductiva.

## II. MARCO TEÓRICO

La práctica anticonceptiva se refiere a la prevalencia del uso y tipos de métodos utilizados desde el inicio de las relaciones sexuales y hasta la última, así como al uso de la anticoncepción de emergencia de al menos de una vez, a las fuentes de contracepción y las demandas insatisfechas de los mismos, y respecto a estas últimas se señala la negación en el deseo de procrear y a utilizar algún método por incapacidad para obtenerlo y encontrarlo [7]. El soporte o apoyo social para la conducta anticonceptiva puede definirse como las redes sociales que incluyen normas y un conjunto de estándares que son representativas para las mujeres en la adopción o rechazo de la práctica anticonceptiva, refiriéndose a las principales como la pareja, familia y el personal de salud. Por tanto, el apoyo social que las mujeres reciben de ellos resulta un importante predictor de la conducta anticonceptiva, la aprobación o desaprobación de alguna de ellos, influirá negativamente su utilización [9].

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño de estudio fue no experimental, transversal y descriptivo. Participaron mujeres en edad reproductiva, seleccionadas de forma no probabilística por criterio ( $\alpha$ : .05), incluyéndose a aquellas que habían iniciado vida sexual, con mayoría de edad y hasta 40 años, con o sin pareja al momento de la aplicación de la encuesta, que aceptarán participar en el estudio voluntariamente [10]. La muestra fueron n: 299 mujeres a quienes se les autoadministró previo consentimiento la escala de apoyo social ( $\alpha$ : .973), que contiene 65 ítems en escala ordinal, con una puntuación de 1 a 5, que va desde totalmente en desacuerdo hasta totalmente de acuerdo.

Se distribuye en 3 subescalas; soporte familiar (22 ítems) ( $\alpha$ : .957), de pareja (19 ítems) ( $\alpha$ : .959) y de personal de salud (24 ítems) ( $\alpha$ : .961), puede interpretarse a nivel global o específico, sumándose y determinándose que a mayor puntuación, mayor percepción de apoyo social, recodificándose en categorías: Peor, regular y mejor percepción [9]. La recolección de datos se realizó mediante la plataforma online de acceso libre QuestionPro Latinoamérica, y se compartió a través de las redes sociales; Facebook, Instagram, WhatsApp y correo electrónico, por un tiempo de 7 días. Se utilizó para el análisis el programa SPSS v 26, obteniéndose estadística descriptiva.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del total, 68.2% reportó ser usuaria de anticonceptivos, de ellas 31.5% utilizaban hormonales, 31.4% condón y 13% DIU. El 63.2% refirió no utilizar preservativo en todas sus relaciones sexuales y de ellas 28.5% se encontraban solteras. Respecto al apoyo familiar, fue percibido como mejor (60.8%), sin embargo destaca que de las mujeres solteras y en edades de 21 a 30 años, 25.1% lo calificaron de peor a regular (Tabla 1).

Tabla 1. Apoyo familiar, edad y estado civil de las mujeres.

Percepción de apoyo familiar	Edad	Estado civil						Total	
		Soltera	Casada	Viuda	Divorciada	Unión libre	Otro	f	%
		f	f	f	f	f	f	f	%
Peor	18-20	1						1	.3
	21-30	26			1	2		29	9.7
	31-40	3						3	1
Regular	18-20	8				2		10	3.3
	21-30	49	6			12	1	68	22.7
	31-40	10	9		2	4		25	8.4
Mejor	18-20	6						6	2
	21-30	51	31	1		15		98	32.8
	31-40	13	32		8	6		59	19.7
Total		167	78	1	11	41	1	299	100

Fue superior por parte de la pareja (85.9%), (Tabla 2).

Tabla 2. Apoyo por la pareja, edad y estado civil de las mujeres.

Percepción de apoyo por la pareja	Edad	Estado civil						Total	
		Soltera	Casada	Viuda	Divorciada	Unión libre	Otro	f	%
Peor	21-30	f	f	f	f	f	f	f	%
	18-20	3				1		4	1.3
	21-30	4				1		5	1.7
Regular	21-30	21				1		22	7.4
	31-40	4	4		3			11	3.7
Mejor	18-20	11				1		12	4
	21-30	102	37	1	1	27	1	169	56.5
	31-40	22	37		7	10		76	25.4
Total		167	78	1	11	41	1	299	100

Respecto, al del personal de salud, 87.1% señaló mejor, (Tabla 3).

Tabla 3. Apoyo por personal de salud, edad y estado civil de las mujeres.

Percepción de apoyo por personal de salud	Edad	Estado civil						Total	
		Soltera	Casada	Viuda	Divorciada	Unión libre	Otro	f	%
Peor	21-30	f	f	f	f	f	f	f	%
	18-20	2				1		3	1
	21-30	2				1		3	1
Regular	21-30	13	4			1		18	6
	31-40	5	4		1	4		14	4.7
Mejor	18-20	13				1		14	4.7
	21-30	111	33	1	1	27	1	174	58.2
	31-40	21	37		9	6		73	24.4
Total		167	78	1	11	41	1	299	100

De manera general, 41.5% perciben de peor a regular apoyo social por parte de sus parejas, familia y personal de salud (Tabla 4).

Tabla 4. Apoyo social, edad y estado civil de las mujeres.

Percepción de apoyo social	Edad	Estado civil						Total	
		Soltera	Casada	Viuda	Divorciada	Unión libre	Otro	f	%
Peor	21-30	f	f	f	f	f	f	f	%
	18-20	2						2	.7
	21-30	8				1		9	3
Regular	21-30	62	6		1	14	1	84	28.1
	31-40	13	9		3	4		29	9.7
Mejor	18-20	7				1		8	2.7
	21-30	62	31	1		15		109	36.4
	31-40	13	32		7	6		58	19.4
Total		167	78	1	11	41	1	299	100

Finalmente, estos resultados coinciden con los reportados en la literatura, en donde se explica que la mayor parte de las mujeres utiliza métodos tradicionales, y que en estado civil de soltería es menos probable que se utilice algún anticonceptivo, así como con menor apoyo social percibido.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se percibe menor apoyo social por parte de las mujeres de 21 a 30 años con estado civil solteras, por lo que es en este grupo, en quienes se deben fortalecer acciones para el empoderamiento sexual y reproductivo. Además, por el tipo de anticoncepción puede afirmarse que, prevalecen indicadores de violencia reproductiva, por lo que es importante indagar en diversos factores como la actitud y percepción de esta conducta en hombres. El estudio permitió demostrar que aún prevalece déficit de utilización de preservativo como método de prevención de infecciones, por lo que coexiste riesgo sexual.

## VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradecemos a la DCE. Lucía Caudillo Ortega, autora del instrumento de medición por su apoyo en la obtención de este.

## VII. REFERENCIAS

- [1] INEGI, «Instituto Nacional de Estadística y Geografía,» 2018. [En línea]. Available: [https://www.inegi.org.mx/programas/enadid/2018/#Datos\\_abiertos](https://www.inegi.org.mx/programas/enadid/2018/#Datos_abiertos).
- [2] INEGI, «Instituto Nacional de Estadística y Geografía en Mexico,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.inegi.org.mx/temas/natalidad/>.
- [3] DOF, «Secretaría de Gobernación,» 2014. [En línea]. Available: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5348863&fecha=17/06/2014](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5348863&fecha=17/06/2014).
- [4] ONU, «Naciones Unidad, Mujeres,» [En línea]. Available: <https://www.unwomen.org/es/news/in-focus/women-and-the-sdgs/sdg-5-gender-equality>.
- [5] C. Karp, S. Wood, H. Galadanci, S. Sebina, F. Makumbi, E. Omoluabi, S. Shiferaw, A. Seme, A. Tsui y C. Moreau, «‘Soy la llave maestra que abre y bloquea’: Presentación y aplicación de un marco conceptual para el empoderamiento de las mujeres y las niñas en salud reproductiva,» *Ciencias Sociales y Medicina*, vol. 258, nº 113086, 2020.
- [6] S. Kibira, K. C, S. Wood, S. Desta, H. Galadanci, F. Makumbi, E. Omaluabi, S. Shiferaw, A. Seme, A. Tsui y C. Moreau, «Uso encubierto de la anticoncepción en tres países del África subsahariana: Una exploración cualitativa de motivaciones y desafíos.,» *Salud pública de BMC*, vol. 20, nº 1, 2020.
- [7] J. Olsen, T. Giacomo, S. Kalckmann, M. Porto y M. Loureiro, «Prácticas anticonceptivas en mujeres jóvenes: encuesta domiciliaria en el municipio de São Paulo, Brasil,» *Cadernos de Saúde Pública*, vol. 34, nº 2, 2018.
- [8] H. Moseson, C. Dehlendorf, C. Gerds, E. Vittinghoff, R. Hiatt y J. Barber, «Nadie a quien recurrir: El bajo apoyo social y la incidencia de embarazo no deseado en los Estados Unidos,» *HHS Public Access*, vol. 98, nº 4, pp. 275-280, 2018.
- [9] L. Caudillo, «Adaptación y validación de una escala de apoyo social para la la conducta anticonceptiva,» de *Validación de Instrumentos para la Investigación de Sexualidad en Grupos Vulnerables*, Primera ed., L. Castillo, Ed., New York, Nova Science Publishers, Inc, 2020, pp. 163-178.
- [10] DOF, «Reglamentos y Leyes,» 2014. [En línea].
- [11] Instituto Nacional del Cáncer, «NIH: Instituto Nacional del Cáncer,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/apoyo-social>.

## INMUNO-NUTRICIÓN: EL PAPEL DE LOS FITOQUÍMICOS EN EL CÁNCER DE COLON

Mariana Abraham Galicia  
Universidad Autónoma de Coahuila  
Facultad de Medicina  
Calle Francisco Murguía 205  
C.P. 27000, Torreón, Coahuila.  
*marianagit@hotmail.com*

Gloria Yareli Gutiérrez Silerio  
Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Medicina  
Calle Clavel 200  
C.P. 76176, Querétaro, Qro.  
*gloriagutierrezsilerio93@gmail.com*

Resumen — El presente trabajo trata de abordar los temas desarrollados durante el Verano de la Ciencia de la Región Centro, con el objetivo de aprender el papel de los fitoquímicos en patologías crónico-degenerativas y específicamente en cáncer de colon, así como los principios fundamentales de las técnicas necesarias para estudiar el efecto inmunomodulador de los fitoquímicos como: la cuantificación de fitoquímicos, determinación de capacidad antioxidante, análisis de citometría de flujo y reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Sin dejar de lado la parte de divulgación científica donde se revisaron puntos como estructura de un artículo científico, fuentes de información científica y herramientas para referenciar, lo cual nos ayudará a realizar el presente reporte.

Palabras clave — Inmunonutrición, fitoquímicos y cáncer de colon

Abstract — The present paper tries to approach the issues developed during the Summer of Science in the Central Region, with the aim of learning the role of phytochemicals in chronic-degenerative pathologies and specifically in colon cancer, as well as the fundamental principles of the techniques necessary to study the immunomodulatory effect of phytochemicals such as: quantification of phytochemicals, determination of antioxidant capacity, flow cytometric analysis and polymerase chain reaction (PCR). Without leaving aside the part of scientific dissemination where were reviewed points such the structure of a scientific article, sources of scientific information and tools for reference, which will help us to carry out this report.

Keywords — Immunonutrition, phytochemicals and colon cancer.



## I. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es definir la importancia de los fitoquímicos en relación a enfermedades crónico-degenerativas, como cáncer, específicamente cáncer de colon a través de la recolección de información proveniente de múltiples fuentes bibliográficas.

Antiguamente se tenía la idea de que los fitoquímicos eran simples nutrientes, lo cual en fechas recientes se ha refutado y definido como metabolitos secundarios sintetizados por plantas que proporcionan beneficios para la salud, gracias a sus propiedades antiinflamatorias y anticancerígenas, entre otras. (Gasaly & Riveros, 2020)

Diversos estudios recientes han mostrado que los fitoquímicos, a pesar de ser consumidos en menor cantidad que la fibra dietética, también impactan a la microbiota intestinal, generando metabolitos con actividades biológicas que determinan algunos de los efectos saludables de las dietas ricas en frutas y verduras. (O'Keefe, 2016)

En el presente trabajo se describe el proceso de investigación por el cual se intentó conocer más a fondo las propiedades anticancerígenas e antiinflamatorias de los fitoquímicos y como estos mejorarían el desarrollo de tejido canceroso.

## II. MARCO TEÓRICO

### Fitoquímicos

Los fitoquímicos corresponden a metabolitos secundarios sintetizados por las plantas, que incluyen terpenos, ácidos fenólicos y tiólicos, lignanos y flavanoides, siendo estos últimos los más relevantes en términos cuali-cuantitativos. 1

El término ‘fitoquímico’ constituye la evolución más reciente del término “alimentos funcionales”.

Otros términos empleados para los alimentos funcionales son:

- Farmacoalimentos
- Fitoalimentos, fitonutrientes
- Alimentos terapéuticos
- Alimentos genómicos
- Prebióticos/Probióticos

Cuentan con propiedades antioxidantes, anti-inflamatorias, antibacterianas, anti-hipertensivas, anti-tumorales, reguladoras de la función mitocondrial, neutralizante de LPS, anti-parasitarias, etc. 1

Estudios epidemiológicos in vivo, in vitro y clínicos indican que una dieta a base de vegetales puede reducir el riesgo de enfermedades crónicas, especialmente del cáncer. Se demuestra que el riesgo de cáncer en personas que consumen dietas altas en frutas y vegetales, es el 50 % del riesgo que se observa en personas que consumen poco de estos alimentos (Nancy Chasquibol S., Laura Lengua C., Inés Delmás, Dolores Rivera C. & Bazán, Rosa Aguirre M., 2003)

Ullah y col. (2019) comprobaron el potencial farmacológico de fitoquímicos como el esteviol y el isosteviol y sus derivados como citotóxicos, antivirales, antibacterianos, antihipertensivos, antiinflamatorios y antihiper-glucémicos entre otros. (Sülsen, 2021)

Recientemente, investigadores han identificado la capacidad de estos compuestos naturales para desencadenar la muerte celular inmunogénica y la activación posterior del sistema inmune adaptativo. (And & 16112, 2020)

### Cáncer

El cáncer es una de las principales patologías que afectan a la población a nivel mundial.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 2008 se diagnosticaron 12,7 millones de nuevos casos y 7,6 millones de personas murieron de cáncer, lo que representa un 13% de todas las defunciones a nivel mundial. Actualmente, el cáncer es considerado como un desorden de células que se dividen anormalmente, lo que conduce a la formación de agregados que crecen dañando tejidos vecinos, se nutren del organismo y alteran su fisiología. Estas células tienen la capacidad de migrar e invadir tejidos lejanos originando metástasis.

Normalmente, las células del sistema inmune son capaces de eliminar a estas células tumorales, en un proceso denominado INMUNOVIGILANCIA TUMORAL. Sin embargo, algunos de estos clones pueden adquirir nuevas capacidades que les permiten evadir estos mecanismos de control. (DRA. CATHERINE SÁNCHEZ, 2013)

Cáncer de colon

Prevalencia del cáncer de colon (Globocan)

Fig. 1 Número estimado de nuevos casos en 2020, en todo el mundo, ambos sexos, todas las edades.

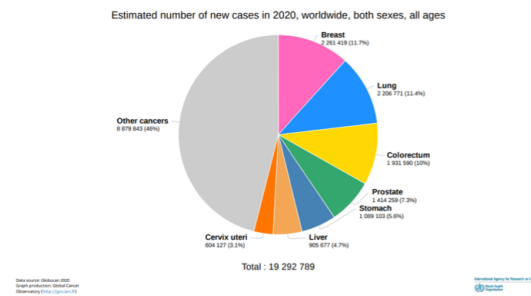


Fig. 2 Número estimado de nuevos casos en 2020, en Latinoamérica, ambos sexos, todas las edades.

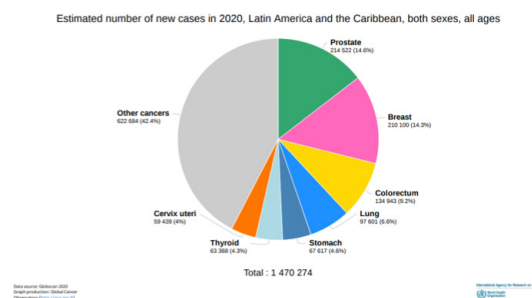
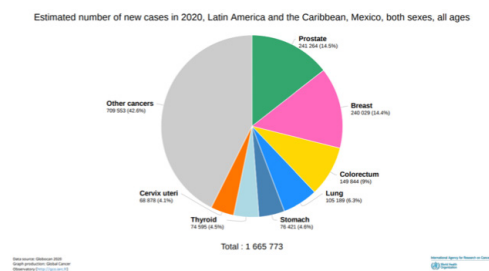


Fig. 3 Número estimado de nuevos casos en 2020, en México, ambos sexos, todas las edades.



El cáncer de colon comienza cuando ciertas células epiteliales adquieren una serie de mutaciones genéticas o epigenéticas en 3 tipos de linajes genéticos; genes supresores tumorales, oncogenes y genes reparadores del ADN. (Zarate., n.d.)

La mutación más temprana se da en el gen de la poliposis coli adenomatosa (PCA), que es un gen supresor que se une a la betacatenina y produce su destrucción en sujetos sanos. En pacientes con indicios de cáncer colorrectal el gen PCA muta y no destruye a la betacatenina, generado su unión con el ADN y activando la transcripción de genes responsables de la formación de adenomas (María T. Galiano de Sánchez, 2005)

El resultado global de esta mutación es la inhibición de la apoptosis y proliferación celular, en consecuencia, se crea una célula con ventaja de crecimiento selectivo sobre las otras células. 80% de los adenomas comienzan con mutaciones en el gen PCA como primer paso en la patogénesis del cáncer de colon (Ref).(Zarate., n.d.)

Una vez perdida la función del gen PCA, subsecuentemente pueden mutar otros genes como K-ras (Oncogén que genera señal de crecimiento constante), p53 (Supresor tumoral, mutado en el 50% de los cánceres humanos) y DCC.

Se ha descubierto que los fitoquímicos pueden modular células clave en las vías de señalización dirigidas a diferentes etapas del cáncer colorrectal (iniciación a progresión) (Sadia Afrina et al., 2020)

Sin embargo no todos comparten las mismas mutaciones, por lo que la terapia molecular ha sido difícil de implementar. Actualmente los tratamientos clásicos como la cirugía se implementa en estadios primarios. Sin embargo el 25% de diagnósticos son metastásicos, por lo que se prefieren los neoadyuvantes y terapias citotóxicas, sin dejar de lado los efectos secundarios deletéreos y el hecho de que suele haber resistencia farmacológica y posterior recurrencia (Rawla, 2019).(María T. Galiano de Sánchez, 2005)

Por lo anterior actualmente se busca el desarrollo de nuevas terapias tanto preventivas como de tratamiento que intervengan en la progresión del cáncer de colon, como los fitofármacos (fármacos que contiene fitoquímicos) que han demostrado actualmente causar la citotoxicidad tumoral, sin causar efectos secundarios tan adversos como los quimioterapéuticos.(María T. Galiano de Sánchez, 2005)

Para lograr la implementación de los fitoquímicos como posibles fármacos para el tratamiento de cáncer de colon es preciso pasar por varios procesos de investigación los cuales incluyen un proceso preclínico, clínico, registro y autorización de las autoridades y finalmente lanzamiento y monitorización de seguridad.(Sadia Afrina et al., 2020)

En el desarrollo de la fase preclínica existen diferentes metodologías para abordar el papel de los fitoquímicos en cáncer de colon como, por ejemplo:

**Cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC):** Técnica utilizada para la separación de componentes de una mezcla. Consiste en una fase estacionaria no polar (en columna) y una fase móvil que actúa como portador de la muestra (líquido). Se emplean partículas de fase estacionaria muy pequeñas y una presión de entrada relativamente alta. Fundamento: utilización de disolventes orgánicos para análisis de contaminantes o sustancias orgánicas medioambientales,

**Prueba de Reacción de Cadena de Polimerasa (PCR):** El objetivo de esta prueba es amplificar un blanco o target de una muestra de ADN y a la vez generan millones de amplicones del target original. Fundamento: Se basa en la replicación celular en la que actúan varias proteínas para sintetizar 2 hebras nuevas de ADN a partir de otra que funciona como molde. Cada proteína tiene una función propia. Lo cual nos ayudaría a determinar cuáles genes se están modificando al usar el extracto en diferentes tipos de células cancerosas.

**Ensayo MTT:** Se basa en la reducción metabólica del Bromuro de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-ilo)-2,5-difeniltetrazol (MTT) por la enzima mitocondrial succinato-deshidrogenasa en un compuesto de color azul (formazan), esto permite determinar la funcionalidad de las mitocondrias de las células estudiadas. Fundamento: Conocer el grado de actividad o de muerte celular, mediante la funcionalidad de las mitocondrias al realizar la reducción del MTT por su enzima succinato-deshidrogenasa, la cantidad de células vivas es proporcional a la cantidad de formazan producido. Este ensayo es típico para determinar la capacidad citotóxica de diferentes tipos de fár-

macos en células cancerosas, lo cual nos ayudaría a evaluar si los fitoquímicos presentes en un extracto estarían induciendo citotoxicidad.

**Citometría de flujo:** Técnica usada en el campo de la investigación biomédica y en la práctica del diagnóstico clínico. Con mucha frecuencia se utiliza en inmunología y en el análisis de células sanguíneas. Fundamento: Estudiar las características físicas e individuales de cada célula dentro de una población que puede ser heterogénea. Estas células las detecta en líquidos de suspensión, donde son arrastradas por el flujo de este líquido, esto las hace desfilarse una por una y ser iluminadas por una fuente de luz. Todo esto se realiza mediante un citómetro de flujo. Dicha técnica nos ayudaría a la determinación de marcadores en la superficie celular que pudieran estar siendo modificados por los fitoquímicos al añadirlos a las células tumorales.

**Evaluación de antioxidantes (DPPH y FRAP):** Los antioxidantes son moléculas capaces de prevenir o retardar la oxidación de moléculas biológicas como proteínas, lípidos y ácidos nucleicos. Dichas técnicas son frecuentemente usadas para la determinación de la capacidad antioxidante de diferentes extractos, propiedad relacionada directamente a los fitoquímicos presentes en ellos.

El método FRAP se fundamenta en la reducción del hierro férrico ( $Fe^{+3}$ ) presente en el reactivo de FRAP hasta la forma ferrosa ( $Fe^{+2}$ ) por presencia de antioxidantes. Se genera una coloración azul, de intensa proporcionalidad a la capacidad reductora de la muestra (se genera un complejo ferroso-TPTZ) que puede cuantificarse por colorimetría (593nm) en base a un patrón de sulfato ferroso.

El método DPPH se basa en la medida de la absorbancia del radical DPPH• 100  $\mu$ M (3,9 mL) disuelto en metanol. Este radical libre es susceptible de reaccionar con compuestos antioxidantes a través de un proceso caracterizado por la cesión de un átomo de hidrógeno proporcionado por el agente antioxidante.

### III. METODOLOGÍA

**Búsqueda bibliográfica:** Se realizó una amplia búsqueda bibliográfica en el motor de búsqueda Pubmed utilizando una mezcla de palabras claves como: “phytochemicals”, “colorectal cáncer”, “neoplasms”, “chronic degenerative diseases”, “nutrition”, “intestinal biota”. Llegando a la recolección de 11 artículos que iban desde lo más simple, como ¿Qué son los fitoquímicos? Hasta artículos más complejos donde se abordaba la relación entre los fitoquímicos y el cáncer de colon.

Una vez recaba la información se acudió a la búsqueda de software para referenciar, considerándose “Mendeley Desktop” como la mejor opción.

### IV. RESULTADOS

Los resultados de la búsqueda bibliográfica fueron 15 de artículos al utilizar las palabras clave. De los cuales se seleccionaron 11 para redactar el presente trabajo el cuál aborda el papel de los fitoquímicos en diferentes patologías, específicamente en cáncer de colon.

**Papel de los fitoquímicos en el cáncer de colon**

La comida es una mezcla compleja de miles de bioactivos, muchos de los cuales son modificados por preservación, métodos de cocción, digestión, metabolismo por huésped y la microbiota intestinal luminal.

La fermentación de la fibra libera ácidos grasos de cadena corta (AGCC), principalmente butirato, propionato y acetato, que son esenciales para la salud de la mucosa colónica. Estudios aseguran que los efectos antineoplásicos de los fitoquímicos son aditivos a los de los AGCC.

Una evidencia sólida apoyó la idea de que la supresión del cáncer colorrectal es inducida no solo por una dieta con alto contenido en fibra, sino también en polifenoles, fitoquímicos abundante en frutas y verduras(Ref).

Utilizando modelos *in vitro* e *in vivo*, se han estudiado fitoquímicos dietéticos implicados en una amplia gama de actividades anticancerígenas: antiproliferación, bloqueo del ciclo celular, alteración de la reparación del ADN, inducción de apoptosis, antiinflamación, activación de genes supresores de tumores y supresión de oncogenes, regulación de los niveles de factores hormonales y de crecimiento e inhibición de la invasión, angiogénesis y metástasis (Ref).

Se sugiere que estas acciones están mediadas por la modificación de la síntesis de eicosanoides, regulación a la baja de la inflamación cascada (COX - 2, NF - B, AP - 1, TNF, IL - 6 y VEGF), regulación de la síntesis de ADN e inducción de la luz enzimas desintoxicantes (-glucuronidasa, -glucosidasa, -galactosidasa, mucinasa y nitrorreductasa).

Alrededor del 70% al 90% de los casos de cáncer colorrectal están correlacionados con factores dietéticos, y la optimización de la dieta puede evitar la mayoría de los casos.

Como resultado de las sesiones en el Verano de la Ciencia de la Región Centro a distancia debido a la pandemia por Covid-19, se abarcó el tema de las diferentes partes de un artículo científico las cuales consisten en: Resumen: La síntesis de lo que aparecerá en el artículo, Introducción: Donde especificamos 3 aspectos; contexto, problema y objetivos, Marco Teórico: Aquí identificamos las fuentes primarias y secundarias sobre las cuales se sustenta nuestra investigación y el diseño del estudio, Metodología: Es nuestra herramienta para la resolución de los problemas planteados a lo largo de la investigación. Resultados: Nos ayuda a comprobar el funcionamiento correcto del sistema de búsqueda empleado, así como a redactar de forma concreta los resultados sean positivos o negativos, Conclusiones: Nos explica a lo que llegó el desarrollo del proyecto, no perdiendo de vista los objetivos planteados desde el principio y los resultados obtenidos., lo cual nos ayudó para la redacción y obtención del presente reporte.

## V. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se reportaron los temas sobre fitoquímicos en patologías crónico-degenerativas y específicamente en cáncer de colon, así como los principios fundamentales de las técnicas necesarias para estudiar el efecto inmunomodulador de los fitoquímicos, con un enfoque científico de abordar la información para reportarla en el presente trabajo.

## VI. RECONOCIMIENTOS

Se agradece a la Dra. Gloria Yareli Gutiérrez Silerio por su tiempo y disposición para poder llevar a cabo la enseñanza durante el verano de la ciencia de la región centro y su apoyo para realizar el reporte final.

## REFERENCIAS

- [1] Gasaly, Naschla; Riveros, Karla Martín Gotteland, Phytochemicals: a new class of prebiotics (Gasaly & Riveros, 2020)
- [2] O Keefe, Stephen J. D. Diet, microorganisms and their metabolites and colon cancer.
- [3] Nancy Chasquibol S. Laura Lengua C. Inés Delmás, Dora Bazán, Rosa Aguirre M, Martha Bravo A. Alimentos funcionales o fitoquímicos, clasificación e importancia.
- [4] Sulsen, Valeria P. Sesquiterpene Lactones and Diterpenes: Promising Therapeutic Potential of medicinal Plants and Phytochemicals.
- [5] European Cooperation in Science; 16112, Technology (COST) Action. Natural products target the hallmarks of chronic diseases.
- [6] Dra. Catherine Sánchez. Knowing and understanding the cancer cell: Physiopathology of cancer. Zarate., Alejandro J. Cáncer de colon.

- [7] María T. Galiano de Sánchez, MD. Cáncer colorectal (CCR).
- [8] Sadia Afrina, 1; Francesca Giampierib, a, 1; Gasparinic, Massimiliano; Forbes Hernández, Tamara Y.; Cianciosa, Danila; Reboledo-Rodriguez, Patricia; Zhanga, Jiaojiao; Mannaa, Piera Pia; Dagliad, Maria; Atanas Georgiev Atanasove, F; Maurizio Battino. Dietary phytochemicals in the colorectal cancer prevention and treatment: A focus on the molecular mechanisms involved.
- [9] C. Para, J. Pelzl, *Understanding Cryptography: A Textbook for Students and Practitioners*, Ed. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg, 2010.
- [10] K. Kaya, C (Editor) *Cryptographic Engineering*, Ed. Springer Science+Business Media, LLC, 2009.
- [11] R. Zahmoul, R. Ejbali, M. Zaied, "Image encryption based on new Beta chaotic maps", *Optics and Lasers in Engineering*, Vol. 96, pp. 39-49. 2017.
- [12] J. A. Aboytes-González, J. S. Murguía, M. Mejía-Carlos, et al., "Design of a strong S-box based on a matrix approach", *Nonlinear Dynamics*, Disponible en <https://doi.org/10.1007/s11071-018-4471-z> [consultado en 2018].
- [13] M. T. Ramírez-Torres, J. S. Murguía, M. Mejía Carlos, "Image encryption with an improved cryptosystem based on a matrix approach" *Int. J. Mod. Phys. C*, No. 10, Vol. 25, [1450054], 2014.



## GESTIÓN DE INDICADORES KPI S PARA EVALUAR FACTORES DE RIESGO ERGONÓMICO EN BASE A LA NOM-036-STPS-2018.

Estrada Palomares Areli Yamile  
 Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón Blvd. del Valle # 2301,  
 Guardarrayas, Purísima del  
 Rincón, Gto., C.P. 36413  
*Lms17110476@purisima.tecnm.mx*

Asesora: Fragoso Mora Adriana  
 Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón Blvd. del Valle # 2301,  
 Guardarrayas, Purísima del Rincón, Gto., C.P. 36413  
*Adriana.fm@purisima.tecnm.mx*

Resumen -- Este proyecto de investigación se llevó a cabo con la recopilación de información a través de una serie de visitas en la empresa, tomando datos relevantes del trabajador laboralmente expuesto con relación al manejo manual de cargas en su centro de trabajo, desarrollando instrumentos para garantizar la información pertinente que permita el procesamiento de esta. Con el vaciado de los datos obtenidos para su análisis crítico haciendo uso del software que cumple las funciones del manejo masivo de datos, que facilita la presentación de resultados de manera gráfica, que apoyará a diagnosticar los factores de riesgo ergonómico y trastornos musculoesqueléticos para identificar, analizar, prevenir y controlar la salud de los trabajadores con base en la Norma: NOM-036 NOM-036-1-STPS-2018.

Palabras clave — Ergonomía, Nivel de riesgo, Manejo manual de cargas, Lesión musculoesquelética, Power BI.

Abstract — This research project was carried out with the collection of information through a series of visits in the company, taking relevant data from the worker exposed to work in relation to the manual handling of loads in their workplace, developing instruments to guarantee the information pertinent that allows the processing of the same. With the emptying of the data obtained for its critical analysis making use of the software that fulfills the functions of massive data management, which facilitates the presentation of results in a graphical way, which will support the diagnosis of ergonomic risk factors and musculoskeletal disorders to identify, analyze, prevent and control the health of workers based on the Standard: NOM-036 NOM-036-1-STPS-2018.

Keywords — Ergonomics, Risk level, Manual load handling, Musculoskeletal injury, Power BI.

## I. INTRODUCCIÓN

En busca del cumplimiento de los lineamientos establecidos por la ley para el bienestar organizacional y laboral en la actualidad, las empresas buscan la manera de comprender y aplicar los procesos de una mejor manera, haciendo uso de herramientas como manuales en su mayoría de procesos que permitan el buen desarrollo de las actividades llevadas a cabo en la empresa.

Estas empresas que asumen las responsabilidades de garantizar la salud física y mental de sus trabajadores como parte integral en el desarrollo de sus actividades laborales, con la función de prevenir las enfermedades musculares fracturas o lesiones así como eliminar los riesgos en los centros de trabajo. “El riesgo es la posibilidad de que un evento ocurra y afecte adversamente el cumplimiento de los objetivos, en los procesos, en el personal y en los sistemas internos generando perdidas”. (Estupiñán, 2015, p. 25). En ese sentido, la aplicación la NOM 036 en los centros de trabajo podría ayudar a reducir esta clase de riesgos, enfermedades y trastornos musculoesqueléticos, los cuales representan los padecimientos más comunes en los colaboradores.

Debido a la importancia de lo antes expuesto, el desarrollo de la presente investigación, procura el objetivo de Identificar, analizar y gestionar los factores de riesgoergonómico bajo la NOM-036-1-STPS-2018 en puestos operativos a partir de la creación de un manual siendo esta una herramienta esencial para la interpretación fácil y didáctica de la Norma 036-SPTS-1-2018 en cuanto al manejo manual de cargas mayor o igual a 3 Kgs, su transporte y levantamiento en el desarrollo de los trabajadores ocupacionalmente expuesta en los puestos de trabajo. Asimismo, es relevante para la toma de decisiones dentro de la empresa, en la indicación instrucciones, procedimientos y reglas de operación que se deben cumplir con base a los niveles de riesgo permisibles con base a la norma, técnicas de referencia que buscan proteger la integridad del trabajador y lo que lleva a las organizaciones a decidir cómo se deben aplicar estratégicamente las acciones necesarias de gestión de riesgos a toda la organización y operativamente en sus diferentes áreas y niveles de negocios (Anttila & Jussila, 2017).

## II. MARCO TEÓRICO

La siguiente investigación se realiza en base a la NORMA Oficial Mexicana NOM-036-1- STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo-Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas. Es aplicable para mover cargas a partir de 3 kilos o mayores, en los centros de trabajo de cualquier tipo de industria, enseguida la fundamentación teórica de la investigación en las principales definiciones:

1. Factores de riesgo ergonómico: Aquéllos que pueden conllevar sobre esfuerzo físico, movimientos repetitivos o posturas forzadas en el trabajo desarrollado, con la consecuente fatiga, errores, accidentes y enfermedades de trabajo, derivado del diseño de las instalaciones. (2018) Norma Oficial Mexicana NOM-036-01-STPS.
2. Levantar y bajar cargas: Aquellas actividades o tareas realizadas de forma manual, sin ayuda de maquinaria, que producen un momento-fuerza sobre la columna vertebral, y/o extremidades superiores e inferiores, sin importar la dirección. (2018) Norma Oficial Mexicana NOM-036-01-STPS.
3. Trastorno musculoesquelético laboral: Aquella lesión y enfermedad del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo causadas por la exposición laboral a factores de riesgo ergonómico. (2018) Norma Oficial Mexicana NOM-036-01-STPS.
4. Manejo manual de cargas; Carga manual: La actividad que desarrolla uno o varios trabajadores para levantar, bajar, empujar, jalar, transportar y/o estibar materiales, empleando su fuerza física utilizando o no equipo auxiliar. (2018) Norma Oficial Mexicana NOM-036-01-STPS.
5. Manual: Es una herramienta de gestión administrativa, en el cual se recogen los aspectos básicos, esenciales de una materia González (2019) los manuales de procedimientos “Constituyen un documento técnico que incluye información sobre la sucesión cronológica y secuencial de operaciones concatenadas entre sí, que se constituye

en una unidad para la realización de una función, actividad o tarea específica en una organización”. Domínguez, a. p. f. (2018).

6. Transportar cargas: Aquellas actividades o tareas que consisten en mover una carga horizontalmente mientras se sostienen únicamente mediante la fuerza humana (de forma manual).

7. Modo seguro; manera segura: La realización de actividades cumpliendo con los procedimientos y medidas de seguridad determinadas por las normas oficiales mexicanas y las dispuestas por el patrón.

8. Personal ocupacionalmente expuesto: Aquellos trabajadores que en el ejercicio y con motivo de su ocupación están expuestos a factores de riesgo ergonómico, derivados de la ejecución de las actividades que involucren manejo manual de cargas.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

La gestión de KPI´s de acuerdo con la NOM-036-STPS-2018 se desarrolló en las siguientes etapas que permitieron trabajar de manera adecuada acorde a la norma estas etapas son las siguientes cuatro etapas:

Etapa 1: Selección de puestos operativos y ocupantes seleccionados para la realización del diagnóstico en planta (siendo una parte importante dado que brinda la oportunidad de conocer el desarrollo de las tareas realizadas por el ocupante de cada puesto). Etapa 2: Realización del diagnóstico: Evaluación de factores de riesgo ergonómico en base a la NOM-036-STPS-2018. Etapa 3: Definición de KPI´s: Identificación de análisis y procesamiento de datos en base del diagnóstico realizado. En base a la NOM-036-1- STPS-2018. Etapa 4.-. Etapa en la que se desarrolló un manual que contiene los parámetros, indicadores, niveles de riesgo, y acciones para facilitar la comprensión de dicha norma, con la finalidad de cómo debe aplicarse y dar cumplimiento a la NOM-036. Comprendiendo en su contenido imágenes y siendo didáctico para quienes decidan aplicar NOM-036-STPS-2018. El desarrollo del presente estudio, nos permitió establecer una guía para cada KPI´s diseñado con instrucciones específicas donde defina la estructura funcional, formal y real de lo que se quiera comunicar dentro del manual desarrollado.

Enseguida, se muestra una síntesis del desarrollo de la implementación y diseño de KPI´s respectivos con base a los apartados técnicos (Check List) de la Norma de referencia:

#### CHECK LIST 2.- ESTIMACIÓN DEL RIESGO DE OPERACIONES DE TRANSPORTE DE CARGAS

A) Peso y ascenso de la carga/ frecuencia de transporte: El peso y la frecuencia de la operación de transporte.

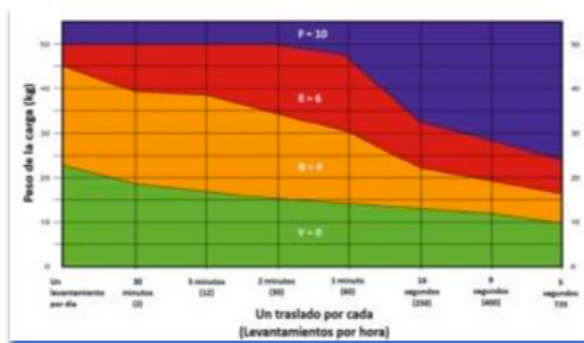


Fig.1 Peso y ascenso de la carga/ frecuencia de transporte en base a la NOM 036-1-STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico

B) Superficie de trabajo: Este factor considera las propiedades de la superficie donde el trabajador camina o permanece de pie, según se indica.

Piso seco, limpio y en buenas condiciones de mantenimiento Nivel: Verde Valor:0	Piso seco, pero en malas condiciones, desgastado o irregular Nivel: Naranja Valor:1	Piso contaminado/húmedo o desnivelado, superficie inestable o calzado inadecuado Nivel: Rojo Valor:2
---	---	--

Fig.2 Superficie de trabajo en base a la NOM 036-1-STPS- 2018, Factores de riesgo ergonómico

C) Distancia de transporte: Este factor indicará cuando la distancia total transportada por el Trabajador presente niveles altos o bajos de riesgo para él.

2 a 4 m Nivel: Verde Valor:0	Más de 4 m y menos de 10 m Nivel: Naranja Valor:1	Más de 10 m Nivel: Rojo Valor:3
------------------------------------	---	---------------------------------------

Fig.3 Distancia de transporte en base a la NOM 036-1-STPS- 2018, Factores de riesgo ergonómico

#### IV. RESULTADOS

Resultado: Manual De Procedimientos Para Implementación De La Nom-036-1-Stps-2018



Fig. 4 Manual en base a la NOM 036-1-STPS-2018 Fuente: Elaboración propia

Es una herramienta que apoya a la interpretación fundamental en orientar y hacer cumplir los procesos que rige dicha norma NOM-036-1-STPS-2018 Factores de riesgo ergonómico en el trabajo, con la finalidad de identificar alguna situación de riesgo que suelen presentarse en los centros de trabajo a la hora de realizar dichas actividades que involucren el manejo manual de cargas, Buscando garantizar el bienestar de la salud de los trabajadores. Algunos apartados principales del manual son; Las definiciones, las obligaciones del patrón y del trabajador. Fig.6 Gráficos ejemplo presentados dentro del manual en base a la NOM 036-1-STPS-2018 Fuente. Elaboración propia

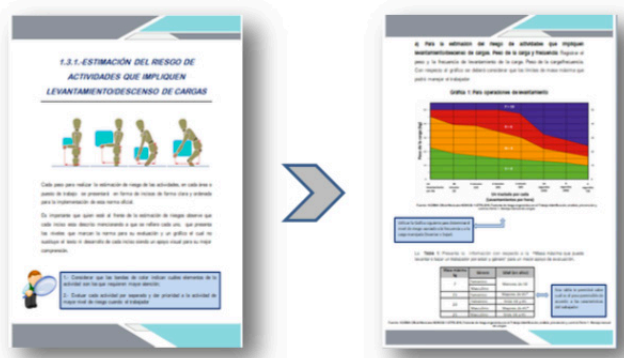


Fig.5 Secciones que comprenden el manual en base a la NOM 036-1-STPS-2018

Fuente. Elaboración propia

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La implementación de un manual ha permitido conocer la Nom-036-factores de riesgo ergonómica en los centros de trabajo, desarrollando de manera muy específica cada punto de la norma, de tal manera que los lectores puedan aplicar dicho procedimiento para la mejora continua de aquellos puestos con algún nivel de riesgo moderadamente alto, ya que conocer las causas se puede anticipar a los errores.

En esta tarea, la interpretación de KPI's estratégicos que permitan la implementación de la Norma: NOM-036-1-STPS-2018 donde se establece un diagnóstico detallado de los puestos, así como un análisis ergonómico de sus ocupantes, un manual con base a la traducción técnica de la NOM de referencia, para facilitar la comprensión de niveles de riesgo y posturas sanas con impacto en la calidad de vida laboral y personal de los trabajadores involucrados en el estudio. Siendo este una herramienta de apoyo fundamental en orientar y hacer cumplir los procesos que rige dicha norma, logrando detectar factores de riesgo ergonómico que suelen presentarse dentro de los puestos de trabajo buscando garantizar el bienestar de la salud de los trabajadores en el ámbito laboral.

## VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Un agradecimiento al Tecnológico Superior de Purísima del Rincón (ITSPR) por la oportunidad de participar en el 23° Verano de la Ciencia Región Centro. Se Agradece a la empresa: Procesadora y Maquiladora WYNY S.A de C.V, por el apoyo en la realización de este proyecto. Y un reconocimiento especial a la docente asesora, Mtra. Adriana Fragoso Mora por su compromiso, apoyo y motivación durante la implementación de la Norma NOM-036-STPS-2018 en condiciones reales de empresa durante el desarrollo de la investigación.

## REFERENCIAS

- DOMÍNGUEZ, A. P. F. (2018). Manual de procedimiento para la medición de piezas con máquina y procesos de manufactura.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo-Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas: [http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7468/stps11\\_C/stps11\\_C.html](http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7468/stps11_C/stps11_C.html).
- Anttila, J. y Jussila, K. (2017). ISO 9001: 2015: una reforma cuestionable. ¿Qué deben comprender y hacer las organizaciones ejecutoras? *Gestión de calidad total y excelencia empresarial*, 28 (9-10), 1090-1105.
- Fandiño Piamba, P. A., Hurtado Solis, M., & Estacio Cumbe, J. M. (2019). Análisis de riesgos según la metodología FMEA, basada en el sistema de gestión de salud (Doctoral dissertation, Universidad Santiago de Cali).

# GESTIÓN DE INDICADORES KPI 'S PARA EVALUAR FACTORES DE RIESGO ERGONÓMICO EN BASE A LA NOM-036-STPS-2018.

García Núñez Corina Samantha  
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón Blvd. del Valle # 2301,  
Guardarrayas, Purísima del  
Rincón, Gto., C.P. 36413  
*Lrs17110006@purisima.tecnm.mx*

Asesora: Fragoso Mora Adriana  
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón Blvd. del Valle # 2301,  
Guardarrayas, Purísima del  
Rincón, Gto., C.P. 36413  
*Adriana.fm@purisima.tecnm.mx*

Resumen -- Este proyecto de investigación se llevó a cabo con la recopilación de información a través de una serie de visitas en la empresa, tomando datos relevantes del trabajador laboralmente expuesto con relación al manejo manual de cargas en su centro de trabajo, desarrollando instrumentos para garantizar la información pertinente que permita el procesamiento de esta. Con el vaciado de los datos obtenidos para su análisis crítico haciendo uso del software que cumple las funciones del manejo masivo de datos, que facilita la presentación de resultados de manera gráfica, que apoyará a diagnosticar los factores de riesgo ergonómico y trastornos musculoesqueléticos para identificar, analizar, prevenir y controlar la salud de los trabajadores con base en la Norma: NOM-036 NOM-036-1-STPS-2018.

Palabras clave — Ergonomía, Nivel de riesgo, Manejo manual de cargas, Lesión musculoesquelética, Power BI.

Abstract — This research project was carried out with the collection of information through a series of visits in the company, taking relevant data from the worker exposed to work in relation to the manual handling of loads in their workplace, developing instruments to guarantee the information pertinent that allows the processing of the same. With the emptying of the data obtained for its critical analysis making use of the software that fulfills the functions of massive data management, which facilitates the presentation of results in a graphical way, which will support the diagnosis of ergonomic risk factors and musculoskeletal disorders to identify, analyze, prevent and control the health of workers based on the Standard: NOM-036 NOM-036-1-STPS-2018.

Keywords — Ergonomics, Risk level, Manual load handling, Musculoskeletal injury, Power BI.



## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las organizaciones han hecho uso de las tecnologías que se han creado y se han innovado a través de ellas para conseguir sus objetivos, además del cuidado en las medidas de seguridad para evitar accidentes y riesgos ergonómicos que pueda afectar la salud ocupacional y la calidad de vida de sus trabajadores. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS.2019) indica que existen una serie de factores de riesgos laborales y no laborales (carga física, organización del trabajo, psicosocial, individual y sociocultural) que contribuyen a causar enfermedades laborales. El factor de riesgo ergonómico es una característica del trabajo que puede incrementar la probabilidad de desarrollar un trastorno musculoesquelético, ya sea por estar presente de manera desfavorable o debido a que haya presencia simultánea con otros factores de riesgo. Los principales factores de riesgo ergonómico a considerar son: La generación de fuerzas: La generación de fuerzas interna en segmentos articulares de gran intensidad o con una frecuencia significativa. La alta frecuencia de movimientos: Aunque las acciones que se realicen no impliquen la realización de un esfuerzo significativo, la repetitividad puede afectar las características mecánicas de nuestros tejidos. La duración de larga exposición: Cuanto más tiempo se esté exponiendo al cuerpo a lo largo de la jornada laboral, más riesgo habrá (OMS.2019).

Debido a la importancia de lo antes expuesto, el desarrollo de la presente investigación, con la creación de un manual es esencial para la Norma 036-SPTS-1-2018 en cuanto al manejo manual de cargas mayor o igual a 3 Kgs, su transporte y levantamiento en el desarrollo de los trabajadores ocupacionalmente expuesta. Asimismo, es relevante para la toma de decisiones dentro de la empresa, en la indicación instrucciones, procedimientos y reglas de operación que se deben cumplir con base a los niveles de riesgo permisibles con base a la norma técnica de referencia. Finalmente el uso de software de recopilación de datos, análisis y presentación de la información es útil para encontrar que áreas se encuentran en riesgo o que personal está haciendo mal uso de su postura, encontrar una solución y atacar el problema salvaguardando su integridad, Por tanto, la presente investigación pretende el objetivo de Identificar, analizar y gestionar los factores de riesgo ergonómico bajo la NOM-036-1-STPS-2018 en puestos operativos a partir de una solución digital con interfaz gráfica con tecnología Power BI.( Solución de Business Intelligence).

## II. MARCO TEÓRICO

La siguiente investigación se realiza en base a la NORMA Oficial Mexicana NOM-036-1- STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo-Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas. Es aplicable para mover cargas a partir de 3 kilos o mayores, en los centros de trabajo de cualquier tipo de industria, enseguida la fundamentación teórica de la investigación en las principales definiciones:

1. Factores de riesgo ergonómico: Aquéllos que pueden conllevar sobre esfuerzo físico, movimientos repetitivos o posturas forzadas en el trabajo desarrollado, con la consecuente fatiga, errores, accidentes y enfermedades de trabajo, derivado del diseño de las instalaciones. (2018) Norma Oficial Mexicana NOM-036-01-STPS.
2. Levantar y bajar cargas: Aquellas actividades o tareas realizadas de forma manual, sin ayuda de maquinaria, que producen un momento-fuerza sobre la columna vertebral, y/o extremidades superiores e inferiores, sin importar la dirección. (2018) Norma Oficial Mexicana NOM-036-01-STPS.
3. Trastorno musculoesquelético laboral: Aquella lesión y enfermedad del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo causadas por la exposición laboral a factores de riesgo ergonómico. (2018) Norma Oficial Mexicana NOM-036-01-STPS.
4. Manejo manual de cargas; Carga manual: La actividad que desarrolla uno o varios trabajadores para levantar, bajar, empujar, jalar, transportar y/o estibar materiales, empleando su fuerza física utilizando o no equipo auxiliar. (2018) Norma Oficial Mexicana NOM-036-01-STPS.

5. Power BI: Plataforma unificada y escalable para inteligencia empresarial (BI) de autoservicio y de la empresa, que es fácil de usar y ayuda a obtener conocimientos sobre los datos. (2020). Power BI. Microsoft. Entre sus principales beneficios se encuentran:

Microsoft Power BI es la solución de Business Intelligence online que le permite encontrar y visualizar los datos, compartir y colaborar de una manera muy novedosa e intuitiva. Descubriendo nuevas oportunidades de negocio  
Reducción de costes al prevenir sucesos antes de que éstos sucedan  
Aumento de la competitividad como resultado de la toma de mejores decisiones de negocio.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

La gestión de KPI´s de acuerdo con la NOM-036-STPS-2018 se desarrolló en las siguientes etapas de: Etapa 1: Selección de puestos operativos y ocupantes seleccionados para la realización del diagnóstico en planta. Etapa 2: Realización del diagnóstico: Evaluación de factores de riesgo ergonómico en base a la NOM-036-STPS-2018. Etapa 3: Definición de KPI´s: Identificación de análisis y procesamiento de datos en base del diagnóstico realizado. En base a la NOM-036-1-STPS-2018. Etapa 4: Vaciado y análisis de datos en Power BI, mediante la depuración de estos, diseño de fórmulas, presentación de KPI´s con la programación respectiva del desarrollo de gráficos por cada puesto al respecto. Etapa 5: Visualización de KPI´s: Haciendo uso del software Power BI que cumple las funciones de la interpretación masiva de datos, facilita la presentación de los resultados de manera gráfica. Misma etapa en la que se desarrolló un manual que contiene los parámetros, indicadores, niveles de riesgo, y acciones para facilitar la comprensión de dicha norma, con la finalidad de cómo debe aplicarse y dar cumplimiento a la NOM-036.

El desarrollo del presente estudio, nos permitió establecer una guía para cada KPI´s diseñado con instrucciones específicas donde defina la estructura funcional, formal y real de lo que se quiera comunicar dentro del manual desarrollado. Por otro lado, la implementación de la herramienta Power BI facilitó la interpretación y análisis preciso de los datos por medio de su interfaz gráfica para la toma de decisión correspondiente.

Enseguida, se muestra una síntesis del desarrollo de la implementación y diseño de KPI´s respectivos con base a los apartados técnicos (Check List) de la Norma de referencia:

Check List.- Evaluación del riesgo de operaciones de manejo manual de cargas en equipo

A) Región de levantamiento vertical: La posición de las manos del trabajador al inicio del levantamiento y a medida que la operación progresa. Siempre evalúe el “peor de los casos”.



Fig.5 Región de levantamiento vertical en base a la NOM 036-1-STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico

A) Torción y flexión lateral del torso: I. El torso del trabajador a medida que levanta la carga. Si el torso se tuerce en relación con las caderas y los muslos o el trabajador se inclina hacia un lado a medida que levanta la carga, el color de la banda es naranja y II. Si el torso se tuerce y se dobla hacia un lado a medida que se levanta la carga, el color de la banda es rojo.

Aquí se mide la carga real y la carga que debería manejar el trabajador en puestos donde se requiere hacer el uso

manejo manual de cargas en equipo, señalando así ya sea el color indicado anteriormente con los valores que se hayan asignado durante el análisis de la jornada de trabajo en la empresa.

#### IV. RESULTADOS

##### Resultado : INTERFAZ GRÁFICA INTERACTIVA A PARTIR DE POWER BI

Se creó un de un diseño en el (software Power BI) que se mostró a la empresa este permitió manejo de los datos recopilados de cada puesto seleccionado para ser evaluado de acuerdo con los parámetros que comprende a la norma. Dicha interpretación permitirá la organización preparar y publicar resultados de manera gráfica que ayudara a la toma de decisiones oportunas para llevar a cabo las acciones de mejora para prevenir alteraciones y lesiones musculo esqueléticas en los puestos están en un rango no aceptables y cuales si, en consideración de las posturas que realizan en sus labores cotidianas.

Fig. 8 Grafico de evaluación de los puestos con Power BI en puesto de bancada en base a la NOM 036-1-STPS-2018 Fuente: Elaboración propia



Los gráficos muestran tanto los números reales como los porcentajes de los datos totales obtenidos, así como el porcentaje de tiempo en que el trabajador tiene una postura sana y cuando presenta una postura de trabajo riesgosa que le puede causar daños en su salud, ayudando de esta manera a la empresa a que detecte rápidamente que puestos pueden estar en peligro, actuar de manera acertada y prevenir tanto lesiones en sus trabajadores como gastos médicos en caso de que llegara a ocurrir un accidente en el trabajo.

Además de mostrar el límite de inclinación al que el trabajador muestra una buena postura, basándose en la norma se puede observar cuando estos límites se cruzan generando desgaste en articulaciones y músculos que llevan a los accidentes de trabajo o lesiones musculoesqueléticas en jornada laboral, para un mejor funcionamiento de las áreas de trabajo es mejor actuar de manera rápida y precisa para evitar problemas futuros que requieran de mayor atención y tiempo por parte de la empresa o que genere ausentismo en los trabajadores.

Fig. 10 Grafico de evaluación de los puestos con Power BI en puesto de Escalado en base a la NOM 036-1-STPS-2018 Fuente: Elaboración propia



## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En México, de acuerdo con Guadalupe Rivera, se calcula que ocurre un accidente de trabajo cada 58 segundos. En este sentido, el manejo manual de cargas en actividades industriales, es hoy una prioridad como herramienta de diagnóstico y evaluación por su impacto en la salud ocupacional de la población expuesta a lesiones de riesgo ergonómico y musculo esquelético.

En esta tarea, la interpretación de KPI's estratégicos que permitan la implementación de la Norma: NOM-036-1-STPS-2018 exige un diagnóstico detallado de los puestos, así como un análisis ergonómico de sus ocupantes, en cuanto a su complejidad, edad, peso, estatura, en condiciones reales de trabajo, razón por la cual para atender las necesidades de la empresa se desarrolló un manual con base a su traducción técnica de la NOM de referencia para facilitar la comprensión de niveles de riesgo y posturas sanas con impacto en la calidad de vida laboral y personal de los trabajadores involucrados en el estudio.

Finalmente en cuanto a datos masivos y su tratamiento para la evaluación de manera gráfica se ofrece a la organización una visualización con interfaz sobre la postura o ángulo de inclinación, en cada una de las áreas de trabajo con programación de fórmulas que permiten un grado mínimo como aceptable y un grado máximo como riesgo, a partir del uso de la tecnología Power BI. (Solución de Business Intelligence), lo cual puede replicarse a futuras investigaciones, en nuevos puestos, en otras áreas de la empresa y como proyecto en la aplicación de nuevas Norma Oficiales Mexicanas en estudios similares con impacto a la salud ocupacional y calidad de vida de los trabajadores involucrados.

## VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradecemos a la empresa: Procesadora y Maquiladora WYNY S.A de C.V, por el apoyo en la realización de este proyecto. Nuestro agradecimiento al Tecnológico Superior de Purísima del Rincón (ITSPR) por la oportunidad de participar en el 23° Verano de la Ciencia Región Centro. Un grato reconocimiento al docente Luis Emmanuel Carreón Aranda quien brindo su tiempo y conocimiento para asesorar el proceso de análisis de datos y manejo del software Power BI. Un reconocimiento especial a la docente asesora, Mtra. Adriana Fragoso Mora por su compromiso, apoyo y motivación durante la implementación de la Norma NOM-036-STPS-2018 en condiciones reales de empresa durante el desarrollo de la investigación.

## REFERENCIAS

NORMA Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo-Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas: [http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7468/stps11\\_C/stps11\\_C.html](http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7468/stps11_C/stps11_C.html).

Power, B. I., Excel, U., Desktop, P. B., & Tiles, P. Microsoft power bi. Available here: <https://powerbi.microsoft.com/en-us>. (2020)

# GESTIÓN DE INDICADORES KPI'S PARA EVALUAR FACTORES DE RIESGO ERGONÓMICO EN BASE A LA NOM-036-STPS-2018.

De Anda Villanueva Juana María Guadalupe  
 Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón Blvd. del Valle # 2301,  
 Guardarrayas, Purísima del  
 Rincón, Gto., C.P. 36413  
*Lms17110394@purisima.tecnm.mx*

Asesora: Fragoso Mora Adriana  
 Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón Blvd. del Valle # 2301,  
 Guardarrayas, Purísima del  
 Rincón, Gto., C.P. 36413  
*Adriana.fm@purisima.tecnm.mx*

Resumen -- Este proyecto de investigación se llevó a cabo con la recopilación de información a través de una serie de visitas en la empresa, tomando datos relevantes del trabajador laboralmente expuesto con relación al manejo manual de cargas en su centro de trabajo, desarrollando instrumentos para garantizar la información pertinente que permita el procesamiento de esta. Con el vaciado de los datos obtenidos para su análisis crítico haciendo uso del software que cumple las funciones del manejo masivo de datos, que facilita la presentación de resultados de manera gráfica, que apoyará a diagnosticar los factores de riesgo ergonómico y trastornos musculoesqueléticos para identificar, analizar, prevenir y controlar la salud de los trabajadores con base en la Norma: NOM-036 NOM-036-1-STPS-2018.

Palabras clave — Ergonomía, Nivel de riesgo, Manejo manual de cargas, Lesión musculoesquelética, Power BI.

Abstract — This research project was carried out with the collection of information through a series of visits in the company, taking relevant data from the worker exposed to work in relation to the manual handling of loads in their workplace, developing instruments to guarantee the information pertinent that allows the processing of the same. With the emptying of the data obtained for its critical analysis making use of the software that fulfills the functions of massive data management, which facilitates the presentation of results in a graphical way, which will support the diagnosis of ergonomic risk factors and musculoskeletal disorders to identify, analyze, prevent and control the health of workers based on the Standard: NOM-036 NOM-036-1-STPS-2018.

Keywords — Ergonomics, Risk level, Manual load handling, Musculoskeletal injury, Power BI.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen diferentes organizaciones que buscan softwares para mejorar sus procesos mediante el uso de herramientas digitales de bajo costo, tal como el Excel que estén a la disposición del personal y todas las áreas del trabajo, el Excel según (Sanchez, 2013) cita, que es un software de aplicación que ofrece Office a través del cual se pueden realizar operaciones con números organizados en una cuadrícula, implementar de fórmulas, crear gráficas, realizar cálculos probabilísticos, análisis de datos, estadística descriptiva, generar macros, entre otras acciones. Gracias al uso de esta herramienta se busca procesar esa información para hacerlo de manera dinámica para el manejo de datos, utilizando filtros que permitan la visualización de los KPI S del check list, sintetizando los niveles de riesgo del personal expuestos a factores ergonómicos clasificándolos de esta manera. Finalmente, el uso de una herramienta de recopilación de datos, análisis y manejo de la información es útil para gestionar que áreas y/o personal ocupacionalmente expuesto se encuentran en riesgo encontrar una solución. Por tanto, la presente investigación pretende el objetivo de Identificar, analizar y gestionar los factores de riesgo ergonómico bajo la NOM- 036-1-STPS-2018 en puestos operativos a partir de una solución digital con interfaz gráfica con tecnología Power BI.( Solución de Business Intelligence).

## II. MARCO TEÓRICO

La siguiente investigación se realiza en base a la NORMA Oficial Mexicana NOM-036-1- STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo-Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas. Es aplicable para mover cargas a partir de 3 kilos o mayores, en los centros de trabajo de cualquier tipo de industria, enseguida la fundamentación teórica de la investigación en las principales definiciones:

1. Factores de riesgo ergonómico: Aquéllos que pueden conllevar sobre esfuerzo físico, movimientos repetitivos o posturas forzadas en el trabajo desarrollado, con la consecuente fatiga, errores, accidentes y enfermedades de trabajo, derivado del diseño de las instalaciones. (2018) Norma Oficial Mexicana NOM-036-01-STPS.
2. Levantar y bajar cargas: Aquellas actividades o tareas realizadas de forma manual, sin ayuda de maquinaria, que producen un momento-fuerza sobre la columna vertebral, y/o extremidades superiores e inferiores, sin importar la dirección. (2018) Norma Oficial Mexicana NOM-036-01-STPS.
3. Trastorno musculoesquelético laboral: Aquella lesión y enfermedad del sistema osteomuscular y del tejido conjuntivo causadas por la exposición laboral a factores de riesgo ergonómico. (2018) Norma Oficial Mexicana NOM-036-01-STPS.
4. Manejo manual de cargas; Carga manual: La actividad que desarrolla uno o varios trabajadores para levantar, bajar, empujar, jalar, transportar y/o estibar materiales, empleando su fuerza física utilizando o no equipo auxiliar. (2018) Norma Oficial Mexicana NOM-036-01-STPS.
5. Una macro es un conjunto de instrucciones que sirven para automatizar procesos Refiriéndonos a Excel, supongamos que realizamos frecuentemente la acción de seleccionar un rango para aplicarle negrita, cambio de fuente y centrado. En lugar de hacer estas acciones manualmente, se puede elaborar una macro e invocarla para que ejecute los tres procesos automáticamente. (Microsoft Excel, 2019)
6. ¿Para qué sirven los Macros en Excel? Las Macros en Excel son una herramienta óptima para realizar tareas rutinarias o procesos complejos, que nos permiten sacarle mucho provecho a las hojas de cálculos. Puedes obtener muchas ventajas de ellas, tales como ( Pérez, 2021):

Eficiencia: Con herramientas como los Macros en Excel, un trabajo que te lleva realizarlo en horas, puedes realizarlo en segundos. Desde procedimientos sencillos y complejos, hasta personalización de las celdas, puedes ejecutar tus tareas en Excel, con mayor eficiencia. Por otro lado, muchos de los procesos que hacemos en Excel, al tener un alto nivel de complejidad, lleva a cometer errores. En un ámbito laboral, estos errores pueden refle-



jarse en pérdidas de tiempo o de dinero e incluso en campos como la contaduría, podría reflejarse en problemas legales.

Así que, al automatizar estos procesos con las Macros en Excel, no solo evitamos el trabajo tedioso, sino que sabemos que siempre y cuando hagamos un buen uso de esta herramienta, el resultado final será efectivo y certero. Versatilidad: Aunque Excel cuente con muchísimas herramientas, los Macros para Excel no son más que otro componente que nos pueden ayudar a diseñar nuevas funcionalidades. Si sabes programar, puedes crear un mundo entero dentro de Excel añadiendo nuevas funciones a través de código. (Pérez, 2021)

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

La gestión de KPI´s de acuerdo con la NOM-036-STPS-2018 se desarrolló en las siguientes etapas de:

Etapas 1: Selección de puestos operativos y ocupantes seleccionados para la realización del diagnóstico en planta.

Etapas 2: Realización del diagnóstico: Evaluación de factores de riesgo ergonómico en base a la NOM-036-STPS-2018.

Etapas 3: Definición de KPI´s: Identificación de análisis y procesamiento de datos en base del diagnóstico realizado. En base a la NOM-036-1-STPS-2018.

Etapas 4: Vaciado y análisis de datos en herramienta Excel para la elaboración de una macro, mediante la presentación de KPI´s.

El desarrollo del presente estudio nos permitió establecer una macro en Excel para vaciar los KPI´s para conocer de manera más dinámica los datos arrojados de dicho personal expuesto ocupado.

Enseguida, se muestra una síntesis del desarrollo de la implementación y diseño de KPI´s respectivos con base a los apartados técnicos (Check List) de la Norma de referencia:

Check List 1.- Estimación del riesgo de actividades que impliquen levantamiento/descenso de cargas.

A) Peso y ascenso de la carga/ frecuencia de transporte: El peso y la frecuencia de levantamiento de la carga el nivel de riesgo asociado a la frecuencia y a la carga manejada (levantar o bajar).

B) Distancia horizontal entre las manos desde la parte inferior de la espalda: La distancia horizontal que existe entre las manos de cada trabajador y la parte inferior de su espalda considerar siempre “el peor de los casos”.

C) Región de levantamiento vertical: Observar la posición de las manos del trabajador al inicio del levantamiento y a medida que la operación progresa. Siempre considerar el “peor de los casos”

D) Torsión y flexión lateral del torso: Observar el torso del trabajador a medida que levanta la carga. Si el torso se tuerce en relación con las caderas y los muslos o el trabajador se inclina hacia un lado a medida que levanta la carga, el color de la banda es naranja. Si el torso se tuerce y se dobla hacia un lado a medida que se levanta la carga, el color de la banda es rojo.

E) Restricciones posturales:

I. Si los movimientos del trabajador no están obstaculizados, la banda será de color verde.

II. Si el trabajador adopta posturas incómodas o forzadas durante el levantamiento de una carga debido al espacio disponible (por ejemplo, espacio estrecho entre el pallet y una tolva de descarga) o el diseño de la estación de trabajo (por ejemplo, un transportador de monorraíl excesivamente alto para colocar o tomar la carga), el color de la banda será naranja, y

III. Si la postura es severamente restringida, el color de la banda será rojo (por ejemplo, trabajo en áreas confinadas como una bodega).

F) Acoplamiento mano-carga (elementos de sujeción): Este factor considera las propiedades geométricas y de diseño de la carga que se va a manejar, en cuanto a su interacción con las manos del trabajador, según se indica a continuación.

G) Superficie de trabajo: Este factor considera las propiedades de la superficie donde el trabajador camina o permanece de pie, según se indica a continuación.

#### IV. RESULTADOS

Resultado: MACRO DINÁMICA para la gestión estratégica de KPI´s en factores de riesgo ergonómico, determinados en el proyecto, asimismo cumple con el objetivo de facilitar la concentración de los datos a través del filtrado de información dando mayor entendimiento o comprensión a personas que no están muy familiarizadas con los indicadores que establece la norma de referencia.

#### V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En México, de acuerdo con Guadalupe Rivera, se calcula que ocurre un accidente de trabajo cada 58 segundos. En este sentido, el manejo manual de cargas en actividades industriales, es hoy una prioridad como herramienta de diagnóstico y evaluación por su impacto en la salud ocupacional de la población expuesta a lesiones de riesgo ergonómico y musculo esquelético.

En esta tarea, la interpretación de KPI´s estratégicos que permitan la implementación de la Norma: NOM-036-1-STPS-2018 exige un diagnóstico detallado de los puestos, así como un análisis ergonómico de sus ocupantes, en cuanto a su complejidad, edad, peso, estatura, en condiciones reales de trabajo, razón por la cual para atender las necesidades de la empresa se desarrolló un manual con base a su traducción técnica de la NOM de referencia para facilitar la comprensión de niveles de riesgo y posturas sanas con impacto en la calidad de vida laboral y personal de los trabajadores involucrados en el estudio.

#### VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradecemos a la empresa: Procesadora y Maquiladora WYNY S.A de C.V, por el apoyo en la realización de este proyecto. Se agradece al Tecnológico Superior de Purísima del Rincón (ITSPR) por la oportunidad de participar en el 23° Verano de la Ciencia Región Centro. Un reconocimiento especial a la docente asesora, Mtra. Adriana Frago Mora por su compromiso, apoyo y motivación durante la implementación de la Norma NOM-036-STPS- 2018 en condiciones reales de empresa durante el desarrollo de la investigación.

#### REFERENCIAS

NORMA Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo-Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas: [http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7468/stps11\\_C/stps11\\_C.html](http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/7468/stps11_C/stps11_C.html).

2021, Pérez Yohanny, Crehana, Macros en Excel: <https://www.crehana.com/mx/blog/negocios/macros-excel/>  
2018, Victor Habib Vega A., Centro de Capacitación Ditlag, ventajas de la macro Excel, <https://ditlag.wordpress.com/2018/04/17/ventajas-de-las-macros-en-excel/>

2021, FernandezYubal Macros de Excel: qué son, cómo funcionan y cómo crearlos, <https://www.xataka.com/basics/macros-excel-que-como-funcionan-como-crearlos>

## EFFECTOS DE UN KÉFIR MODERNO SOBRE EL PESO, ENERGÍA EXPEDIDA, MARCADORES INMUNES Y TRASTORNOS INTESTINALES Y RESPIRATORIOS ASOCIADOS A LA PARÁLISIS CEREBRAL INFANTIL

Miriam Natali Ramírez Cervantes

Universidad Autónoma de Aguascalientes Av. Universidad S/N, Aguascalientes, Ags.  
*miriamnrc98@gmail.com*

Adán Israel Rodríguez Hernández

Universidad Autónoma de Aguascalientes Av. Universidad S/N, Aguascalientes, Ags.  
*adan\_israelll@yahoo.com.mx*

Resumen — La parálisis cerebral infantil es un trastorno de la postura y el movimiento, resultado de una lesión del cerebro inmaduro. Se asocia a padecimientos intestinales, respiratorios y malnutrición. Se realiza un ensayo clínico aleatorizado doble ciego a 24 niños. Al grupo experimental se administró kéfir moderno mientras que al grupo control yogur convencional durante 7 semanas. Se evalúa el peso, padecimientos intestinales, problemas respiratorios, la cuenta leucocitaria, la presencia de proteína C reactiva y pruebas de fagocitosis. No presentan cambios significativos respecto al peso, hubo respuesta favorable en la reducción de dispepsia funcional ( $p=0.026$ ), así como en la reducción del estreñimiento ( $p=0.046$ ). No se encuentran datos significativos en los problemas respiratorios y hay un aumento significativamente estadístico del valor absoluto de linfocitos ( $p=0.05$ ).

Palabras clave — Parálisis cerebral, Kéfir, Dispepsia.

Abstract — Infant cerebral palsy is a posture and movement disorder resulting from an injury to the immature brain. It is associated with intestinal and respiratory diseases and malnutrition. A randomized double-blind clinical trial was conducted in 24 children. The experimental group was given modern kefir while the control group was given conventional yogurt for 7 weeks. Weight, intestinal disorders, respiratory problems, white blood cell count, presence of C-reactive protein, and phagocytosis tests were evaluated. They did not present significant changes with respect to weight, there was a favorable response in the reduction of functional dyspepsia ( $p = 0.026$ ), as well as in the reduction of constipation ( $p = 0.046$ ). No significant data were found on respiratory problems. A statistically significant increase in the absolute value of lymphocytes was found ( $p = 0.05$ ).

Keywords — Infant cerebral palsy, Kefir, Dyspepsia.

## I. INTRODUCCIÓN

La parálisis cerebral infantil (PC) es un trastorno de la postura y el movimiento, resultado de una lesión del cerebro inmaduro, o de un desarrollo anormal del mismo. Según un reciente reporte de la CDC [1], se estima que a nivel mundial la prevalencia de la PC oscila y casi 4 por cada 1000 nacido vivos.

La PC está asociada a diversos padecimientos como la malnutrición [2,3] la alteración de la mecánica de la deglución [4], enfermedades respiratorias [5], enfermedades inflamatorias intestinales y el e [6,7] estreñimiento. Estos padecimientos determinan una pérdida o pobre ganancia de peso, la ganancia de masa muscular se ve limitada representada como una atrofia muscular y pobre crecimiento. Los probióticos son “microorganismos vivos que cuando son administrados en cantidades adecuadas confieren beneficios para la salud del huésped” [8]. Los padecimientos gastrointestinales en los niños con PC se valoran respecto la respuesta inflamatoria, representada por la presencia de leucocitosis, velocidad de sedimentación globular elevada, aumento de la proteína C reactiva, hipoalbuminemia y anemia. Las manifestaciones del tracto gastrointestinal (TGI) pueden acompañarse o no de manifestaciones extra intestinales [9,10]

Diversos autores [11,12], han reportado una mayor frecuencia de enfermedades respiratorias agudas en los niños con PC como complicaciones de la PC espástica severa, destacando el riesgo que representa la presencia de esta complicación que puede determinar la muerte del niño.

La malnutrición está fuertemente relacionada con una deficiente respuesta del sistema inmunológico [13]. Además, se ha establecido también una correlación entre una pobre respuesta inmune, la disbiosis y cronicidad de infecciones respiratorias [14].

El kéfir moderno de la marca Sello Rojo en México, es una bebida láctea fermentada a partir de la inoculación de 14 cepas probióticas aisladas de un kéfir tradicional. El kéfir tradicional parte de la fermentación láctea a partir de gránulos de kéfir y posee especies de microorganismos probióticos a los cuales en su conjunto se atribuyen diversas propiedades antiinflamatorias, inmunomoduladoras, antivirales, antimicrobianas, anti fúngicas etc. [15,18]. El kéfir moderno es una versión diseñada y modificada con el fin de mejorar las características organolépticas como lo son el sabor ácido y aroma fuerte del kéfir tradicional, cómo también preservando la mayoría de sus propiedades a la salud [19].

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio experimental del tipo: Ensayo clínico aleatorizado doble ciego a niños con parálisis cerebral espástica moderada-severa del Centro de Rehabilitación Infantil Teletón Aguascalientes, México (n=24). Se aplicó un muestreo probabilístico aleatorio simple (randomizado), doble ciego, se utilizará el software STATS 2.0. Se utilizó el subprograma Random Number Generator desde el programa STATS 2.0 para generar automáticamente los números de los pacientes controles, así como de los experimentales. Se evaluaron y compararon los cambios a tiempo cero y a tiempo final de un periodo de tratamiento de 7 semanas. Al grupo control se le administró un yogur convencional con las cepas: 1) Streptococcus thermophilus, 2) Lactobacillus bugarius, mientras que al grupo experimental de kéfir moderno con las cepas: 1) Bifidobacterium infantis, 2) Bifidobacterium lactis, 3) Lactobacillus acidophilus, 4) Lactobacillus delbrueckii spp. Lactis, 5) Lactobacillus fermentum, 6) Lactobacillus paracasei, 7) Lactobacillus rhamnosus, 8) Lactococcus lactis spp. Cremoris, 9) Lactococcus lactis spp. Lactis, 10) Lactococcus lactis spp. lactis biovar. Diacetylactis, 11) Leuconostoc mesenteroides, 12) Leuconostoc pseudomesenteroides 13) Streptococcus thermophilus 14) Lactobacillus bugarius, ambos grupos en razón de 250 ml por día.

## III. RESULTADOS

Los resultados de la ingesta del kéfir no presentaron cambios significativos respecto al peso corporal peso si

respecto a una reducción de la EER, así como sobre los trastornos intestinales identificados que fueron: 1.- Respuesta favorable en la reducción de los síntomas de la dispepsia funcional, específicamente sobre el síndrome de dolor de epigastrio ( $p=0.026$ ), 2.-Mejoría de la presencia del trastorno de alteración de evacuaciones o estreñimiento funcional a través de la escala Bristol ( $p=0.046$ ). No se encontraron datos significativos en relación con los problemas respiratorios, sin embargo, la presencia de secreciones como la flema se vio afectada negativamente con el consumo del yogur convencional, de igual forma en el síndrome de vómito funcional  $p=0.036$ . No hubo diferencias significativas en los valores absolutos de linfocitos, monocitos y granulocitos de los pacientes de cada grupo antes y después del tratamiento con yogurt o kéfir (Figura 1). Llamativamente, el valor absoluto de linfocitos en los individuos que recibieron el tratamiento con kéfir durante 7 semanas (S7) fue 40.82% mayor que el de los tratados con yogurt durante el mismo tiempo ( $4.66 \pm 0.43$  versus  $3.31 \pm 0.38 \times 10^3$  linfocitos/ $\mu\text{L}$  de sangre,  $p < 0.05$ ), no existiendo diferencias entre los valores absolutos de estas células en los pacientes de ambos grupos antes de iniciar el tratamiento (S0;  $4.07 \pm 0.44$  versus  $3.58 \pm 0.45 \times 10^3$  linfocitos/ $\mu\text{L}$  de sangre, respectivamente). La cantidad de monocitos y de granulocitos fue semejante al comparar entre los grupos los valores obtenidos antes (S0) y después (S7) de los tratamientos.

Un hallazgo no esperado fue la presencia de granulocitopenia al parecer relacionada a aquellos niños que tenían un esquema de tratamiento antiepiléptico.

#### IV. DISCUSIÓN

Como se menciona por diversos autores [11, 12], se coincide en este estudio que la ganancia de peso es poco significativa en la PC, mientras que específicamente en la PC tipo cuadriparesia espástica moderada-severa.

Sobre la eficacia de kéfir en el estreñimiento en niños con PC no existe literatura, pese a esto coincidimos con un estudio de PC de García Contreras A et al [19] en el cual mejoraron el estreñimiento en los 3 grupos de estudio tratados, los cuales tenían un prebiótico, un probiótico y un simbiótico, aunque si existe también eficacia del tratamiento de varias cepas y un prebiótico contra el estreñimiento según Jayasimhan S, et al [20].

En este estudio solo los niños con el tratamiento kéfir presentaron mejoría sobre el estreñimiento crónico y consistencia de las heces respecto al grupo control tratados con yogurt convencional, a diferencia de estudios de revisión sistemáticos por Savaiano DA, et al y por Guarner F, et al [21,22] que mencionan la eficacia del yogurt convencional ante este padecimiento.

Según los autores González Jiménez D et al y Maisawa S et al [6, 23-25], el reflujo suele presentarse con frecuencia en esta población, Sin embargo, en este estudio solo se presentaron, según los criterios de Roma IV, como un síndrome de vomito funcional en dos casos del grupo control que consumía el yogurt convencional.

Según Himada et al [26] un incremento y mejoría en la producción de linfocitos y mejoría de la capacidad fagocítica se conoce tras el consumo de kéfir tradicional, lo que en este estudio también se logró demostrar.

Mientras que por un lado el consumo de Kéfir reduce los niveles de proteína c reactiva según O'Brien KV et al [27], para este estudio no se encontró significancia estadística para el único paciente que resulto con la presencia de este indicador antes y después del estudio.

#### V. CONCLUSIONES

La parálisis cerebral no tiene cura; pero gracias a los avances científicos existen recursos y tratamientos que permiten ayudar a los niños que la padecen a crecer y a desarrollar su mayor potencial. El objetivo principal de este proyecto consistió y persiste con base en la ingesta de kéfir moderno; buscar una mejor calidad de vida a todos los niños que padecen parálisis cerebral y todas las enfermedades secundarias que pueden llegar a padecer por su condición: trastornos intestinales y respiratorios, principalmente.



Se observó que la mayoría de los pacientes obtuvieron resultados positivos con su ingesta, y las mamás de los niños afirmaron ver mejoría en su día a día sobrellevando mejor su enfermedad, mejorando su calidad de vida. Por ello, se muestra interés máximo en seguir desarrollando y estudiando todos los efectos positivos que puede producir el kéfir; tanto en los mismos pacientes de parálisis cerebral, pero en otro tipo de trastornos y adicional en otro tipo de enfermedades ya que esta simbiosis mostró tener efectividad y con esto innovar el mundo biotecnológico y médico para un bien común.

## VI. RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primordialmente a mi universidad; por brindarme el apoyo y la oportunidad de participar en la edición 23 del verano de la ciencia región centro; que a pesar de ser en una versión online y en tiempos de pandemia muy diferente a lo que en realidad es un verano de la ciencia, se llevó a cabo de manera excelente.

Agradezco el inmenso apoyo de la doctora Lucía Isabel Chávez Ortiz, por su valiosa y conmovedora carta de recomendación que me permite estar escribiendo esto en estos momentos y por su gran motivación y apoyo desde que comencé mi carrera universitaria, mejor mentora no pude encontrar. Gracias por ser una inspiración. Gracias al doctor Adán, investigador principal de este proyecto por brindarme la oportunidad de participar en el y tenerme la confianza para colaborar en algo tan magnánimo que llegará a muchas personas para mejorar su calidad de vida. Adicional a eso, gracias por transmitir todo su conocimiento y pasión por lo que hace.

No quiero dejar pasar el agradecer a las personas que me motivaron y me apoyaron para participar en el proyecto y en todo lo que hago, gracias por ser tan incondicionales: Miguel, Ana, Nahomi, Sebastián, Alex, Andrea, Eva, Rubén, Rebeca, Cindy, Fernanda, Victor, Jessy, Diana y familia.

## VII. REFERENCIAS

1. National Center on Birth Defects and Developmental Disabilities C for DC and P. Data and Statistics for Cerebral Palsy [En línea]. 2020 [accedido 2020 dic 30]. Disponible en: [https://www.cdc.gov/ncbddd/cp/data.html#:~:text=Cerebral palsy \(CP\) is the,common motor disability in childhood.&text=Recent population-based studies from,births or per 1%2C000 children.&text=The prevalence of CP is,preterm or at low birthweight.](https://www.cdc.gov/ncbddd/cp/data.html#:~:text=Cerebral palsy (CP) is the,common motor disability in childhood.&text=Recent population-based studies from,births or per 1%2C000 children.&text=The prevalence of CP is,preterm or at low birthweight.)
2. Perenc L, Przysada G, Trzeciak J. Cerebral Palsy in Children as a Risk Factor for Malnutrition. *Ann Nutr Metab* [En línea]. 2015 [accedido 2020 ago 20]; 66(4):224-32. Disponible en: <https://www.karger.com/Article/FullText/431330>.
3. Martínez de Zabarte Fernández JM, Ros Arnal I, Peña Segura JL, García Romero R, Rodríguez Martínez G. Nutritional status of a population with moderate-severe cerebral palsy: Beyond the weight. *An Pediatría (English Ed)* [En línea]. 2020 [accedido 2020 ago 20]; 92(4):192-9. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S234128792030020X>.
4. Caramico Favero DCO, Guedes ZCF, Morais MB de. Food intake, nutritional status and gastrointestinal symptoms in children with cerebral palsy. *Arq Gastroenterol* [En línea]. 2018 [accedido 2020 dic 29]; 55(4):352-7. Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-28032018002400352&tln-g=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-28032018002400352&tln-g=en).
5. Boel L, Pernet K, Toussaint M, Ides K, Leemans G, Haan J, et al. Respiratory morbidity in children with cerebral palsy: an overview. *Dev Med Child Neurol* [En línea]. 2019 [accedido 2020 ago 20]; 61(6):646-53. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/dmcn.14060>.
6. González Jiménez D, Díaz Martín JJ, Bousoño García C, Jiménez Treviño S. Patología gastrointestinal en niños con parálisis cerebral infantil y otras discapacidades neurológicas. *An Pediatría* [En línea]. 2010 [accedido 2020



- jul 2]; 73(6):361.e1-361.e6. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1695403310001621>.
7. Colson SB, Siparsky GL, Capocelli KE, Pan Z, Sokol RJ, Hoffenberg EJ. Inflammatory Bowel Disease in Pediatric Patients With Cerebral Palsy. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* [En línea]. 2013 [accedido 2019 mar 23]; 56(6):e50. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ibd.21581/pdf%5Cnhttp://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed10&NEWS=N&AN=70316734%5Cnhttp://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed9&NEWS=N&AN=70326832>.
8. Sanders ME. Probiotics: definition, sources, selection, and uses. *Clin Infect Dis* [En línea]. United States; 2008; 46 Suppl 2(s2):S58-61; discussion S144-51. Disponible en: <https://academic.oup.com/cid/article-lookup/doi/10.1086/523341>.
9. Chermesh I, Shamir R. El papel de la microbiota en la enfermedad inflamatoria intestinal. *Ann Nestlé (Ed española)* [En línea]. 2009 [accedido 2019 mar 27]; 67(1):27-38. Disponible en: <http://www.karger.com/doi/10.1159/000225914>.
10. Mearin F. Diagnóstico del síndrome del intestino irritable: criterios clínicos y biomarcadores. *Asociación Española de Gastroenterología, Guías*. [En línea]. 2016 [accedido 2020 ene 21]. Disponible en: <https://goo.gl/hYhP8u>.
11. Strauss DJ, Shavelle RM, Anderson TW. Life expectancy of children with cerebral palsy. *Pediatr Neurol* [En línea]. 1998 [accedido 2020 may 5]; 18(2):143-9. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0887899497001720>.
12. Pérez-Guerrero MC. Propuesta de intervención domiciliaria a la familia del niño con parálisis cerebral portador de infecciones respiratorias TT - Proposal of intervention at home for the family of the child with cerebral palsy and respiratory infections. *Rev Cuba Enferm* [En línea]. 2013 [accedido 2020 ago 20]; 29(2):89-101. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03192013000200004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03192013000200004).
13. Sullivan PB. Nutrition and growth in children with cerebral palsy: setting the scene. *Eur J Clin Nutr* [En línea]. England; 2013 [accedido 2020 may 5]; 67(S2):S3-4. Disponible en: <http://www.nature.com/articles/ejcn2013222>.
14. Marimón JM. The Lung Microbiome in Health and Respiratory Diseases. *Clin Pulm Med* [En línea]. 2018 [accedido 2020 may 5]; 25(4):131-7. Disponible en: <http://journals.lww.com/00045413-201807000-00003>.
15. George Kerry R, Patra JK, Gouda S, Park Y, Shin H-S, Das G. Benefaction of probiotics for human health: A review. *J Food Drug Anal* [En línea]. Elsevier Ltd; 2018 [accedido 2020 nov 2]; 26(3):927-39. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1021949818300309>.
- Mishra V, Shah C, Mokashe N, Chavan R, Yadav H, Prajapati J. Probiotics as Potential Antioxidants: A Systematic Review. *J Agric Food Chem* [En línea]. 2015 [accedido 2020 ene 3]; 63(14):3615-26. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf506326t>.
16. Wyk J Van. Kefir: The Champagne of Fermented Beverages. En: Grumezescu AM, Holban AMBT- FB, editores. *Fermented Beverages* [En línea]. Woodhead Publishing; 2019 [accedido 2019 abr 10]; pp. 473-527. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128152713000129>.
17. Kesenkaş H, Gürsoy O, Özbaş H. Kefir. En: Frias J, Martínez-Villaluenga C, Peñas EBT-FF in H and DP, editores. *Fermented Foods in Health and Disease Prevention* [En línea]. Boston: Academic Press; 2016 [accedido 2019 abr 6]; pp. 339-61. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128023099000145>.
18. Bozova B, Kok Tas T, Guzel Seydim Z. Effects of Kefir Powder Fortification on Yogurt Qual. *Tarım Bilim Derg* [En línea]. 2018 [accedido 2020 ago 31]; 24(2):238-44. Disponible en: <https://dergipark.org.tr/tr/>

doi/10.15832/ankutbd.446446.

19. García Contreras A, Vásquez Garibay E, Sánchez Ramírez C, Fafutis Morris M, Delgado Rizo V. Lactobacillus reuteri DSM 17938 and Agave Inulin in Children with Cerebral Palsy and Chronic Constipation: A Double-Blind Randomized Placebo Controlled Clinical Trial. *Nutrients* [En línea]. 2020 [accedido 2021 mar 30]; 12(10):2971. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/10/2971>.
20. Savaiano DA, Hutkins RW. Yogurt, cultured fermented milk, and health: a systematic review. *Nutr Rev* [En línea]. 2020 [accedido 2020 dic 21]; 0(0):1-16. Disponible en: <https://academic.oup.com/nutritionreviews/advance-article/doi/10.1093/nutrit/nuaa013/5843523>.
21. Guarner F, Perdigon G, Corthier G, Salminen S, Koletzko B, Morelli L. Should yoghurt cultures be considered probiotic? *Br J Nutr* [En línea]. England; 2005 [accedido 2020 dic 24]; 93(6):783- Disponible en: [https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0007114505001212/type/journal\\_article](https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0007114505001212/type/journal_article).
22. González Jiménez D, Díaz Martín JJ, Bousoño García C, Jiménez Treviño S. Gastrointestinal disorders in children with cerebral palsy and neurodevelopmental disabilities. *An Pediatr* [En línea]. Elsevier; 2010 [accedido 2019 mar 25]; 73(6):361.e1-361.e6. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1695403310001621>.
23. Jaramillo C, Johnson A, Singh R, Vasylyeva TL. Metabolic disturbances in patients with cerebral palsy and gastrointestinal disorders. *Clin Nutr ESPEN* [En línea]. Elsevier; 2016 [accedido 2019 feb 20]; 11:e67-9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405457715001217?via%3Dihub>.
24. Maisawa S, Sasaki M, Ida S, Uchida K, Kagimoto S, Shimizu T, et al. Characteristics of inflammatory bowel disease with an onset before eight years of age: A multicenter epidemiological survey in Japan. *J Gastroenterol Hepatol* [En línea]. 2013 [accedido 2020 nov 2]; 28(3):499-504. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1111/jgh.12071>.
25. Hamida RS, Shami A, Ali MA, Almohawes ZN, Mohammed AE, Bin-Meferij MM. Kefir: A protective dietary supplementation against viral infection. *Biomed Pharmacother* [En línea]. 2021 [accedido 2021 feb 1]; 133:110974. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0753332220311665>.
26. O'Brien KV, Stewart LK, Forney LA, Aryana KJ, Prinyawiwatkul W, Boeneke CA. The effects of postexercise consumption of a kefir beverage on performance and recovery during intensive endurance training. *J Dairy Sci* [En línea]. 2015; 98(11):7446-9. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002203021>
27. Wyk J Van. Kefir: The Champagne of Fermented Beverages. En: Grumezescu AM, Holban AMBT- FB, editores. *Fermented Beverages* [En línea]. Woodhead Publishing; 2019 [accedido 2019 abr 10]; pp. 473-527. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128152713000129>.
28. Kesenkaş H, Gürsoy O, Özbaş H. Kefir. En: Frias J, Martínez-Villaluenga C, Peñas EBT-FF in H and DP, editores. *Fermented Foods in Health and Disease Prevention* [En línea]. Boston: Academic Press; 2016 [accedido 2019 abr 6]; pp. 339-61. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128023099000145>.
29. Bozova B, Kok Tas T, Guzel Seydim Z. Effects of Kefir Powder Fortification on Yogurt Qual. *Tarım Bilim Derg* [En línea]. 2018 [accedido 2020 ago 31]; 24(2):238-44. Disponible en: <https://dergipark.org.tr/tr/doi/10.15832/ankutbd.446446>.
30. García Contreras A, Vásquez Garibay E, Sánchez Ramírez C, Fafutis Morris M, Delgado Rizo V. Lactobacillus reuteri DSM 17938 and Agave Inulin in Children with Cerebral Palsy and Chronic Constipation: A Double-Blind Randomized Placebo Controlled Clinical Trial. *Nutrients* [En línea]. 2020 [accedido 2021 mar 30]; 12(10):2971. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/10/2971>.
31. Savaiano DA, Hutkins RW. Yogurt, cultured fermented milk, and health: a systematic review. *Nutr Rev* [En

- línea]. 2020 [accedido 2020 dic 21]; 0(0):1-16. Disponible en: <https://academic.oup.com/nutritionreviews/advance-article/doi/10.1093/nutrit/nuaa013/5843523>.
32. Guarner F, Perdigon G, Corthier G, Salminen S, Koletzko B, Morelli L. Should yoghurt cultures be considered probiotic? *Br J Nutr* [En línea]. England; 2005 [accedido 2020 dic 24]; 93(6):783- Disponible en: [https://www.cambridge.org/core/product/identifiier/S0007114505001212/type/journal\\_article](https://www.cambridge.org/core/product/identifiier/S0007114505001212/type/journal_article).
33. González Jiménez D, Díaz Martín JJ, Bousoño García C, Jiménez Treviño S. Gastrointestinal disorders in children with cerebral palsy and neurodevelopmental disabilities. *An Pediatr* [En línea]. Elsevier; 2010 [accedido 2019 mar 25]; 73(6):361.e1-361.e6. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1695403310001621>.
34. Jaramillo C, Johnson A, Singh R, Vasylyeva TL. Metabolic disturbances in patients with cerebral palsy and gastrointestinal disorders. *Clin Nutr ESPEN* [En línea]. Elsevier; 2016 [accedido 2019 feb 20]; 11:e67-9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405457715001217?via%3Dihub>.
35. Maisawa S, Sasaki M, Ida S, Uchida K, Kagimoto S, Shimizu T, et al. Characteristics of inflammatory bowel disease with an onset before eight years of age: A multicenter epidemiological survey in Japan. *J Gastroenterol Hepatol* [En línea]. 2013 [accedido 2020 nov 2]; 28(3):499-504. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1111/jgh.12071>.
36. Hamida RS, Shami A, Ali MA, Almohawes ZN, Mohammed AE, Bin-Meferij MM. Kefir: A protective dietary supplementation against viral infection. *Biomed Pharmacother* [En línea]. 2021 [accedido 2021 feb 1]; 133:110974. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0753332220311665>.
37. O'Brien KV, Stewart LK, Forney LA, Aryana KJ, Prinyawiwatkul W, Boeneke CA. The effects of postexercise consumption of a kefir beverage on performance and recovery during intensive endurance training. *J Dairy Sci* [En línea]. 2015; 98(11):7446-9. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002203021>

# DETECCIÓN DE CASOS DE AMIBIASIS EN LOS HOSPITALES ISSEA, ISSSTE Y CENTENARIO MIGUEL HIDALGO DE AGUASCALIENTES

Rodrigo Hernández Soria

Universidad Autónoma de Aguascalientes

Avenida Universidad 940, col. Cd. Universitaria, Aguascalientes Ags. CP:20131

*Al188395@edu.uaa.mx*

Javier Ventura Juárez

Universidad Autónoma de Aguascalientes

Avenida Universidad 940, col. Cd. Universitaria, Aguascalientes Ags. CP:20131

*jventur@gmail.mx*

Resumen — El parásito *Entamoeba histolytica* (*E. histolytica*) se relaciona con el humano desde hace al menos 5,300 años. Infecta intestino grueso humano causando amebiasis, disentería y abscesos hepáticos amebianos que llegan a provocar la muerte de casi 55,000 personas en todo el mundo anualmente. Schaudinn acuñó el nombre “*histolytica*” por su capacidad destructiva, diferenciándola de comensal “*coli*” y/o *dispar*, la amibiasis afecta a la humanidad desde hace muchos años, actualmente no es reconocida ampliamente como vigente. Se analizaron los casos de los hospitales Miguel Hidalgo, Tercer milenio e ISSSTE. Se detectaron dos picos de incidencia en la infancia y edad adulta en los Hospitales Tercer Milenio y Miguel Hidalgo. Hubo mayor incidencia en mujeres adultas de la población del ISSSTE.

Palabras clave — *Entamoeba histolytica*, incidencia, Hospital ISSEA Aguascalientes.

Abstract — The *Entamoeba histolytica* parasite (*E. histolytica*) has been related with humans for at least 5,300 years. It infects the human large intestine causing amoebiasis, dysentery and amoebic liver abscesses that kill nearly 55,000 people worldwide annually. Schaudinn coined the name “*histolytica*” for its destructive capacity, differentiating it from commensal “*coli*” and / or *disparate*, amoebiasis has affected humanity for many years, currently it is not widely recognized as current. The cases of the Miguel Hidalgo, Tercer Milenio and ISSSTE hospitals were analyzed. Two incidence peaks were detected in childhood and adulthood at the Tercer Milenio and Centenario Miguel Hidalgo Hospitals. There was a higher incidence in adult women of the ISSSTE population.

Keywords — *Entamoeba histolytica*, incidence, Hospital ISSEA Aguascalientes.

## I. INTRODUCCIÓN

El término amebiasis hace referencia a la enfermedad entérica causada por el protozoo Entamoeba histolytica. Se tiene una estimación de que existen alrededor de 500 millones de parasitados por Entamoeba histolytica en el mundo, y que por su causa se producen alrededor de 50,000 a 100,000 muertes anuales, debido a sus complicaciones. La amebiasis sigue siendo un gran desafío para la salud pública en muchas regiones, especialmente en los países donde la pobreza y los bajos ingresos son frecuentes [1].

África es la región del mundo más afectada por esta infección, pero es un problema que sigue estando sin explorar y la epidemiología de la amebiasis sigue siendo muy incierta en esta parte del mundo. En los países de América Central y América Latina, el parásito muestra un comportamiento endémico, fundamentalmente en México, Brasil y Ecuador. En México, por ejemplo, la tasa de incidencia de la amebiasis intestinal desde 1995 hasta 2000 fue de entre 1,000 y 5,000 casos/100,000 habitantes/año. Durante la última década, ha aumentado el riesgo de amebiasis también en los países asiáticos (Japón, Taiwán y Corea del Sur) en particular entre los hombres que tienen sexo con hombres, probablemente debido a contacto oral-anal sexual. En España esta enfermedad ha sido prácticamente erradicada tras las mejoras de las infraestructuras de aguas potables y residuales del siglo pasado y la mayor parte de los casos son importados afectando a viajeros e inmigrantes procedentes de zonas endémicas [1, 2]. En México en 1998, se estimó que las muertes por infecciosas por amebiasis intestinal fueron 1,3 millones de casos (tasa de 1.488,6) [3]. Otro reporte realizado por la doctora Cecilia Ximenez, indica que México conserva las características de ser un país endémico, agregó la investigadora de la Facultad de Medicina de la UNAM, que todos los estados de la República “tienen cierto número de casos nuevos por cada 100 mil habitantes al año, tanto de absceso hepático amibiano, como de amebiasis intestinal (incidencia)”, hay entidades federativas donde la tasa de incidencia es muy baja, menos que la media nacional. Un mapa del país, resultado de sus estudios de epidemiología molecular de la amebiasis, muestra que son pocos los estados afectados por absceso hepático amibiano. Morelos tiene la tasa de incidencia coincidente con la media nacional: 3.66 por ciento por 100 mil habitantes en el año 2002; en el DF es de 0.69, y las más alta la tiene Sonora, con 13.4; Sinaloa, 11.37; Nayarit, 10.11; Colima, 19.5 y Chiapas, 11.16 [4].

EL ISSEA DE Aguascalientes reporta: Amebiasis Intestinal 126 (2014); 145 (2015); 641(2018); 542 (2019) [5].

De acuerdo con datos de la secretaría de salud en el año 2012 hubo 374,055 casos nuevos de amebiasis en México. A partir de ese año y hasta el 2019 se observó una disminución progresiva de los casos a nivel nacional, siendo 191,437 en el último año mencionado. En el año 2012 en Aguascalientes fueron reportados 4,597 casos nuevos de amebiasis, en contraste con 2019 en el que solo fueron reportados 713 [6].

De acuerdo con un estudio epidemiológico realizado por la doctora Cecilia Ximénez García, en 2002 se demostró que son pocos los estados afectados por absceso hepático amebiano. Los estados con mayor tasa de incidencia fueron Sonora, con 13.4; Sinaloa, 11.37; Nayarit, 10.11; Colima, 19.5 y Chiapas, 11.16 [7]. Con esto en mente, decidimos realizar un estudio en la ciudad en Aguascalientes, con el fin de poder conocer la incidencia de amebiasis en los últimos años y así mismo conocer la evolución de la enfermedad en el estado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este proyecto es un estudio observacional y retrospectivo de los registros de los Hospitales Centenario Hospital Miguel Hidalgo, Tercer Milenio (ISSEA), ISSSTE Aguascalientes, para las enfermedades de amebiasis, que se hayan capturado en los últimos diez años y fueron sometidos a un análisis estadístico básico, este reporte incluye datos de porcentaje por sexo, grupos de edad y tipo de presentación de la enfermedad, en este estudio se hizo un análisis de ANOVA de 2 vías ( $p < 0.05$ ).

## II. RESULTADOS

El análisis de los datos obtenidos mostró diferentes resultados de acuerdo con el Hospital analizado.

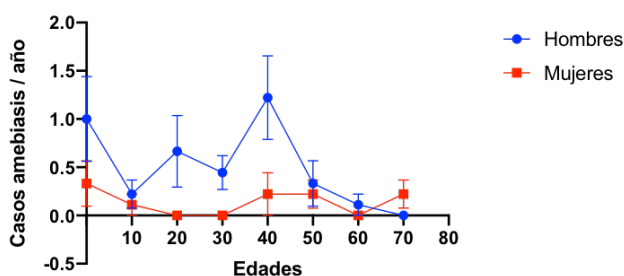
Hospital Tercer milenio. En el rango de tiempo del 2013-2021 se detectaron por grupo etario un aumento de casos de amebiasis en los grupos de 0-10 años y de 41 - 50 años con predominio de hombre ( $p < 0.05$  \*) [Gráfica 1].

Hospital ISSSTE. En el lapso de 2016 al 2019. Se muestra entre los 41-50 y los 51-60 años un aumento considerable respecto a las otras edades, resalta la positividad en mujeres ( $P < 0.001$  \*\*\*) [Gráfica 2].

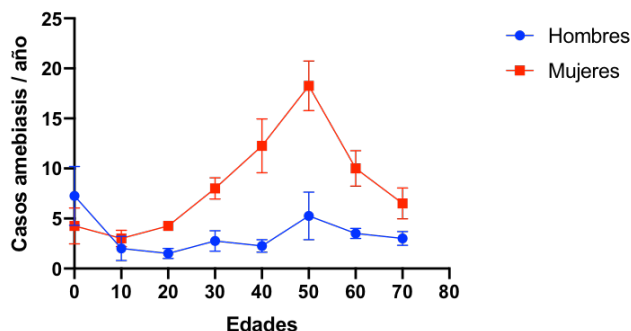
Hospital Centenario Miguel Hidalgo. En el lapso de (2016-2019) resalta una mayor presencia de pacientes en los primeros 20 años y en el rango de los 40 a los 60 años con una  $p < 0.05$  \* [Gráfica 3].

Los datos de todos los Hospitales, reunidos en una sola gráfica (Gráfica 4), no se nota cambios respecto al sexo ni edades, sin embargo, si se observó una tendencia al aumento en las mujeres en el grupo etario de 50-60 años.

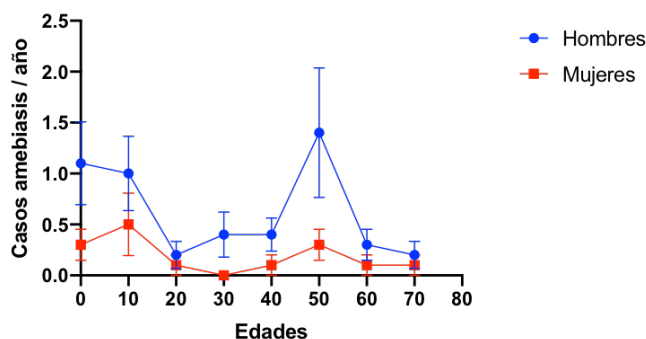
Gráfica 1. Casos detectados en el Hospital Tercer Milenio (ISSEA)



Gráfica 2. Casos detectados en el Hospital ISSSTE.

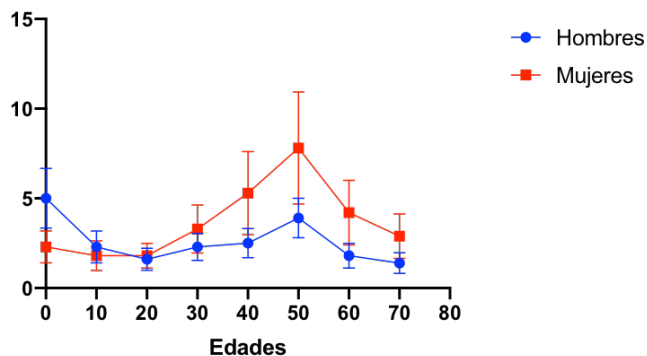


Gráfica 3. Casos detectados en el Hospital Centenario Hospital Miguel Hidalgo.





Gráfica 4. Todos los casos detectados en los tres Hospitales estudiados.



### III. DISCUSIÓN

Para nuestro conocimiento, este es el primer estudio que se hace acerca del estado en que se encuentran los casos de amibiasis en los Hospitales públicos de tercer nivel de Aguascalientes, excepto los Hospitales del IMSS (Clínicas 1, 2 y 3) debido a que tienen un sistema muy complejo de solicitud para hacer este tipo de estudios y poder analizar sus registros. Como se pudo observar, de manera general si hay un número importante de casos de amibiasis al tercer nivel de atención médica en Aguascalientes, en relación con datos que han sido registrados en varios estudios sobre amibiasis en México [5-7], esto demuestra la endemidad de esta parasitosis en Aguascalientes a pesar de los esfuerzos de la Secretaría de Salud por dar servicios públicos de calidad.

Otro aspecto importante es cuando se analizan de manera individual a cada Hospital, resalta que los Hospitales Tercer Milenio e Hidalgo se observaron dos picos de incidencia en las primeras edades y en la población adulta (40-60 años) ( $p < 0.05$ ), esto es acorde con los datos de estudios a nivel Nacional e internacional [2], esto puede estar relacionado con el nivel socioeconómico de la población atendida. Por otra parte, en el Hospital del ISSS-TE sobresale la mayor incidencia en los pacientes femeninos del rango de edad de 40 a 60 años ( $p < 0.05$ ), esto es contrario a los reportes que se han hecho a nivel nacional e internacional de que la amibiasis siempre es mayor en hombres [2], no presentándose aumentos en la infancia ( $p < 0.05$ ), solo se observó una ligera tendencia en los hombres. De manera general podemos decir que las diferencias encontradas dependen del nivel socioeconómico de las poblaciones atendidas por cada Hospital. Desafortunadamente no tuvimos acceso a los archivos de las clínicas del IMSS.

### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La amibiasis es una infección parasitaria que afecta a la población de Aguascalientes, poco se ha hecho en relación a estudios continuos que evalúen su incidencia año por año. Se ha visto que la incidencia va en relación al nivel socioeconómico de la los pacientes atendidos en hospitales por dicha enfermedad. Para trabajos futuros se recomienda realizar investigaciones mas extensas, logrando cubrir todos los hospitales del estado, con el fin de tener una idea más clara de la incidencia de la Entamoeba histolytica en Aguascalientes.

#### RECOMENDACIONES

Se hace un llamado al departamento de Investigación del IMSS Aguascalientes para que permita hacer investigaciones de este tipo en la población que atiende.

## V. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradecemos la cordial atención para el desarrollo de este estudio a las personas de los diferentes hospitales participantes y de la Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes.

- Manuel Enrique Ávila Blanco, Depto. De Morfología, CCB, UAA, por su apoyo en la estadística.
- Javier Góngora Ortega, Coordinador del Departamento de investigación, ISSEA
- Celia Montoya Delgado, Jefa del Departamento de enseñanza, Hospital Tercer Milenio, ISSEA
- José Manuel Arreola Guerra, Jefe del Departamento de Investigación, Centenario Hospital Hidalgo.
- Claudia Elvia Pacheco Campos, Subjefa del Departamento de enseñanza e investigación en enfermería, ISSSTE Aguascalientes.
- José Emanuel Poblano Sánchez, LABQ, ISSSTE Aguascalientes

## VI. REFERENCIAS

- [1] Saidin S, Othman N, Noordin R. Update on laboratory diagnosis of amoebiasis. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*. 2019 Jan 25;38(1):15–38. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s10096-018-3379-3> [consultado en julio 2021]
- [2] Walsh, J. A. (1986). Problems in Recognition and Diagnosis of Amebiasis: Estimation of the Global Magnitude of Morbidity and Mortality. *Clinical Infectious Diseases*, 8(2), 228–238. doi:10.1093/clinids/8.2.228 [consultado en julio 2021]
- [3] Organización panamericana de la salud. *La salud en las Américas*. 2 ed. Estados Unidos: OPS; 1998.
- [4] Carrero JC, Reyes-López M, Serrano-Luna J, Shibayama M, Unzueta J, León-Sicairos N, et al. Intestinal amoebiasis: 160 years of its first detection and still remains as a health problem in developing countries. *Int J Med Microbiol* [Internet]. 2020 Jan;310(1):151358. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1438422119303467> [consultado en agosto 2021]
- [5] Secretaría de Salud. Anuario de Morbilidad 1984–2019. Disponible en: <https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/anuarios.html> [consultado en junio 2021]
- [6] Secretaría de Salud, Anuario de Morbilidad 1984 – 2019. Disponible en: <https://www.epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/anuarios.html> [consultado en agosto 2021]
- [7] Ximénez García C. México, país endémico de amebiasis. Ciudad de México, México: DGSC; 2013, Disponible en: [https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2013\\_436.html](https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2013_436.html) [consultado en agosto 2021]

## DETECCIÓN DE CASOS DE AMIBIASIS EN LOS HOSPITALES ISSEA, ISSSTE Y CENTENARIO MIGUEL HIDALGO DE AGUASCALIENTES

Tania Montserrat Andrade Romero

Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes

Avenida Universidad 940, col. Cd. Universitaria, Aguascalientes Ags. CP:20131

*tmar.tmar4@gmail.com*

Javier Ventura Juárez

Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes

Avenida Universidad 940, col. Cd. Universitaria, Aguascalientes Ags. CP:20131

*jventur@gmail.mx*

Resumen — El parásito *Entamoeba histolytica* (*E. histolytica*) se relaciona con el humano desde hace al menos 5, 300 años. Infecta intestino grueso humano causando amebiasis, disentería y abscesos hepáticos amebianos que llegan a provocar la muerte de casi 55,000 personas en todo el mundo anualmente. Schaudinn acuñó el nombre “*histolytica*” por su capacidad destructiva, diferenciándola de comensal “*coli*” y/o dispar, la amebiasis afecta a la humanidad desde hace muchos años, actualmente no es reconocida ampliamente como vigente. Se analizaron los casos de los hospitales Miguel Hidalgo, Tercer milenio e ISSSTE. Se detectaron dos picos de incidencia en la infancia y edad adulta en los Hospitales Tercer Milenio y Miguel Hidalgo. Hubo mayor incidencia en mujeres adultas de la población del ISSSTE.

Palabras clave — *Entamoeba histolytica*, incidencia, Hospital ISSEA Aguascalientes.

Abstract — The *Entamoeba histolytica* parasite (*E. histolytica*) has been related with humans for at least 5,300 years. It infects the human large intestine causing amoebiasis, dysentery and amoebic liver abscesses that kill nearly 55,000 people worldwide annually. Schaudinn coined the name “*histolytica*” for its destructive capacity, differentiating it from commensal “*coli*” and / or disparate, amoebiasis has affected humanity for many years, currently it is not widely recognized as current. The cases of the Miguel Hidalgo, Tercer Milenio and ISSSTE hospitals were analyzed. Two incidence peaks were detected in childhood and adulthood at the Tercer Milenio and Centenario Miguel Hidalgo Hospitals. There was a higher incidence in adult women of the ISSSTE population.

Keywords — *Entamoeba histolytica*, incidence, Hospital ISSEA Aguascalientes.

## I. INTRODUCCIÓN

El término amebiasis hace referencia a la enfermedad entérica causada por el protozoo *Entamoeba histolytica*. [1]. La amebiasis sigue siendo un problema de salud pública, sobre todo en países en vías de desarrollo; es la tercera causa de mortalidad por infecciones parasitarias a nivel mundial, después de malaria y esquistosomiasis. [2,3] La Organización Mundial de la Salud (OMS) menciona que 500 millones de personas en el mundo podrían estar infectadas por *Entamoeba*, pero solo aproximadamente el 10% tienen la especie *E. histolytica* y el resto por especies sin capacidad patogénica. [4,5,6] África, India, México y algunos países de América Central y Sudamérica son considerados zonas endémicas de amebiasis. En países desarrollados la incidencia es menor, sin embargo, se encuentran algunos grupos de riesgo en los que esta enfermedad es más frecuente, entre los que se encuentran inmigrantes de zonas endémicas, viajeros y hombres que tienen sexo con hombres. [2]

En la mayoría de las ocasiones la infección es asintomática, pero aproximadamente en un 10% de los casos puede manifestarse como una infección intestinal caracterizada por diarrea acuosa o sanguinolenta acompañada de dolor abdominal y pérdida de peso o con menor frecuencia, como absceso hepático y otras manifestaciones extraintestinales potencialmente mortales. [1,7]

En México en 1998, se estimó que las muertes por infecciones por amebiasis intestinal fueron 1,3 millones de casos (tasa de 1.488,6) [8]. Otro reporte realizado por la doctora Cecilia Ximénez, indica que México conserva las características de ser un país endémico, agregó la investigadora de la Facultad de Medicina de la UNAM, que todos los estados de la República “tienen cierto número de casos nuevos por cada 100 mil habitantes al año, tanto de absceso hepático amebiano, como de amebiasis intestinal (incidencia)”, hay entidades federativas donde la tasa de incidencia es muy baja, menos que la media nacional. De acuerdo con datos de la secretaría de salud en el año 2012 hubo 374,055 casos nuevos de amebiasis. A partir de ese año y hasta el 2019 se observó una disminución progresiva de los casos a nivel nacional, siendo 191,437 en el último año mencionado. En el año 2012 en Aguascalientes fueron reportados 4,597 casos nuevos de amebiasis, en contraste con 2019 en el que solo fueron reportados 713. [9]

En un estudio epidemiológico realizado por la doctora Cecilia Ximénez García, en 2002 se demostró que son pocos los estados afectados por absceso hepático amebiano. Los estados con mayor tasa de incidencia fueron Sonora, con 13.4; Sinaloa, 11.37; Nayarit, 10.11; Colima, 19.5 y Chiapas, 11.16. [10] Con esto en mente, decidimos realizar un estudio en la ciudad en Aguascalientes, con el fin de poder conocer la incidencia de amebiasis en los últimos años y así mismo conocer la evolución de la enfermedad en el estado.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Este proyecto es un estudio observacional y retrospectivo de los registros de los Hospitales Centenario Hospital Miguel Hidalgo, Tercer Milenio (ISSEA), ISSSTE Aguascalientes, para las enfermedades de amebiasis, que se hayan capturado en los últimos diez años y fueron sometidos a un análisis estadístico básico, este reporte incluye datos de porcentaje por sexo, grupos de edad y tipo de presentación de la enfermedad, en este estudio se hizo un análisis de ANOVA de 2 vías ( $p < 0.05$ ).

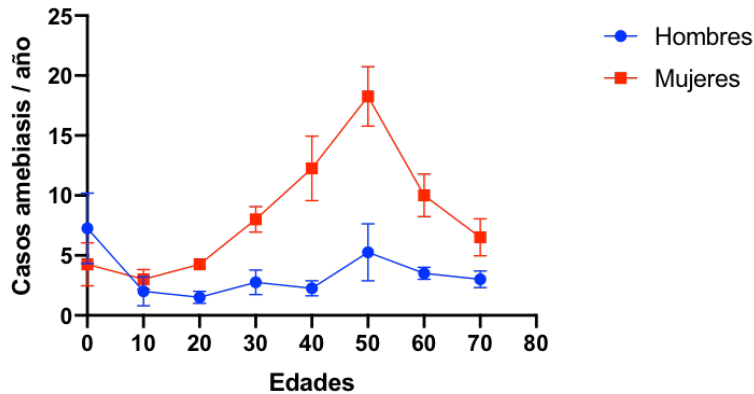
## III. RESULTADOS

El análisis de los datos obtenidos mostró diferentes resultados de acuerdo con el Hospital analizado. Hospital Tercer milenio. En el rango de tiempo del 2013-2021 se detectaron por grupo etario un aumento de casos de amebiasis en los grupos de 0-10 años y de 41 - 50 años con predominio de hombre ( $p < 0.05$  \*) [Gráfica 1]. Hospital ISSSTE. En el lapso de 2016 al 2019. Se muestra entre los 41-50 y los 51-60 años un aumento considerable respecto a las otras edades, resalta la positividad en mujeres ( $P < 0.001$  \*\*\*) [Gráfica 2].

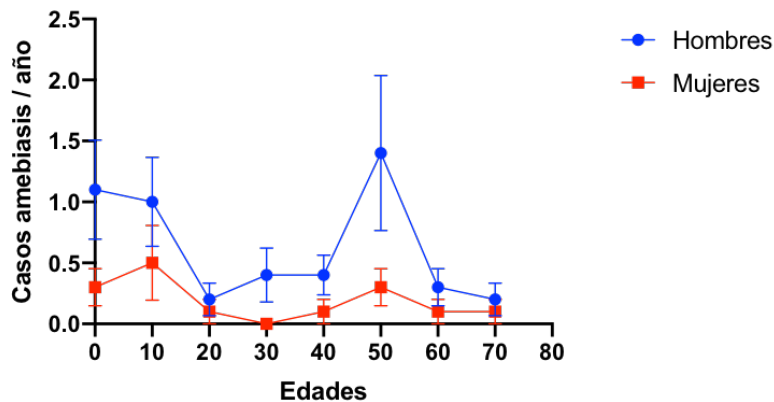
Hospital Centenario Miguel Hidalgo. En el lapso de (2016-2019) resalta una mayor presencia de pacientes en los primeros 20 años y en el rango de los 40 a los 60 años con una  $p < 0.05$  \* [Gráfica 3].

Los datos de todos los Hospitales, reunidos en una sola gráfica [Gráfica 4], no se nota cambios respecto al sexo ni edades, sin embargo, si se observó una tendencia al aumento en las mujeres en el grupo etario de 50-60 años.

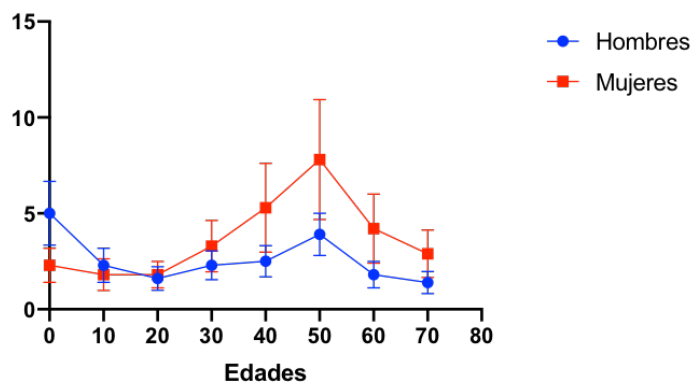
Gráfica 1. Casos detectados en el Hospital Tercer Milenio (ISSEA)



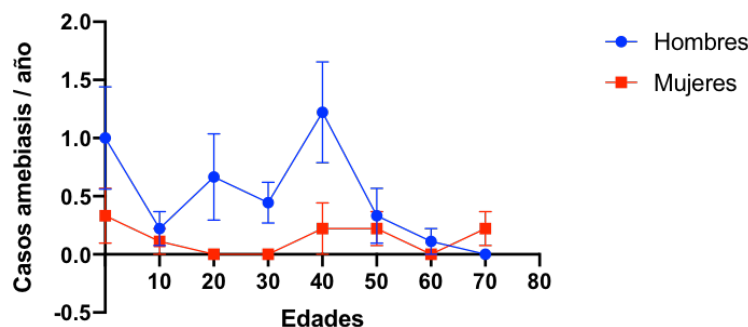
Gráfica 2. Casos detectados en el Hospital ISSSTE.



Gráfica 3. Casos detectados en el Hospital Centenario Hospital Miguel Hidalgo.



Gráfica 4. Todos los casos detectados en los tres Hospitales estudiados.



#### IV. DISCUSIÓN

Para nuestro conocimiento, este es el primer estudio que se hace acerca del estado en que se encuentran los casos de amebiasis en los Hospitales públicos de tercer nivel de Aguascalientes, excepto los Hospitales del IMSS (Clínicas 1, 2 y 3) debido a que tienen un sistema muy complejo de solicitud para hacer este tipo de estudios y poder analizar sus registros. Como se pudo observar, de manera general si hay un número importante de casos de amebiasis al tercer nivel de atención médica en Aguascalientes, en relación con datos que han sido registrados en varios estudios sobre amebiasis en México [9, 10], esto demuestra la endemidad de esta parasitosis en Aguascalientes a pesar de los esfuerzos de la Secretaría de Salud por dar servicios públicos de calidad.

Otro aspecto importante es cuando se analizan de manera individual a cada Hospital, resalta que los Hospitales Tercer Milenio e Hidalgo se observaron dos picos de incidencia en las primeras edades y en la población adulta (40-60 años) ( $p < 0.05$ ), esto es acorde con los datos de estudios a nivel Nacional e internacional (2), esto puede estar relacionado con el nivel socioeconómico de la población atendida. Por otra parte, en el Hospital del ISSS-TE sobresale la mayor incidencia en los pacientes femeninos del rango de edad de 40 a 60 años ( $p < 0.05$ ), esto es contrario a los reportes que se han hecho a nivel nacional e internacional de que la amebiasis siempre es mayor en hombres (2), no presentándose aumentos en la infancia ( $p < 0.05$ ), solo se observó una ligera tendencia en los hombres. De manera general podemos decir que las diferencias encontradas dependen del nivel socioeconómico de las poblaciones atendidas por cada Hospital.

#### V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Si bien los casos de amebiasis han ido disminuyendo con el paso del tiempo, sigue representando una importante causa de morbilidad y mortalidad de origen infeccioso a nivel nacional. De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio en Aguascalientes la mayor concentración de casos de amebiasis fue en el Hospital General ISSS-TE Aguascalientes, además llama la atención el que la mayoría de los casos se presentaron en el sexo femenino, contrario a lo reportado en datos nacionales. El pico de edad para la presentación de la enfermedad fue similar en los tres hospitales, siendo la población de 40 a 60 años la más afectada. Los resultados demuestran que la amebiasis intestinal sigue representando una enfermedad infecciosa frecuente en nuestro medio, sin embargo, es necesario realizar un estudio en un mayor número de hospitales para poder hacer una estimación más acertada sobre la situación actual del estado en cuanto a esta parasitosis.

#### VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradecemos la cordial atención para el desarrollo de este estudio a las personas de los diferentes hospitales participantes y de la Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes.



- Manuel Enrique Ávila Blanco, Depto. De Morfología, CCB, UAA, por su apoyo en la estadística.
- Javier Góngora Ortega, Coordinador del Departamento de investigación, ISSEA
- Celia Montoya Delgado, Jefa del Departamento de enseñanza, Hospital Tercer Milenio, ISSEA
- José Manuel Arreola Guerra, Jefe del Departamento de Investigación, Centenario Hospital Hidalgo.
- Claudia Elvia Pacheco Campos, Subjefa del Departamento de enseñanza e investigación en enfermería, ISSS-TE Aguascalientes.
- José Emanuel Poblano Sánchez, LABQ, ISSSTE Aguascalientes

## VII. REFERENCIAS

- [1] Saidin S, Othman N, Noordin R. Update on laboratory diagnosis of amoebiasis. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*. 2019 Jan 25;38(1):15–38. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s10096-018-3379-3> [consultado en 2021]
- [2] Domínguez MI. Amebiasis intestinal y hepática. *Gastroenterol Latinoam*. 2018;29:49–52. Disponible en: <https://gastrolat.org/amebiasis-intestinal-y-hepatica/> Chacín-Bonilla L. [consultado en 2021]
- [3] Amebiasis: aspectos clínicos, terapéuticos y de diagnóstico de la infección. *Rev Med Chil* [Internet]. 2013 May;141(5):609–15. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872013000500009&lng=en&nrm=iso&tlng=enHuman](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872013000500009&lng=en&nrm=iso&tlng=enHuman) [consultado en 2021]
- [4] Carrero JC, Reyes-López M, Serrano-Luna J, Shibayama M, Unzueta J, León-Sicairos N, et al. Intestinal amoebiasis: 160 years of its first detection and still remains as a health problem in developing countries. *Int J Med Microbiol*. 2020 Jan;310(1):151358. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1438422119303467> [consultado en 2021]
- [5] Ximénez C, Cerritos R, Rojas L, Dolabella S, Morán P, Shibayama M, et al. Human Amebiasis: Breaking the Paradigm? *Int J Environ Res Public Health*. 2010 Mar 16;7(3):1105–20. Disponible en: <http://www.mdpi.com/1660-4601/7/3/1105> [consultado en 2021]
- [6] Bercu TE, Petri WA, Behm BW. Amebic colitis: New insights into pathogenesis and treatment. *Curr Gastroenterol Rep*. 2007 Oct 3;9(5):429–33. (Acceso el 19 de agosto del 2021) Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/s11894-007-0054-8> [consultado en 2021]
- [7] Kantor M, Abrantes A, Estevez A, Schiller A, Torrent J, Gascon J, et al. Entamoeba Histolytica: Updates in Clinical Manifestation, Pathogenesis, and Vaccine Development. *Can J Gastroenterol Hepatol*. 2018 Dec 2;2018:1–6. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/cjgh/2018/4601420/> [consultado en 2021]
- [8] Organización panamericana de la salud. La salud en las Américas. 2 ed. Estados Unidos: OPS; 1998.
- [9] Secretaría de Salud, Anuario de Morbilidad 1984 – 2019. Acceso el 19 de agosto del 2021. Disponible en: <https://www.epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/anuarios.html> [consultado en 2021]
- [10] Ximénez García C. México, país endémico de amebiasis. Ciudad de México, México: DGSC; 2013, Disponible en: [https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2013\\_436.html](https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2013_436.html) [consultado en 2021]
- [11] Walsh, J. A. (1986). Problems in Recognition and Diagnosis of Amebiasis: Estimation of the Global Magnitude of Morbidity and Mortality. *Clinical Infectious Diseases*, 8(2), 228–238. doi:10.1093/clinids/8.2.228 [consultado en 2021]

## ANSIEDAD Y DEPRESIÓN EN CUIDADORES DE PERSONAS CON ENFERMEDAD CRÓNICA

Valeria Lilian Cardona Ramírez  
 Universidad Autónoma de Coahuila Facultad de Enfermería  
 “Dr. Santiago Valdés Galindo”  
 Calzada Madero #1237 Zona Centro  
 C.P. 25000, Saltillo, Coahuila  
*valeriacardona@uadec.edu.mx.mx*

Ana Laura Carrillo Cervantes  
 Universidad Autónoma de Coahuila Facultad de Enfermería  
 “Dr. Santiago Valdés Galindo”  
 Calzada Madero #1237 Zona Centro  
 C.P. 25000, Saltillo, Coahuila  
*anacarrillo@uadec.edu.mx.mx*

Resumen — Objetivo. Determinar la prevalencia de la ansiedad y la depresión en cuidadores informales de personas adultas mayores con enfermedad crónica no transmisible. Métodos. Diseño descriptivo. Se utilizó la Escala hospitalaria de ansiedad y depresión (HADS). Resultados. Se incluyeron 178 cuidadores informales. La escala mostró confiabilidad aceptable (0.83), la mitad de los CI presentan ansiedad (51%), y solo el 27% depresión. Conclusiones. Los resultados del estudio son coherentes con lo que refiere la literatura respecto a las características sociodemográficas de los CI, ya que se encontró que en su mayoría son mujeres, casadas, dedicadas al hogar e hijas o esposas de la PAM con ECNT. La mitad de los CI presentaron ansiedad y solo unos pocos depresión.

Palabras clave — Ansiedad, Depresión, Cuidadores Informales

Summary - Objective. To determine the prevalence of anxiety and depression in informal caregivers of older adults with chronic non-communicable disease. Methods. Descriptive design. The Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) was used. Results. 178 informal caregivers were included. The scale showed acceptable reliability (0.83), half of the ICs present anxiety (51%), and only 27% depression. Conclusions. The results of the study are consistent with what the literature refers to regarding the sociodemographic characteristics of ICs, since it was found that the majority are women, married, dedicated to the home and daughters or wives of the PAM with NCD. Half of the ICs presented anxiety and only a few had depression.

Keywords - Anxiety, Depression, Informal Caregivers

## INTRODUCCIÓN

México enfrenta un cambio importante en la cantidad de personas adultas mayores (PAM) y el tipo de enfermedades que padecen. “En menos de 30 años, el país duplicará la proporción de personas mayores de 60 años, del 10 por ciento de la población al 20 por ciento. Esto es un proceso acelerado en comparación de países como Francia, a quien le tomó cerca de 150 años llegar a esa misma cifra”[1] (Instituto Nacional de Geriátría [INGER], 2019).

Las enfermedades crónicas degenerativas o no transmisibles (ECNT) son la principal causa de enfermedad y muerte en el mundo para las PAM (Instituto Nacional de Geriátría [INGER], 2019). En México, la diabetes, enfermedades del corazón, cerebrovascular y en riñón son los males más comunes en este grupo de edad y la demencia es el padecimiento crónico que causa mayor dependencia[2] (Instituto Mexicano de Seguro Social [IMSS], 2020).

Así mismo, las ECNT son una de las principales causas de la pérdida de años de vida saludable. Cuando se habla de la carga de la enfermedad significa que se debe contemplar las muertes y la discapacidad que genera la misma” [2](Instituto Mexicano de Seguro Social [IMSS], 2020).

Así mismo, las ECNT se definen como procesos patológicos de evolución prolongada que no se resuelven espontáneamente, rara vez alcanzan una curación completa y, además, generan una gran carga social desde el punto de vista económico, así como desde la perspectiva de la dependencia social y la discapacidad[3].

Las PAM con ECNT presentan necesidades de cuidado asumidas por un cuidador informal (CI), el cual mayoritariamente es su familiar, realiza los cuidados en el hogar y no recibe remuneración económica por sus tareas[4].

La literatura demuestra que, los CI que brindan cuidado son, en su mayoría, principalmente mujeres, en una edad intermedia (40-60 años) y en su mayoría son hijas y esposas[5][6][7]. De las actividades de cuidado que más prevalecen son las actividades básicas e intermedias de la vida diaria (alimentación, baño, vestido, movilización, administración de la medicación, manipulación de dispositivos); además de brindar soporte emocional y espiritual, así como, tomar decisiones y resolver problemas asociados al cuidado[7].

El CI al enfrentar el cuidado presenta respuestas positivas y negativas al cuidado, dentro de las negativas las más frecuentes son la ansiedad y depresión. La ansiedad y depresión se presenta en CI mujeres, que refieren no contar con apoyo social, no tener más apoyo en las actividades de cuidado, dedicarse solo al rol de cuidador[8]. Así mismo, se encontró que el número de horas de cuidado y tener entre 40-45 años son variables predictoras. Son problemas tan comunes que incluso hay cuidadores que tienen valores más elevados que incluso los mismos familiares enfermos[9].

Lo anterior permite plantear el propósito del presente proyecto que es el de describir la prevalencia de ansiedad y depresión en CI de PAM con ECNT.

## I. MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño propuesto es de tipo descriptivo [10]. La población la conformaron 178 CI de PAM con ECNT, que fueron seleccionados por un muestreo por conveniencia. El levantamiento de datos se llevó a cabo de enero a julio del 2021. Los criterios de inclusión fueron: CI mayores de edad, que tuvieran más de 3 meses otorgando el cuidado, que aceptaran participar en el proyecto y se eliminaron aquellos que obtuvieron 4 errores o más en el test mental SPMSQ.

Se utilizaron 2 instrumentos para la medición de datos: El primero de ellos fue la encuesta de caracterización de la diada (GCPC-UN-D), conformada por 23 ítems en los que se identifican características sociodemográficas del cuidador y de la persona receptora del cuidado, tiempo que lleva como cuidador, las horas diarias dedicadas a cuidar, si es único cuidador y la satisfacción con el apoyo recibido. La escala presentó una comprensibilidad del

95% y una validez aparente del 100% en un estudio en Colombia [11].

Para la ansiedad y depresión se utilizó la Escala hospitalaria de ansiedad y depresión (HADS) desarrollada por Zigmond y Snaith (1983) y validada en población mexicana en el año 2015 [12], conformada por 14 ítems que permite utilizarse en medios hospitalarios no psiquiátricos o en atención primaria. Considera dimensiones cognitivas y afectivas, omitiendo aspectos somáticos. Tiene cuatro opciones de respuestas que puntúan de 0 a 3, para un total de 0 a 21. La consistencia interna de la escala global mostró un alfa de Cronbach de 0,83. Para la subescala de ansiedad fue de  $\alpha=0,82$  y la de depresión  $\alpha=0,78$ .

Esta investigación contó con la aprobación del comité de ética e investigación de una Universidad Pública del Noreste de México (CBFEUSUADEC-IEM7). Además, se consideró lo establecido en la Ley General de Salud en Materia de Investigación. Todos los participantes firmaron consentimiento informando [13].

Para la caracterización de los participantes, ansiedad y depresión, se calcularon proporciones, medias, desviaciones estándar e intervalos de confianza del 95%. Además, se aplicó la prueba de Chi cuadrado de Pearson para variables categóricas.

## II. RESULTADOS

Se incluyeron 178 cuidadores informales con una edad media de 45 años (DE= 15), con un tiempo estimado de cuidado que va desde un mes hasta 30 años, en su mayoría mujeres, casadas, que se encargan del hogar, con escolaridad baja y que cuida a mamá/papá.

Con respecto a quien recibe los cuidados, la edad media es de 72 años (DE=8), con una edad mínima de 60 años y máxima de 99, en su mayoría mujeres, casadas, que se encargan del hogar, con escolaridad baja y con una percepción de sobrecarga entre moderada y alta (107 personas).

Tabla 1. Variables sociodemográficas de cuidadores informales y adultos mayores receptores del cuidado

Características del cuidador informal	fr	%	Características de la persona receptora del cuidado	fr	%
<b>Sexo</b>			<b>Sexo</b>		
Mujer	132	74.2	Mujer	104	58.4
Hombre	46	25.8	Hombre	74	41.6
<b>Estado civil</b>			<b>Estado civil</b>		
Casado	81	45.5	Casado	69	38.8
Soltero	44	24.7	Soltero	49	27.5
Unión libre	28	15.7	Viudo	38	21.3
Separado	18	10.1	Separado	13	7.3
Viudo	7	3.9	Unión libre	9	5.1
<b>Ocupación</b>			<b>Ocupación</b>		
Hogar	85	47.8	Hogar	79	44.4
Empleado	40	22.5	Desempleado	30	16.9
Trabajo indep.	22	12.4	Trabajo indep.	23	12.9
Otro	17	9.5	Empleado	20	11.2
Estudiante	14	7.9	Estudiante	14	7.9
			Jubilado	12	6.7

Escolaridad			Escolaridad		
Primaria	47	26.4	Primaria	93	52.3
Secundaria	42	23.6	Nivel medio superior	38	21.4
Nivel medio superior	57	32	Secundaria	23	12.9
Superior	32	18	Superior	18	10.1
			Ninguna	6	3.4
Persona a quien cuida			Percepción de sobrecarga		
Mamá/papá	93	52.2	Moderada	62	34.8
Esposo(a)	31	17.4	Alta	45	25.3
Hijo (a)	20	11.2	Baja	44	24.7
Abuelo (a)	14	7.9	Muy alta	27	15.2
Amigo (a)	11	6.2			
Vecino (a)	7	3.9			
Otro (a)	2	1.1			

Fuente: elaboración propia. n=187; %=porcentaje

En cuanto a las variables de interés la escala HADS mostró una confiabilidad aceptable (0.830). En la tabla 2 se pueden observar los resultados obtenidos en las variables de interés, donde destaca que la mitad de los cuidadores informales presentan ansiedad, mientras que solo el 27% presenta depresión.

Variables	Porcentaje	Media	DE	IC 95%	
				Lim Superior	Lim Superior
<b>HADS</b>					
<b>Ansiedad</b>					
Normal	48.9	8.26	4.95	7.53	9.00
Dudoso	16.3				
Problema clínico	34.8				
<b>Depresión</b>					
Normal	73	4.52	3.61	3.98	5.05
Dudoso	22.5				
Problema Clínico	4.5				

### III. CONCLUSIONES

Los resultados muestran que el perfil de los cuidadores informales de adultos mayores con enfermedad crónica encuestados tiene el mismo perfil que el referido por la literatura.

Los resultados del estudio son coherentes con lo que refiere la literatura respecto a las características sociodemográficas de los CI, ya que se encontró que en su mayoría son mujeres, casadas, dedicadas al hogar e hijas o esposas de la PAM con ECNT. Que en su mayoría presentan ansiedad. Sin embargo, no presentan depresión.

#### IV. RECONOCIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a la Universidad Autónoma de Coahuila y al CONACYT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

#### REFERENCIAS

- [1] N. Inger, “Instituto Nacional de Geriátría Índice.”
- [2] Instituto Mexicano del Seguro Social, “No Title,” Prevención de enfermedades crónicas, clave para adultos mayores independientes y saludables, 2020. <http://www.imss.gob.mx/prensa/archivo/202001/038>.
- [3] E. Ardila, “Biomédica Instituto Nacional de Salud,” no. 1, pp. 5–6, 2018.
- [4] C. José Aravena, S. María Spencer, H. Sonia Verdugo, C. Daniel Flores, J. Jean Gajardo, and B. Cecilia Albala, “Quality of life in informal caregivers of persons with dementia: A systematic review of psychosocial interventions,” *Rev. Chil. Neuropsiquiatr.*, vol. 54, no. 4, pp. 328–341, 2016, doi: 10.4067/s0717-92272016000400008.
- [5] C. Roberta, D. Torres, C. Roberta, and D. Torres, “Ansiedade e depressão em cuidadores informais de idosos dependentes : um estudo analítico,” vol. 73, no. Suppl 1, pp. 1–8, 2020.
- [6] E. Ko and D. Fuentes, “End-of-Life Communication Between Providers and Family Caregivers of Home Hospice Patients in a Rural US-Mexico Border Community: Caregivers’ Retrospective Perspectives,” *Am. J. Hosp. Palliat. Med.*, vol. 37, no. 5, pp. 329–335, 2020, doi: 10.1177/1049909119885099.
- [7] J. Reckrey, E. Bollens-Lund, M. Husain, K. Ornstein, and A. Kelley, “Family Caregiving for Those With and Without Dementia in the Last 10 Years of Life,” *Heal. retirement study*, vol. 181, no. 2, pp. 278–279, 2021.
- [8] J. Wulff, A. M. Fänge, C. Lethin, and C. Chiatti, “Self-reported symptoms of depression and anxiety among informal caregivers of persons with dementia: a cross-sectional comparative study between Sweden and Italy,” *BMC Health Serv. Res.*, vol. 20, no. 1, pp. 1–15, 2020, doi: 10.1186/s12913-020-05964-2.
- [9] J. J. Adashek and I. M. Subbiah, “Caring for the caregiver: A systematic review characterising the experience of caregivers of older adults with advanced cancers,” *ESMO Open*, vol. 5, no. 5, 2020, doi: 10.1136/esmoopen-2020-000862.
- [10] S. K. Grove and J. R. Gray, *Investigación en enfermería*, 7th ed. 2019.
- [11] L. Chaparro, B. Sánchez, and G. Carrillo, “Diada cuidador familiar - persona con enfermedad crónica Survey characterization care dyad family caregiver – a person with a chronic disease,” *Rev. Cienc. y Cuid.*, vol. 11, no. 2, pp. 31–45, 2014, [Online]. Available: <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/cienciaycuidado/article/view/196/205>.
- [12] M. del Óscar Galindo Vázquez, Abelardo Meneses García, Ángel Herrera Gómez and y J. L. A. P. Rosario Caballero Tinoco, “Escala hospitalaria de ansiedad y depresión (HADS) en cuidadores primarios informales de pacientes con cáncer: propiedades psicométricas,” *Psicooncología*, vol. 12, no. 2–3, pp. 383–392, 2015, doi: [https://doi.org/10.5209/rev\\_PSIC.2015.v12.n2-3.51016](https://doi.org/10.5209/rev_PSIC.2015.v12.n2-3.51016).
- [13] Cámara de diputados del H. Congreso de la Unión, “Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigaciones para la Salud.,” *Ley Gen. Salud*, vol. DOF 02-04-, pp. 1–31, 1987, [Online]. Available: <http://www.cofepris.gob.mx/MJ/Paginas/Reglamentos.aspx>.







# CIENCIAS AGROPECUARIAS



## Índice

<i>Estudio del efecto biocontrol de microorganismos sobre fitopatógenos de pitahaya</i> Rocío Zendejas Sánchez § Yeny Lizzet Couoh Uicab	4
<i>Análisis estadístico del efecto de extractos de muérdago ante la inhibición in vitro de diferentes fitopatógenos</i> Sandra Rodríguez Palomino § Luis Ángel Xoca Orozco	9
<i>Análisis por docking molecular de triterpenos de la familia Passifloracea sobre las enzimas ACE y AT1 humanas.</i> María Fernanda Guerrero Aguilar § Felipe Guadalupe Carrillo Landell	15
<i>Estrategias actuales de comercialización de productos alimenticios saludables</i> María Lorena Salas Mendoza § María Rico Martínez	21
<i>Valorización de residuos de semilla de pitahaya: obtención de compuestos bioactivos con valor agregado</i> Mariel Alejandra Cardoso Pérez § Dr. Raúl Reyes Bautista	28
<i>Valorización de residuos de cáscara de pitahaya: obtención de compuestos bioactivos con valor agregado</i> Yuliana Laguna Montes § Raúl Reyes Bautista	34
<i>Análisis por docking molecular de alcaloides de isoquinolina de la familia Papaveracea sobre las enzimas BACE-1 y Presenilina-1 humanas</i> Cristóbal Díaz de León Martí § Felipe Guadalupe Carrillo Landell	40
<i>Una propuesta de desarrollo agroindustrial en Aguascalientes bajo el enfoque regional de los sistemas locales de producción.</i> Themis Anaid Muñoz Guzmán § Juan Carlos Neri Guzmán	46
<i>Inyector de composta líquida biodegradable (ICLB)</i> Diana Guadalupe García Reyna § Gabriela Baltierra Costeira	52
<i>Estudio del efecto biocontrol de microorganismos sobre fitopatógenos de pitaya</i> Javier Espinoza Camarena § Yeny Lizzet Couoh Uicab	57

# ESTUDIO DEL EFECTO BIOCONTROL DE MICROORGANISMOS SOBRE FITOPATÓGENOS DE PITAHAYA

Rocío Zendejas Sánchez

Instituto Tecnológico superior de Purísima del Rincón

BLVD. del Valle #2301, Guardarrayas. Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413

*lrs17110233@purisima.tecnm.mx*

Yeny Lizzet Couoh Uicab

Instituto Tecnológico superior de Purísima del Rincón

Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas. Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413

*yeny.cu@purisima.tecnm.mx*

Resumen — Una planta potencial es la fruta del dragón o pitahaya. Esta planta de cactus es eficiente en el uso de agua, rica en betalaínas y antioxidantes, tiene beneficios medicinales y es una fuente de ingresos para los productores. Sin embargo, la producción de pitahaya enfrenta desafíos importantes. Entre estos, las pérdidas debidas a enfermedades juegan un papel importante en la reducción del rendimiento y la rentabilidad de la fruta. Debido a lo anterior en este estudio se evaluó el efecto de tres cepas de *B. amyloliquefasciens* sobre hongos de *Hylocereus*. El género *Bacillus* presenta actividad antimicrobiana ante fitopatógenos inhibe el crecimiento micelial para controlar las enfermedades de la fruta del dragón.

Palabras clave — *Hylocereus costaricensis*, *B. amyloliquefasciens*, Pitahaya.

Keywords — *Hylocereus costaricensis*, *B. amyloliquefasciens*, Pitahaya.

Abstract — One potential plant is dragon fruit or pitahaya. This cactus plant is water efficient, rich in betalains and antioxidants, has medicinal benefits, and is a source of income for growers. However, pitahaya production faces significant challenges. Among these, losses due to diseases play an important role in reducing the yield and profitability of the fruit. Due to the above, in this study the effect of three strains of *B. amyloliquefasciens* on *Hylocereus* fungi was evaluated. The *Bacillus* genus has antimicrobial activity against phytopathogens, it inhibits mycelial growth to control dragon fruit diseases.

## I. INTRODUCCIÓN

La pitahaya ocupa hoy un nicho creciente en el mercado de frutas exóticas, así como en los mercados internos de los países productores, como Vietnam, Malasia, Colombia, México, Costa Rica y Nicaragua. En otros lugares, la pitahaya se considera una especie frutal nueva y prometedora. Este éxito puede explicarse en parte por las

atractivas cualidades de la fruta. y características (color y forma atractivos). El árbol de la fruta del dragón es un fruto prometedor porque sus frutos tienen propiedades nutraceuticas, además de ser una especie de fácil manejo y adaptada a las condiciones de baja disponibilidad de agua durante su ciclo, despertando el interés comercial de sus plántulas y frutos. El término genérico “pitahaya” incluye varias especies diferentes, que a menudo pueden ser una fuente de confusión. Actualmente, solo unas pocas especies de pitahaya son comúnmente que se encuentran en el mercado: pitahaya amarilla, una fruta con piel amarilla y pulpa blanca, y pitahaya roja, una fruta con piel roja y pulpa blanca o roja. Estas especies son nativas de la zona tropical y América subtropical. Los principales temas de investigación son la genética, la biología oral, la ecofisiología (composición fisicoquímica) [3,2].

Conocidas por su apariencia distintiva y textura delicada, las plantas de la familia Cactaceae se distinguen fácilmente de las otras familias del reino vegetal. Los frutos de la especie *Hylocereus* o “pitahayas” o “fruta del dragón” pueden variar desde pequeños (100–250 g) a grandes (200–800 g) dependiendo de la especie [7]. La fruta del dragón es rica en betalaínas que se utilizan ampliamente como colorantes en la industria alimentaria sustituyendo los colorantes sintéticos [1,2].

Hay 17 géneros y 25 especies de patógenos vegetales que actualmente infectan la fruta del dragón. La mayoría causa enfermedades fúngicas en tallos, frutos y flores. Los registros nacionales recientes y nuevos de patógenos asociados con la fruta del dragón se informaron principalmente en los últimos 5 años [1]. Las especies de *Hylocereus* son nativas de América del Sur, América Central y México. Las especies más comúnmente cultivadas son *H. undatus*, *H. monacanthus*, *H. megalanthus*, y *H. costaricensis* [7] pero hay 11 especies más en el género *Hylocereus* [1]. *Hylocereus undatus*, frutos de piel roja y pulpa blanca (pulpa), es la especie más cultivada en todo el mundo [2]. El control biológico, representa una estrategia innovadora para el manejo de enfermedades de plantas de importancia agrícola, que se basa en la capacidad de un organismo para inhibir el crecimiento o destruir a un fitopatógeno. En el suelo existen diversos microorganismos con capacidad antagónica hacia microorganismos fitopatógenos, pero el más estudiado es *Thrychoderma*, debido a su fácil y rápido crecimiento además de sus características de mico parasitar a otros hongos [5].

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Microorganismos

Las cepas utilizadas en el presente trabajo fueron *Bacillus Amyloliquefasciens*, hongos de pitahaya.

### B. Pruebas de patogenicidad

La prueba de patogenicidad es el principal criterio para la identificación de bacterias sospechosas de ser agentes etiológicos de una enfermedad vegetal. Esto implica la reproducción de lesiones después de la infección artificial de huéspedes adecuados en condiciones de invernadero. La patogenicidad se define como “la capacidad de un patógeno para causar una enfermedad” [6].

Se utilizaron ramas sanas del árbol de pitahaya, los cuales se desinfectaron con solución de hipoclorito de sodio 0.5 % durante 5 min. Posteriormente, se sumergieron en agua destilada estéril durante 5 min, se colocaron sobre toallas de papel estéril y se dejaron secar a temperatura ambiente. Se realizó la inoculación con herida (punción). Las ramas se colocaron en bolsas de plástico para proporcionar condiciones de humedad, posteriormente cada 72 h se midió la lesión. Finalmente se obtuvieron tres aislamientos hongo 1, hongo 5 y hongo 16 [6].

### C. Ensayo de antagonismo

El antagonismo se refiere a la acción de cualquier organismo que suprima o interfiera con el crecimiento normal y la actividad de un patógeno vegetal, como las partes principales de bacterias u hongos. Estos organismos se pueden utilizar para el control de plagas y se denominan agentes de control biológico [4].

En cajas Petri con medio PDA, se colocó una porción de 0.5 mm de diámetro de micelio crecido previamente a



27°C por 7 días en PDA en el centro de la caja. En cada uno de los extremos de la caja Petri por medio de estría se colocó las cepas de Bacillus. se incubó durante tres días a 37°C y se midieron los diámetros de crecimiento del micelio. El efecto antagonista se reporta como el porcentaje de inhibición de Bacillus sobre el hongo calculando mediante la ecuación 1.

$$\% \text{ de inhibición} = 100 - \frac{DMCT}{DMST} * 100 \quad (1) \quad DMST$$

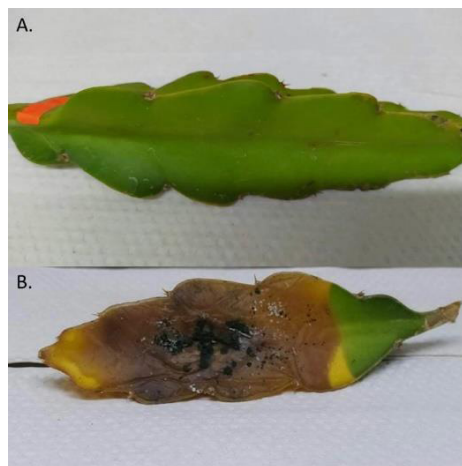
Donde DMST es el diámetro micelial sin tratamiento y DMCT es el diámetro micelial con tratamiento.

### III. RESULTADOS

#### A. Pruebas de patogenicidad

Los primeros síntomas del hongo se observaron 3 días después de la inoculación (ddi) (Figura 1). A los 8 ddi todos los aislamientos fueron patogénicos al ocasionar lesiones de 1.4 a 20 cm.

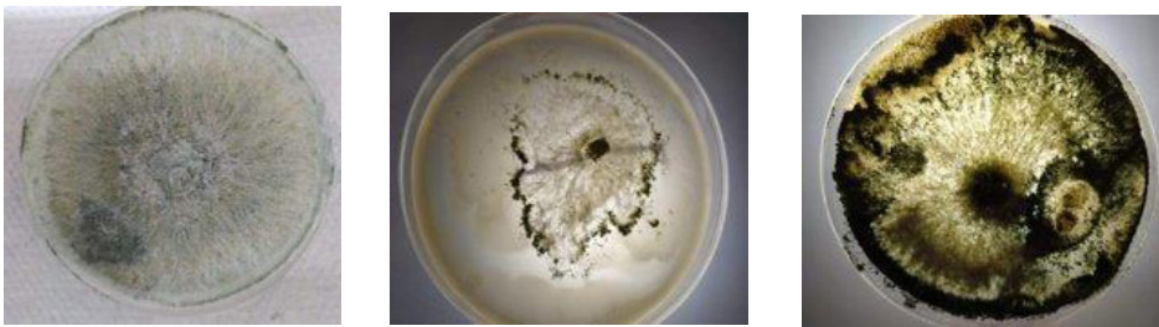
Fig. 1. A) Rama testigo de Pitahaya, B) síntomas observados ocho días después de la inoculación.



#### B. Características morfológicas

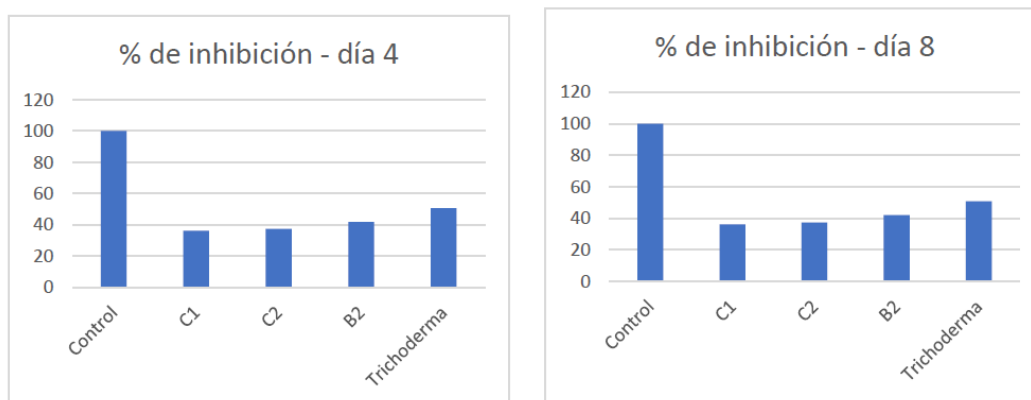
En cuanto al desarrollo de los hongos en medio de cultivo PDA, se puede observar el control desarrollo micelio blanco. Con respecto a la velocidad de crecimiento del patógeno en medio de cultivo se observó que este fue muy rápido a los 7 días.

Fig. 2. A) control hongo 16, B) inhibición *B. amyloliquefasciens*, C) inhibición *trichoderma*. C. Ensayo de antagonismo



Con la finalidad de obtener el efecto antagonista se reporta como el porcentaje de inhibición de bacillus sobre el hongo se tomaron medidas a los 4 y 8 días, posterior a esto se calcula mediante la ecuación 1. En la gráfica 1 podemos observar el cómo la cepa C1, C2, B2 en el día 4 y 8 inhibieron totalmente al hongo ya que no le permitió crecer, mientras que trichoderma creció un poco mas y se ve reflejado en el día 8.

Gráfica 1. Porcentaje de inhibición A) día 4, B) día 8.



#### IV. DISCUSIÓN

Hay varias opciones de control disponibles para determinadas enfermedades de la fruta del dragón y el uso de agentes de control biológico se ha considerado un enfoque de control de enfermedades sostenible y prometedor. El género *Bacillus* presenta actividad antimicrobiana ante fitopatógenos. *Bacillus* inhibe el crecimiento micelial para controlar las enfermedades de la fruta del dragón. Entonces si el género *Bacillus* presenta actividad antimicrobiana la especie este estudio presenta que *Bacillus amyloliquefasciens* puede inhibir el crecimiento de hongos patógenos del género *Hylocereus*.

#### V. CONCLUSIONES

Hay un crecimiento mundial de la producción de fruta del dragón del que los productores se están beneficiando. Se podría pensar que, con el aumento de la oferta y la demanda, la producción de fruta del dragón debería ser muy productiva y rentable. Desafortunadamente, existen desafíos asociados con la producción de fruta del dragón que limitan su máximo potencial de producción. Entre estos problemas se encuentran las enfermedades causadas por hongos y bacterias. Los patógenos que causan antracnosis, pudrición de frutos y tallos, podredumbres blandas tienen un impacto significativo en las reducciones de rendimiento. La incidencia de estas enfermedades está aumentando en todo el mundo y en los últimos cinco años así ha sido. Hay varias opciones de control disponibles para determinadas enfermedades de la fruta del dragón y el uso de agentes de control biológico se ha considerado un enfoque de control de enfermedades sostenible y prometedor.

En este estudio las tres cepas de *B. amyloliquefasciens* y la cepa de *Trichoderma* hasta los 4 días muestran un efecto inhibitorio frente al hongo 16, sin embargo, a los 8 días posterior a la infección el hongo patógeno supera a las cepas biocontrol.

#### VI. AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, al Comité Organizacional del Verano de la Ciencia de la Región Centro y a mi asesora la Dra. Yeny Lizzet Couoh Uicab por todo el apoyo, todos los conocimientos y experiencias adquiridas para la realización de la estancia de verano.

#### REFERENCIAS

- [1] Balendres, M., & Bengoa, J. (2019). Diseases of dragon fruit (*Hylocereus* species): Etiology and current management options. *Crop Protection*, 126, 104920. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104920>
- [2] le Bellec, F., & Vaillant, F. (2011). Pitahaya (pitaya) (*Hylocereus* spp.). *Postharvest Biology and Technology*

of Tropical and Subtropical Fruits, 247–273e. <https://doi.org/10.1533/9780857092618.247>

[3] de Sousa Antunes, L. F., de Sousa Vaz, A. F., Santos Reis De Andrade Da Silva, M., Fernandes Correia, M. E., Ferreira Cruvinel, F., & Peres Martelleto, L. A. (2021). Millicompost: Sustainable substrate for the production of dragon fruit seedlings (*Selenicereus undatus*). *Cleaner Engineering and Technology*, 4, 100107. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100107>

[4] Meetum, P., Leksomboon, C., Kanjanamaneesathian, M., 2017. Potential of *Bacillus* spp. as biological control agents to suppress anthracnose disease of dragon fruit (*Hylocereus undatus*). *Acta Hort.* (Wagening.). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1186.20>.

[5] Mercado-Silva, E.M., 2018. Pitaya—*Hylocereus Undatus* (Haw). *Exotic Fruits Reference Guide*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00045-9>.

[6] Nieto-Angel, D., Almaraz-Sánchez, A., Ayala-Escobar, V., Orozco-Santos, M., & Lara-Viveros, F. M. (2019). PRIMER REPORTE DE *Colletotrichum coccodes* EN FRUTOS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) EN MÉXICO. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 42(3), 195–200. <https://doi.org/10.35196/rfm.2019.3.195-200>

[7] Tel Zur, N., 2015. R&D of pitahayas – dragonfruit – vine cacti: limitations and challenges and the current global market. *Acta Hort.* (Wagening.) 1067, 365–370.

23o Verano de la Ciencia de la Región Centro. junio-agosto 2021

# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL EFECTO DE EXTRACTOS DE MUÉRDAGO ANTE LA INHIBICIÓN IN VITRO DE DIFERENTES FITOPATÓGENOS

Sandra Rodríguez Palomino

Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón

Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas. Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413

*lrs16110278@purisima,tecnm.mx*

Luis Ángel Xoca Orozco

Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón

Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas. Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413

*luis.xo@purisima,tecnm,mx*

Resumen — En el presente trabajo se muestra el efecto antifúngico de los extractos de hoja de muérdago (*Psittacanthus calyculatus*) sobre los fitopatógenos *C. gloeosporioides*, *Fusarium spp* y *Curvularia spp* de importancia para diferentes cultivos. Los extractos fueron obtenidos con lavados de metanol-acetona-agua. Posteriormente los solventes se eliminaron en un rotavapor a 60°C. Una vez retirado el sobrenadante, el extracto se mezcló a 3 diferentes concentraciones con medio PDA a los cuales se inoculó los fitopatógenos de manera independiente y utilizando un control con solamente medio PDA. Las evaluaciones realizadas fueron crecimiento micelial, porcentaje de inhibición del crecimiento micelial, esporulación final y germinación. Finalmente se realizó una prueba estadística *t* de student y un ANOVA para comparación de medias ( $p < 0.05$ ). Los resultados muestran que la concentración a 5:10 logró una mayor inhibición en las cepas *Fusarium spp*, *Curvularia spp* y *C. gloeosporioides*. Así mismo se observó una disminución significativa de la esporulación y germinación. Estos resultados indican que los extractos de muérdago tienen un potencial para la inhibición in vitro de diferentes fitopatógenos de importancia para la agricultura.

Palabras clave — Muérdago, fitopatógeno, inhibición.

Abstract — The present work shows the antifungal effect of mistletoe leaf extracts (*Psittacanthus calyculatus*) on the phytopathogens *C. gloeosporioides*, *Fusarium spp* and *Curvularia spp* of importance for different crops. The extracts were obtained with methanol- acetone-water washes. Subsequently, the solvents were removed in a rotary evaporator at 60°C. Once the supernatant was removed, the extract was mixed at 3 different concentrations with PDA medium to which the phytopathogens were inoculated independently and using a control with only PDA medium. The evaluations carried out were mycelial growth, percentage of inhibition of mycelial growth, final sporulation and germination. Finally, a statistical student's *t* test and an

ANOVA were performed for comparison of means ( $p < 0.05$ ). The results show that the concentration at 5:10 of mistletoe achieved a greater inhibition in the *Fusarium* spp, *Curvularia* spp and *C. gloeosporioides* strains. Likewise, a significant decrease in sporulation and germination was observed. These results indicate that mistletoe extracts have a potential for the in vitro inhibition of different phytopathogens of importance for agriculture.

Keywords — Mistletoe, phytopathogen, inhibition.

## I. INTRODUCCIÓN

En esta investigación se evalúa la capacidad antifúngica in vitro de diversos extractos de muérdago, esto permitirá plantear nuevas estrategias para el aprovechamiento de esa planta que es considerada una planta parásita difícil de erradicar y que afecta de manera considerable especies vegetales del Área Natural Protegida del Cerro del Palenque de Purísima del Rincón Gto (Decretada Área Natural Protegida desde el 2012). Se evaluará la actividad de los extractos de muérdago para la inhibición del desarrollo in vitro de diferentes Fitopatógenos tales como *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium* spp y *Curvularia* spp. que son considerados de importancia y causantes de pérdidas económicas en diferentes cultivos, tanto de la región como a nivel nacional.

Las plantas han sido utilizadas desde la antigüedad debido a su gran riqueza metabólica. Siendo la industria farmacéutica ampliamente favorecida por la obtención de diversos compuestos provenientes de plantas. Entre ellos compuestos con actividad antimicrobiana y antifúngica. *Pssithacantus calyculatus* (Pc), es una planta hemiparásita mejor conocida en las regiones rurales como injerto o muérdago mexicano, es considerada por muchos como una molesta plaga debido a que termina secando los árboles que parásita. No obstante, ha sido utilizado en la medicina tradicional mexicana como remedio para prevenir infecciones cutáneas [1].

## II. MARCO TEÓRICO

Fitopatógenos.

Son hongos y bacterias que atacan antes, durante y después de la cosecha. Los fitopatógenos son un gran problema para la siembra de hortalizas, pues implican un aumento en los costos de producción para controlarlos y pérdidas económicas y biológicas.

Un mismo hongo fitopatógeno puede infectar a varios tipos de planta, aunque sean de diferentes especies. Por lo general, el hongo pasa la mayor parte de su ciclo de vida como parásito en la planta que le sirve de huésped y el resto como saprofito en los residuos vegetales que quedan en el suelo. Es común que el fitopatógeno se reproduzca en la superficie de la planta huésped, o muy cerca de ella, y se disuelva fácilmente como espora. Hay dos clases de ataques: el local, que se desarrolla sólo en una parte de la planta; y el general, que la daña por completo. Un ataque local se puede desencadenar en uno general.

Los principales daños por fitopatógenos son la necrosis; es decir, la muerte del tejido que infectan; la atrofia de toda o parte de la planta, y la hipertrofia, que es cuando la planta crece de más. También es común que se infecten la raíz, el sistema vascular de la planta, y la generación de un tono amarillo y marchitez [2].

*Fusarium* spp.

*Fusarium* es un género cosmopolita de hongos ascomicetos filamentosos (Sordariomycetes: Hypocreales: Nectriaceae) que incluye muchos patógenos vegetales productores de toxinas de importancia agrícola. En conjunto, las enfermedades por *Fusarium* incluyen marchiteces, tizones, pudriciones y canchales de muchos cultivos hortícolas, de campo, ornamentales y forestales en ecosistemas agrícolas y naturales. *Fusarium* también produce

una variedad diversa de metabolitos secundarios tóxicos (micotoxinas), como tricotecenos y fumonisinas que pueden contaminar productos agrícolas, haciéndolos inadecuados para alimentos o piensos.

Algunas especies de *Fusarium* producen esporas meióticas (sexuales) y hasta tres tipos de esporas mitóticas (asexuales). Sin embargo, se sabe que todas las especies producen tipos de esporas altas, y menos del 20% de *Fusarium* tiene un ciclo sexual conocido. Como fitopatógenos, *Fusarium* emplea una amplia gama de estrategias de infección. La mayoría puede clasificarse libremente como hemibiotrofos, porque la infección inicialmente se asemeja a la de un patógeno que depende de un huésped vivo (biotrófico), pero eventualmente pasa [3].

*Curvularia* spp.

*Curvularia* es un amplio género de hongos dematiáceos que incluye varias decenas de especies, asociadas principalmente a gramíneas y suelo. La especie tipo, *Curvularia*, se caracteriza por conidióforos simpodiales, fuertemente melanizados, con células conidiógenas provistas de poros (“héticas”) y conidios curvos, septados transversalmente y con una célula intermedia hinchada de manera asimétrica. Se caracteriza por sus colonias oscuras, de crecimiento rápido, generalmente con abundante micelio aéreo, conidióforos geniculados y conidios subcilíndricos, café, con tres septos y extremos redondeados, más pálidos que las células intermedias, 20-40 × 9-14 µm. Este hongo se encuentra en el ambiente en material vegetal, especialmente pastos, restos vegetales y suelo, y es un patógeno oportunista relativamente frecuente, asociado a sinusitis alérgica o invasora, abscesos cerebrales, queratitis e infecciones cutáneas y pulmonares.[4]

*Colletotrichum gloeosporioides*.

El hongo *C. gloeosporioides* es uno de los géneros patógenos de plantas más importantes y de mayor distribución en el mundo ya que ataca especialmente cultivos de regiones tropicales y subtropicales. La sintomatología se presenta en las hojas, pecíolos y/o tallos. Inicialmente las hojas afectadas presentan puntos rojizos, las lesiones crecen en forma irregular y se unen entre sí ocasionando necrosis total de la hoja. En cuanto a las condiciones predisponentes, tenemos que la enfermedad se ve favorecida durante los periodos de invierno por lluvias intensas y fuertes con alta humedad relativa, ocasionando en muy poco tiempo brotes epidémicos severos que comprometen casi toda la planta en desarrollo [5].

### III. METODOLOGÍA

#### Obtención de extractos

Se realizó una separación de hojas, tallos y flores de las muestras del muérdago tomadas del palenque, se realizó el pesado de cada una de las secciones y después se lavaron por separado hojas, tallos y flores en una solución de agua con cloro al 5%. Posteriormente se llevó a cabo un proceso de secado a temperatura de 60 °C hasta humedad constante. Una vez seca las muestras fueron trituradas hasta tener un polvo fino por último se usó un tamiz 0.25mm para obtener una mayor superficie de contacto de la muestra. Para la obtención de extractos se realizó un lavado con metano-agua y un segundo lavado con acetona-agua. Posteriormente los extractos se mezclaron y los solventes fueron eliminados con ayuda de un rotavapor a 60°C durante 2 horas.

#### Evaluación de la actividad antifúngica

Por cada uno de los diferentes extractos se utilizaron 3 tratamientos con diferentes concentraciones de extracto. Los extractos fueron mezclados con medio PDA de la siguiente manera; T1 se mezclaron 1mL de extracto/ 14 mL de PDA, para T2 se mezclaron 2mL de extracto/ 12mL de PDA y para la T3 se mezcló 5mL de extracto/ 10mL de PDA. Después de que el agar se solidificó, se tomaron discos de 4 mm de diámetro de un medio sólido (PDA) conteniendo crecimiento del fitopatógeno (Figura 3). Todos los tratamientos se incubaron a 26 oC, hasta que las cajas Petri testigo (sin adición de extracto) ocuparon el 100% de crecimiento.



Cada tratamiento se realizó por triplicado. Las evaluaciones in vitro a realizar fueron: crecimiento micelial, porcentaje de inhibición del crecimiento micelial, esporulación final y germinación.

#### IV. RESULTADOS

##### Porcentaje de inhibición del crecimiento micelial (%ICM)

Se tomaron medidas del crecimiento radial de todas las muestras tres días, hasta que la caja control abarco los bordes de la caja de Petri. Se recaudaron todas las mediciones de cada uno de los testigos y de cada uno de los tratamientos, se calcularon los promedios de estas mediciones, así mismo la desviación estándar de estas y el índice de crecimiento micelial (ICM) el cual se observa gráficamente en la (Figura 1). Los resultados del %ICM se muestran en la Tabla 1.

Figura 1. Crecimiento micelial de los tratamientos en milímetros con respecto al día de incubación. A) *C. gloeosporioides*. B) *Fusarium spp.* y C) *Curvularia spp.*

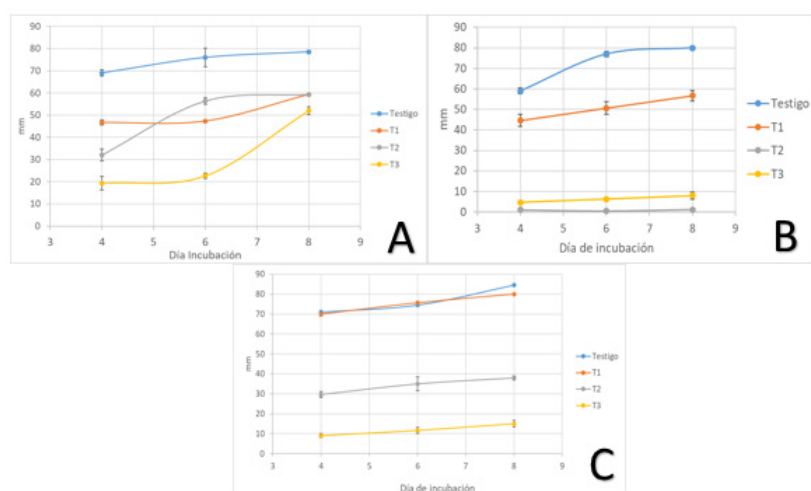


Tabla 1. Porcentaje de inhibición del crecimiento micelial (%ICM) de *Colletotrichum*, *Fusarium* y *Curvularia* en cada uno de los testigos y en cada tratamiento de acuerdo al día de medición

Tratamiento	<i>Colletotrichum</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Curvularia</i>
T1	25.73 ± 0.77	30.70 ± 3.31	5.59 ± 0.00
T2	26.62 ± 0.77	64.91 ± 1.52	57.76 ± 1.24
T3	35.57 ± 2.32	94.74 ± 2.28	86.34 ± 2.15

Nota: Promedio ± desviación estándar, n=3

Como se observa en las gráficas de la Figura 1 los resultados muestran que el tratamiento con más acción inhibitoria es el tratamiento T3, esto para los fitopatógenos diferentes de *C. gloeosporioides* y *Curvularia spp.* en *Fusarium spp.* el tratamiento con más actividad inhibitoria fue el T2. También se tiene como resultado que el tratamiento T1 en *Curvularia spp.* no tuvo gran diferencia en el crecimiento micelial comparado con el control lo que nos dice que para este fitopatógeno la actividad inhibitoria del extracto de muérdago a la concentración 1:14 es menor que en la de los otros a esta misma concentración

Esporulación final

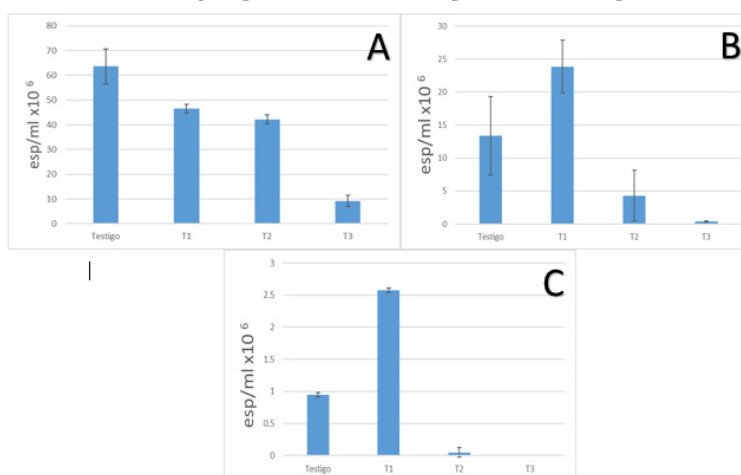
Se observa de manera gráfica el número de espores de cada tratamiento para cada uno de los fitopatógenos y como resultados tenemos que para *C. gloeosporioides* el número de esporas/ mL disminuye conforme al aumento de concentración de extracto de muérdago lo que nos dice es que la actividad inhibidora en este del extracto en este fitopatógeno aumenta con forme aumenta la concentración de este. Mientras tanto para *Fusarium sp.* y *Curvularia sp.* se presenta un comportamiento similar en ambos fitopatógenos pues en el tratamiento T1 en ambos, el número de esporas es mayor a las presentes en el control y para los tratamientos T2 y T3 el número de esporas disminuye considerablemente, tal que *Curvularia sp.* en el tratamiento T3 no hay esporas presentes. Lo cual nos dice que esa concentración la actividad inhibidora es muy buena, la disminución considerable de esporas del tratamiento T1 al tratamiento T2 puede ser debido al estrés que genera el extracto del muérdago, pero no es el suficiente como para inhibir los fitopatógenos hasta que en el T2 la concentración de extracto aumenta y da pie a la inhibición.

#### Porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación fue nulo en todos los ensayos de los tratamientos excepto en un ensayo del tratamiento T3. Para *C. gloeosporioides* y *Fusarium sp.*; *Fusarium sp.* muestra un porcentaje de germinación del 14% en dicho ensayo y *C. gloeosporioides* un 2%. Para *Curvularia sp.* no se muestran resultados de germinación debido al limitante tiempo, pues no se fue suficiente para realizar este conteo, así mismo los análisis estadísticos, t de student y el ANOVA no son presentados por esta misma razón pues aún se encuentran procesando.

## V. CONCLUSIONES

Figura 2. Número de esporas presentes en cada uno de los testigos y tratamientos de los tres fitopatógenos.  
A) *C. gloeosporioides*. B) *Fusarium sp.* C) *Curvularia Sp*



El resultado de este trabajo reveló claramente que *Psittacanthus calyculatus* recolectado de árboles de mezquite del palenque tiene la capacidad de inhibir fitopatógenos como *C. gloeosporioides*, *Fusarium sp.* y *Curvularia sp.* de manera efectiva, exhibiendo que su actividad antifúngica y es muy prometedora para su uso como agente antimicrobiano.

Este trabajo apoya aún más los usos de *Psittacanthus calyculatus* como funguicida en algunos cultivos donde se encuentren los fitopatógenos mencionados anteriormente u algunas otras especies que presenten características y comportamientos similares a estos. Esta recomendación se hace basada principalmente en los datos obtenidos puesto que la función inhibidora es muy notoria desde el momento en que los ensayos presentan inhibición del

crecimiento micelial considerablemente menores a los del testigo además que esto es reflejado en el %ICM con algunos tratamientos, principalmente los tratamientos T2 y T3 donde con este ultimo la inhibición micelial es mayor al 90%, además de presentar en promedio un porcentaje de germinación igual o menor al 5%.

## VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento, al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, al Dr. Luis Ángel Xoca Orozco y a los organizadores del verano de la Ciencia Región Centro por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

## REFERENCIAS

- [1] J. M. Ortega-Cervantes, V. Lopez-Ramirez, R.M. Adame- Alvarez, et al., “actividad antimicrobiana de extractos de hoja de muérdago *Pssithacantus calyculatus*”, jóvenes en la ciencia, Vol.1, No.3, pp 26. Disponible en <http://repositorio.ugto.mx/bitstream/20.500.12059/3116/1/Actividad%20antimicrobiana%20de%20extractos%20de%20hoja%20de%20mu%c3%a9rdago%20Pssithacantus%20calyculatus.pdf> [consultado en 2021].
- [2] Seminis. (02 de Diciembre de 2015). Disponible en <https://www.seminis.mx/blog-que-son-los-fitopatogenos/>
- [3] Li-Jun Ma, David M. Geiser, Robert H. Proctor, et al. “Fusarium Pathogenomics”, Further Annual Review of Microbiology, Vol 67, pp.1 disponible en <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-micro-092412-155650>
- [4] Madrid Hugo, Cárcamo Carolina y Tapia Cecilia “*Curvularia spicifera*”, Rev Chilena Infectol 2019; Vol. 36 no.5 pp. 646-647 Centro de Genómica y Bioinformática, Facultad de Ciencias, Universidad Mayor. Disponible en [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0716-10182019000500646&lng=es&nrm=iso](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182019000500646&lng=es&nrm=iso)
- [5] Pérez-Castro, L. M; Saquero M. J; Beltrán-Herrera; J. D., “Caracterización morfológica y patogénica de *Colletotrichum* sp. como agente causal de la antracnosis en ñame *Dioscorea* sp.” Revista Colombiana de Biotecnología, vol. V, núm. 1, Julio, 2003, pp. 24-35 Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Colombia disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/776/77650104.pdf>

# ANÁLISIS POR DOCKING MOLECULAR DE TRITERPENOS DE LA FAMILIA PASSIFLORACEA SOBRE LAS ENZIMAS ACE Y AT<sub>1</sub> HUMANAS.

María Fernanda Guerrero Aguilar

*Universidad Autónoma de Aguascalientes Avenida Universidad # 940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.  
mafer.guerrero.hawaii4@gmail.com*

Felipe Guadalupe Carrillo Landell

*Instituto Tecnológico Superior de Irapuato Irapuato-Silao km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.  
felipe.cl@irapuato.tecnm.mx*

Resumen — Los objetivos de este estudio se enfocaron en el análisis in silico de metabolitos secundarios del Maracuyá (*Passiflora edulis*) mediante análisis de acoplamiento (docking) molecular para evaluar su papel como reguladores de la Enzima Convertidora de Angiotensina (ACE, de sus siglas en inglés) y de su Receptor (AT<sub>1</sub>, de sus siglas en inglés), y así comprobar su posible inhibición mediante la unión a su sitio activo. Este análisis se basa en la literatura que hace referencia al uso de extractos de las hojas y del jugo del fruto de *Passiflora edulis*, mostrando efectividad en la disminución de la presión arterial en ensayos clínicos con pacientes en tratamiento con fármacos inhibidores de la ACE, así como en estudios preclínicos.

Palabras clave — *Passiflora edulis* (Maracuyá), Inhibición de ACE, Docking, HAS (Hipertensión Arterial Sistémica)

Keywords — *Passiflora edulis* (Passion fruit), ACE inhibition, Docking. AHT

Abstract — The objectives of this study focused on the in silico analysis of secondary metabolites of Passion Fruit (*Passiflora edulis*) by molecular docking analysis to evaluate their role as regulators of Angiotensin Converting Enzyme (ACE) and its Receptor (AT<sub>1</sub>), and thus verify their possible inhibition by binding to their active site. This analysis is based on the literature that refers to the use of extracts of the leaves and juice of the fruit of *Passiflora edulis*, showing effectiveness in lowering blood pressure in clinical trials with patients under treatment with ACE inhibitor drugs, as well as in preclinical studies.

## I. INTRODUCCIÓN

La hipertensión arterial sistémica (HAS) es el factor de riesgo cardiovascular con mayor prevalencia en el mundo, afectando más de 1,130 millones de personas según la OMS. La prevalencia aumenta con la edad, y se prevé que en el año 2025 la HAS afectará a más millones de personas [1]. La HAS es uno de los principales factores de riesgo y de las primeras causas de mortalidad en el mundo, ya que puede producir daños cardíacos, considerándose así una enfermedad sistémica [2]. Dentro de los regímenes antihipertensivos, los inhibidores del sistema renina-angiotensina-aldosterona (RAS) tienen un papel prominente en el tratamiento de la hipertensión y de la enfermedad cardiovascular. Dentro de las opciones terapéuticas hay tres clases de inhibidores del RAS, la clase inhibidora de la ACE es de mayor relevancia para este estudio, puesto que inhiben la conversión de Angiotensina I (AngI) a Angiotensina II (AngII) reduciéndose la resistencia vascular sistémica y la presión arterial media diastólica y sistólica en los diversos estados hipertensivos [3].

Investigaciones realizadas demuestran que el uso de extracto de las hojas de *Passiflora edulis* es una buena fuente terapéutica ya que presenta una gran cantidad de componentes químicos [4]. La especie de maracuyá es fuente útil de nuevas moléculas biológicas que pueden ser potentes fitofármacos en el futuro [5]. Los cuatro componentes que pueden ser de importancia son  $\alpha$ -Sitostenona, Isoorientina, Piceatannol y Scirpusina B [4], otra sustancia que también es relevante es el Resveratrol que se encuentra en la uva y el cacahuete [6], con ellos se busca identificar el posible efecto que tendrían estos ligandos en los sitios activos de ACE y el receptor AT1.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Programas y adquisición de cristales y ligandos de bases de datos

Se obtuvieron cristales de la ACE y del receptor AT1 mediante la plataforma RCSB PDB (Protein Data Bank) (<https://www.rcsb.org/>) en formato PDB. Las estructuras de los ligandos se obtuvieron en PubChem Compound Database (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>). El arreglo molecular y geométrico de las macromoléculas fue mediante el software Chimera V. 1.15, en el cual se limpió la proteína referenciada mediante su ID registrado en una base de datos estandarizada y posteriormente se eliminaron todos aquellos átomos ajenos a las moléculas a estudiar. Las estructuras optimizadas de los ligandos fueron convertidas en formato (MOL2) mediante el software Avogadro V1.2.0, donde se modificaron los estados de protonación de la molécula y se convirtió a un modelo tridimensional con el formato MMFF94, para así comenzar el proceso de separación de átomos de la molécula hasta llegar a una derivada de energía mínima (0.0001 kJ/mol).

### B. Selección de objetivos moleculares

Las macromoléculas empleadas fueron las siguientes: Enzima Convertidora de Angiotensina (ACE) (ID: 1O8A) y el Receptor de Angiotensina 1 (AT1) (ID: 4ZUD). Los ligandos empleados fueron: Isoorientina (CID 114776),  $\beta$ -Sitostenona (CID 60123241), Piceatannol (CID 667639), Resveratrol (CID 445154), Scirpusina B (CID 5458999).

### C. Docking molecular

El docking se realizó mediante el software AutoDock Tools V1.5.6. Los pasos a seguir consistieron primero, en la edición de la macromolécula, a la que se le adicionaron hidrógenos polares, se fusionaron los hidrógenos no polares (MergeNonPolar), y se agregaron las cargas de Kollman; posteriormente, se guardó el archivo en formato PDB. Del mismo modo los ligandos se editaron agregando hidrógenos, cambiando y calculando las cargas de Gasteiger, se fusionaron los hidrógenos no polares para finalmente guardar el archivo con extensión PDBQT. Ya teniendo los componentes completos se realizó la interacción que consistió en seleccionar la caja que se encuentra en la zona del sitio activo de ambas macromoléculas, identificando así la mejor zona de interacción. Después se guardó la configuración de la caja con el espacio de acoplamiento en formato GPF. Una vez identificada la

zona de acoplamiento, se ejecutó el docking en la aplicación AutoDock, lo cual generó los resultados del docking en formato DLG y finalmente se procedió al análisis. Una vez identificadas las conformaciones óptimas para cada acoplamiento de las macromoléculas con los distintos ligandos empleados, se procedió a guardar y registrar cada una de ellas en un archivo con formato PDBQT.

#### D. Generación de imágenes 2D

Para la generación de las imágenes de dichas conformaciones en 2D se utilizó el software Babel 2.3.1, empleado para la conversión de los archivos en formato PDBQT a PDB, el cual permite obtener el diagrama en la aplicación Online Protein Plus en formato PNG.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Análisis por docking molecular de metabolitos secundarios de la familia Passifloraceae sobre las macromoléculas ACE y AT1 humanas.

Macro-molécula	Ligando	RMSD de referencia	Energía de unión (kcal/mol)	Constante de inhibición (KI) (μM)	No. Puentes de hidrógeno	Aminoácidos involucrados en la interacción
Enzima Convertidora de Angiotensina (ACE) <sup>▼</sup>	Isoorientina <sup>1</sup>	71.03	-6.24	26.85	5	HIS383, TYR523, RG402, TYR394, GLU411
		71.05	-6.21	27.92	5	HIS383, TYR523, ARG402, TYR394, GLU411
		71.21	-5.61	77.42	4	HIS383, ALA354, TYR523, ARG402
	β-Sitostenona <sup>2</sup>	56.64	-9.13	0.20264	ND	ND
		55.14	-8.21	0.95647	ND	ND
		60.65	-9.13	0.20408	ND	ND
	* β-Sitostenona <sup>2</sup>	* 63.35	-8.94	0.27926	2	HIS353, HIS513
	Piceatannol <sup>3</sup>	73.71	-6.99	7.52	7	ASN70, ASN70, GLU384, HIS383, GLU411, HIS387, ARG522
		73.82	-6.89	8.87	7	ASN70, ASN70, GLU411, HIS383, GLU384, HIS387, ARG522
		73.76	-6.64	13.47	5	ASN70, GLU411, GLU384, ARG522, HIS387
	Resveratrol <sup>4</sup>	70.40	-6.90	8.7	5	ALA354, ASP358, HIS383, TYR523, HIS387
		70.46	-6.87	9.24	4	ALA354, TYR523, HIS383, HIS387
		70.37	-6.85	9.5	6	ALA354, ASP358, HIS383, GLU411, TYR523, HIS387
	Scirpusina B <sup>5</sup>	65.77	-7.61	2.64	4	GLU411, HIS383, TYR523, GLU384
		66.47	-6.98	7.62	3	HIS383, HIS387, TYR520
65.46		-6.96	7.94	5	GLU376, HIS513, HIS353, ASN277, ASP415	
Receptor AT1 <sup>§</sup>	Isoorientina <sup>1</sup>	77.43	-5.94	44.10	4	TYR35, TYR92, THR88, ARG167
		77.33	-5.79	56.87	4	TYR35, PRO19, PRO19, TYR35
		77.76	-5.26	140.38	2	PRO19, ALA21
	β-Sitostenona <sup>2</sup>	76.60	-10.24	0.03105	ND	ND
		76.36	-9.97	0.04906	ND	ND
		76.26	-9.57	0.09611	ND	ND
	∞ β-Sitostenona <sup>2</sup>	∞ 75.49	-8.53	0.56283	1	THR88
	Piceatannol <sup>3</sup>	74.19	-6.57	15.34	3	GLY203, GLY196, GLY196
		74.13	-6.55	15.94	3	GLY196, GLY196, LY203
		74.26	-6.41	20.17	1	GLY203
	Resveratrol <sup>4</sup>	70.56	-6.37	21.48	2	GLY196, THR260
		70.51	-6.18	29.28	2	GLY196, THR260
		70.01	-6.03	37.99	2	GLY196, THR260
	Scirpusina B <sup>5</sup>	74.53	-9.23	0.17244	7	TYR35, ALA21, ARG167, PHE182, TYR35, TYR92, ALA21
		74.49	-9.17	0.19055	7	TYR35, ALA21, ARG167, PHE182, TYR35, TYR92, ALA21
74.44		-9.04	0.23674	6	TYR35, ALA21, ARG167, PHE182, TYR35, ALA21	

Todas las macromoléculas se minimizaron para mejorar sus métricas, si las métricas no mejoraron entonces se trabajó con el cristal original.



Se realizaron 10 conformaciones de interacción para cada ligando, sin embargo, sólo se muestran las tres mejores. ND; No determinado.

¥ <https://www.rcsb.org/structure/1O8A>

§ <https://www.rcsb.org/structure/4ZUD>

\* La conformación 7 es la octava mejor conformación, presenta puentes de hidrógeno y tiene representación gráfica. ∞ La conformación 5 es la octava mejor conformación, presenta puentes de hidrógeno y tiene representación gráfica.

1 <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/114776>

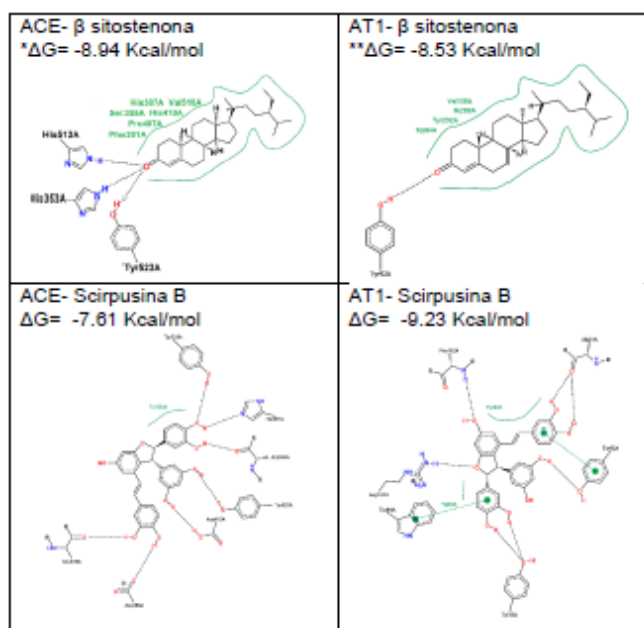
2 <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/60123241>

3 <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/667639>

4 <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/445154>

5 <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5458999>

Tabla 2. Representación esquemática 2D de las interacciones ligando-macromolécula de las mejores conformaciones del docking molecular (ver Tabla1), empleando la aplicación Online Protein Plus.



\* La conformación 7, es la octava mejor, tiene una energía de unión de  $\Delta G = -8.94$  Kcal/mol, entre otros factores, lo cual favorece la representación gráfica.

\*\* La conformación 5, es la octava mejor, tiene una energía de unión de  $\Delta G = -8.53$  Kcal/mol, entre otros factores, lo cual favorece la representación gráfica.

Se muestra la mejor conformación de acuerdo al ranking del archivo DLG para cada interacción.

En la Tabla 1, se describen los resultados del análisis por docking molecular entre los metabolitos mencionados de la familia Passifloraceae sobre la enzima ACE y el receptor AT1 humanas. Para la interpretación de dichos valores se tomaron en cuenta los resultados de RMSD (Root Mean Square Deviation), la cual representa la distancia promedio entre los átomos de las moléculas superpuestas, la constante de inhibición ( $K_i$ ), que representa la afinidad de la interacción entre los ligandos y la macromolécula (ACE y AT1), y la energía de unión expresada en Kcal/mol. A su vez, se mencionan las diferentes conformaciones a las cuales las moléculas mostraron mejor interacción, así como los puentes de hidrógeno con los aminoácidos. Para fines del análisis mediante docking de

las moléculas mencionadas, se tomaron en cuenta los mejores resultados para cada uno de los ligandos (Isoorientina,  $\beta$ -Sitostenona, Piceatannol, Resveratrol y Scirpusina B).

De acuerdo con dicho análisis, se pudo concluir que el metabolito que mostró tener mayor interacción con la enzima convertidora de angiotensina (ACE) fue la  $\beta$ -Sitostenona en su conformación 7 y en su conformación 5 con AT1, lo cual se traduce en una mayor actividad inhibitoria para las funciones vasoconstrictoras de la enzima, según los valores de energía de unión (-8.94 y -8.53 Kcal/mol, respectivamente) y su constante de inhibición (279.26 y 562.83 nM, respectivamente). Para ambas macromoléculas, éste ligando fue el único que inhibió a ambas moléculas a un valor o nivel nanomolar, a diferencia de los restantes ligandos, los cuales mostraron valores a nivel micromolar. Esta interacción demuestra un gran potencial en el metabolito  $\beta$ -Sitostenona para fungir como posible ligando diana en el control o tratamiento de la HAS.

En cuanto a la Tabla 2, se muestran primeramente las imágenes en 2D de las interacciones de la ACE y el AT1 con el ligando  $\beta$ -Sitostenona, en donde se tomaron las conformaciones 7 y 5 respectivamente, donde claramente se pueden apreciar las interacciones formadas ya sea mediante puentes de hidrógeno con los aminoácidos HIS353 y HIS513 para el primer caso y con THR88 para el segundo caso. Del mismo modo se puede apreciar que están presentes otros tipos de interacciones, lo cual hace referencia al contorno color verde en las imágenes. En el caso del ligando Scirpusina B, éste presentó mayor interacción de puentes de hidrógenos y gráficamente se demuestra en la Tabla 2 en donde se aprecia una estructura más compleja.

Estudios recientes describen que al realizar un acoplamiento molecular de la ACE (Cristal obtenido de la plataforma RCSB PDB con ID 1O8A) con la proteína LSGYGP (obtenida de la piel de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) se generaron enlaces con los aminoácidos TYR523 y HIS383 [7], lo cual al compararlo con los resultados obtenidos descritos en la Tabla 1, se puede apreciar que ligandos como la Isoorientina y el Resveratrol en sus tres mejores conformaciones y la Scirpusina B en su primera mejor conformación presentaron enlaces con el mismo aminoácido mencionado anteriormente (TYR523). Del mismo modo se identificó que nuevamente la Isoorientina y el Resveratrol presentaron enlaces en las tres mejores conformaciones con el aminoácido HIS383, mientras que el Piceatannol y la Scirpusina B los presentaron únicamente en las primeras dos mejores conformaciones también con este aminoácido. Proporcionando así un mejor panorama y verificación de que el uso de estos ligandos provenientes de *Passiflora edulis* puedan ser utilizados en estudios posteriores.

Tomando nuevamente en cuenta los aminoácidos mencionados en la Tabla 1, se puede apreciar que la mayoría de éstos interactúan de la misma forma con otros tipos de ligandos, como con proteínas de la leche, tal como se describe en ciertas investigaciones en donde se mencionan varios péptidos de la leche que interactúan con la ACE. Los aminoácidos involucrados en algunos de estas interacciones fueron: TYR523, TYR520, HIS513, HIS383 y GLU384 [8].

Igualmente, para la macromolécula AT1 al comparar los aminoácidos involucrados en la interacción con los propuestos en ciertos trabajos de investigación, se puede apreciar que uno de los más importantes fue TYR35 [9], el cual al observar la Tabla 1, éste participa en la interacción con la Isoorientina en las dos primeras mejores conformaciones y en las tres primeras de la Scirpusina B, lo cual también está representado en la Tabla 2, ya que la interacción de ésta macromolécula con dicho ligando fue considerada como una de las mejores.

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El ligando  $\beta$ -Sitostenona fue el que presentó los mejores resultados en el acoplamiento, tanto para la primera macromolécula (ACE), como para la segunda (AT1), convirtiéndose en un objetivo de estudio para futuros posibles tratamientos contra la HAS.

En cuanto al acoplamiento entre el ligando Scirpusina B con el receptor AT1, también se obtuvieron buenos

resultados, por lo que este metabolito también se puede considerar posible candidato para estudios posteriores en tratamientos contra la HAS.

#### V. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento a la Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes y al comité de Verano de la Ciencia de la Región Centro por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano, así como al CONACYT y al Dr. Felipe Guadalupe Carrillo Landell y la Dra. Dora Alicia Álvarez Medina por su dedicación a la investigación y la accesibilidad que mostraron para la realización de este proyecto.

#### REFERENCIAS

1. Organización Mundial de la Salud (OMS). Hipertensión. Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/hypertension> [consultado en 2021]
2. G. Saturno, Cardiología, Ed. Manual Moderno. Ciudad de México, 2017.
3. B. Laurence, G & G: Las bases farmacológicas de la terapéutica, Ed. McGraw-Hill SA de CV. Ciudad de México, 2018.
4. X. He, F. Luan, Y. Yang, et al., “Passiflora edulis: An Insight Into Current Researches on Phytochemistry and Pharmacology”. *Frontiers in Pharmacology*. Vol. 11. Disponible en doi: 10.3389/fphar.2020.00617 [consultado en 2021]
5. K. Dhawan, S. Dhawan, & A. Sharma., “Passiflora: a review update”. *Journal of Ethnopharmacology*, Vol 94, pp 1–23. Disponible en doi:10.1016/j.jep.2004.02.023 [consultado en 2021]
6. T. H. Sanders, R. W. McMichael, & K. W. Hendrix., “Occurrence of Resveratrol in Edible Peanuts”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Vol. 48, pp 1243–1246. Disponible en doi:10.1021/jf990737b [Consultado en 2021] LO de resveratrol
7. J. Chen, B. Ryu, Y. Y. Zhang, et al., “Comparison of an angiotensin I converting enzyme inhibitory peptide from tilapia (*Oreochromis niloticus*) with captopril: Inhibition kinetics, in vivo effect, simulated gastrointestinal digestion and a molecular docking study.” *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Disponible en wileyonlinelibrary.com DOI 10.1002/jsfa.10041 [consultado en 2021].
8. R. Vukic, D. V. Vukic, S. D. Milanovic, et al., “In silico identification of milk antihypertensive di- and tripeptides involved in angiotensin I–converting enzyme inhibitory activity”. *Nutrition Research*, Vol. 46, pp 22–30. Disponible en doi:10.1016/j.nutres.2017.07.009 [consultado en 2021]
9. B. Aksoydan, I. Kantarcioglu, I. Erol, et al., “Structure-based design of hERG-neutral antihypertensive oxazalone and imidazolone derivatives”. *Journal of Molecular Graphics and Modelling*, Vol. 79, pp 103–117. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jmgm.2017.10.011> [consultado en 2021]

23o Verano de la Ciencia de la Región Centro. junio-agosto 2021

## ESTRATEGIAS ACTUALES DE COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS SALUDABLES

María Lorena Salas Mendoza

Instituto Tecnológico Superior de Irapuato Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, C. P. 36821 Irapuato, Gto.  
*LIS18110411@irapuato.tecnm.mx*

María Rico Martínez

Instituto Tecnológico Superior de Abasolo Cuitzeo de 401 Cuitzeo de los Naranjos, C. P. 36976, Los Naranjos, Abasolo, Gto.  
*maria.rico@tecabasolo.edu.mx*

Resumen – Cada vez se observa más la compraventa por redes sociales, ya que las empresas o emprendedores han observado que es una buena propuesta para vender sus productos; hoy en día en el mercado se han incorporado diversos productos saludables para que las personas las consuman en su día a día, y de esa manera tengan una mejor alimentación. Los vendedores deben estar conscientes de los métodos que deben tener para tener una buena venta, teniendo buena comunicación con los consumidores para proporcionarles lo que buscan de acuerdo con el perfil del consumidor. A partir de una recopilación de datos y cuantificación se conocen algunos factores para tener mejores estrategias de venta como la edad del consumidor o el motivo por el que compra ese producto.

Palabras clave – Redes sociales, estrategias, alimentos saludables

Abstract – More and more buying and selling through social networks is observed, since companies or entrepreneurs have observed that it is a good proposal to sell their products; Today in the market various healthy products have been incorporated so that people consume them in their day-to-day lives, and thus have a better diet. Sellers must be aware of the methods they must have to have a good sale, having good communication with consumers to provide them with what they are looking for according to the consumer's profile. From a data collection and quantification, some factors are known to have better sales strategies such as the age of the consumer or the reason why they buy that product.

Keywords – Social networks, strategies, healthy food

## I. INTRODUCCIÓN

En México se han registrado 80.6 millones de usuarios de Internet en el 2019, representando el 70.1% de la población de seis años o más [9], esto nos indica que el internet a tenido un gran impacto en las actividades de los mexicanos; las redes sociales son alguna de las causas que provoca que más personas estén conectadas al internet, esto se debe a que se utilizan para la comunicación de información, actualmente el entorno corporativo a utilizado esta fuente para la comercialización, publicidad y promoción [6], así como también creando más negocios. En la actualidad, los consumidores han utilizado las redes sociales para compartir crear modificar y comentar lo que publican los usuarios, provocando un impacto en la compra y reputación de empresas, ventas, productos, entre otros [6]. Últimamente, se ha mostrado un incremento en las ventas en redes sociales, donde podemos encontrar diversos productos y/o servicios, entre ellos productos saludables como harinas, bebidas, snacks y demás, de esta manera puede ser más demandante el consumo de alimentos saludables, ya que se puede consultar con el vendedor o personas que lo han consumido para saber si vale la pena comprar los alimentos, teniendo en cuenta si es un buen servicio de venta que tienen, precios, sabores, calidad y valores nutricionales [2].

La sana alimentación es un factor indispensable en la vida del ser humano, ya que al tener una buena alimentación podemos evitar enfermedades y estar más sanos; hoy en día en el mercado se han incorporado diversos productos saludables para que las personas las consuman en su día a día, y de esa manera obtengan resultados más eficientes.

Es importante tener una alimentación de acuerdo con nuestras condiciones físicas y médicas, consultando a nutriólogos, para tener un mejor beneficio de lo que consumimos [2]. En los últimos años, se han realizado productos para personas que tienen problemas con el consumo de lactosa, gluten, grasas y azúcares, para que no limiten su alimentación y puedan comer más a gusto sus antojos, así como también productos para personas que realizan deportes o cuidan su belleza.

Tanto el deporte como la belleza son factores que influyen de manera positiva en la salud, ya que el cuidado de la piel y del físico nos brindan efectos positivos en nuestra salud, donde podemos prevenir o tratar enfermedades cardíacas, respiratorias, metabólicas, cutáneas, entre otras [10]; también nos puede ayudar en tener una vida óptima.

Por lo tanto, en este trabajo se conocerán las formas en que se comercializan los productos alimenticios saludables para que las personas tengan una mejor vida sin problemas de nutrición o enfermedades.

## II. MARCO TEÓRICO

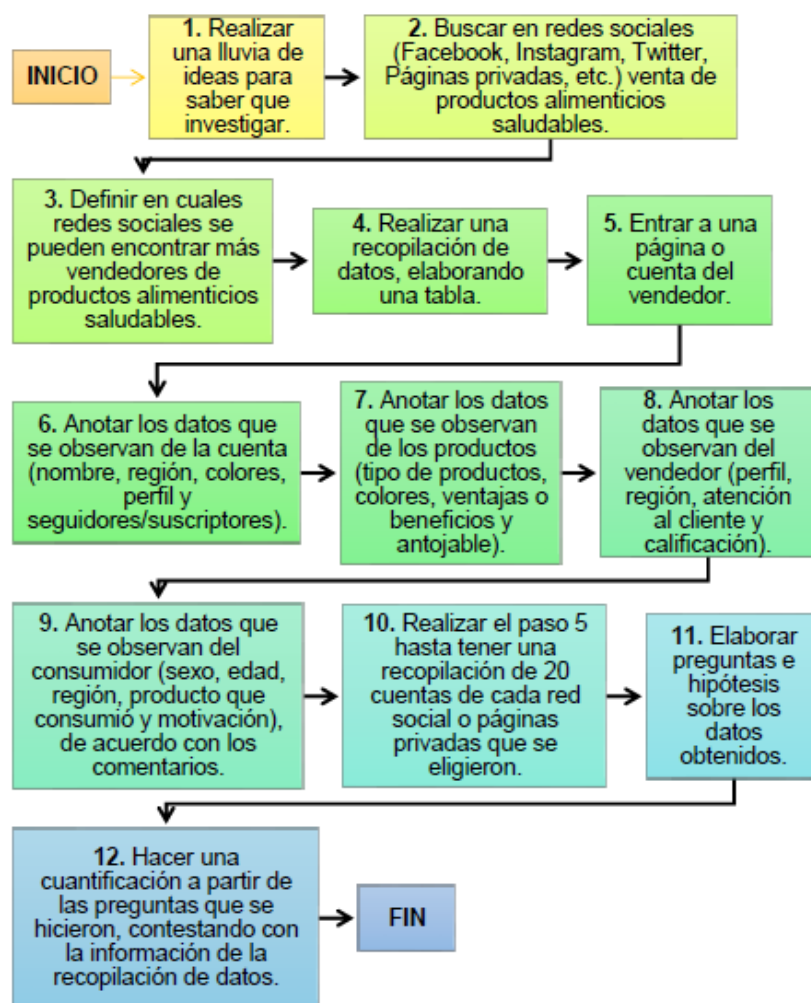
Las redes sociales han tenido un papel importante en la comunicación entre las empresas y su público por medio de Facebook, YouTube, etc. Las redes sociales se utilizan de diversas formas por parte de las empresas como programas de satisfacción del cliente, mercadotecnia, ventas en la red y muchas otras aplicaciones de negocios [4]. El emprendimiento es la acción de crear un negocio o negocios, al mismo tiempo que lo construyes y escalas para generar ganancias. El emprendimiento también involucra el transformar al mundo resolviendo grandes problemas, como iniciar un cambio social, crear un producto innovador o presentar una nueva solución que le cambie la vida a un grupo de personas [7]. Por ello es por lo que últimamente se han observado que los emprendedores son quienes más realizan ventas en las redes sociales, ya que las redes sociales se han convertido en un canal perfecto para que pequeños y medianos empresarios se den a conocer.

Cada vez se han realizado investigaciones sobre los alimentos, dada la alta incidencia de enfermedades crónicas y cáncer, y el reconocimiento de que la dieta, como parte de un estilo de vida saludable, tiene un papel importante en la prevención y cura de enfermedades. A partir de que los consumidores adquieren productos procesados más “saludables”, en el mercado se venden más alimentos procesados con supuestos beneficios [8].

Actualmente, las personas no tienen tiempo para consumir alimentos saludables como frutas y verduras frescas, por lo que se han elaborado diversos productos que están listos para su consumo o de poco tiempo de preparación, que aportan nutrientes y son saludables para su consumo. Algunos de estos productos son los snacks que son elaborados con frutas, verduras, cereales, semillas o legumbres [5]; también se han implementado bebidas y harinas que ofrecen beneficios a los consumidores ya que han sido modificados sus ingredientes por otros más nutritivos o menos dañinos, como las harinas o bebidas de almendras [1].

Los consumidores de los productos alimenticios saludables tienen un perfil definido ya que no a todas las personas les interesa este tipo de productos, de acuerdo con una investigación realizada en el mercado Trujillano: “solo el 16% de la población afirma que consume productos saludables como parte de su dieta alimenticia. Se observa que el 61% es femenino a diferencia del 37% que es masculino. En cuanto a la edad del consumidor oscilan mayoritariamente entre 21 y 25 años con 51%, frente a un 27% entre 26 y 30 años, quedando un 10% con un rango de edad de 16 a 20 años y más de 36 años” [3].

### III. MATERIALES Y MÉTODO





#### IV. RESULTADOS

De acuerdo con los datos recopilados de algunos perfiles tanto de vendedores y consumidores para conocer la estrategia de comercialización de alimentos saludables, se obtuvieron los siguientes resultados de las preguntas elaboradas, analizando con ayuda de ANOVA unidireccional.

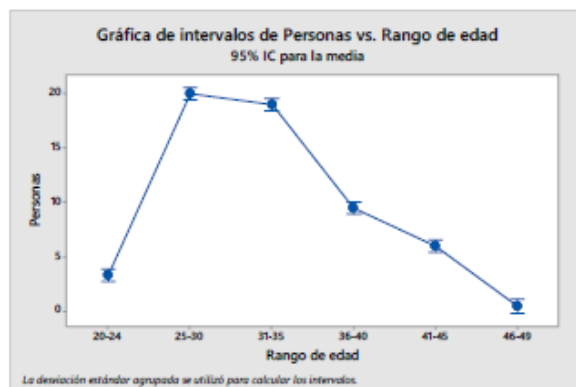
Observando la Gráfica 1 se identifica que las personas que más compran productos alimenticios saludables en Facebook y en Instagram están en un rango de 25 a 30 años, seguido por los de 31 a 35 años, mientras que los que tienen entre 46 a 49 años son las personas que menos compran en estas redes sociales.

La Gráfica 2 nos indica que en Instagram hay más personas que compran productos alimenticios saludables y menos en las cuentas de Facebook. Mientras que, en la Gráfica 3 nos muestra que las mujeres son las que más compran productos alimenticios saludables en redes sociales, a diferencia de los hombres, donde se nota un bajo porcentaje.

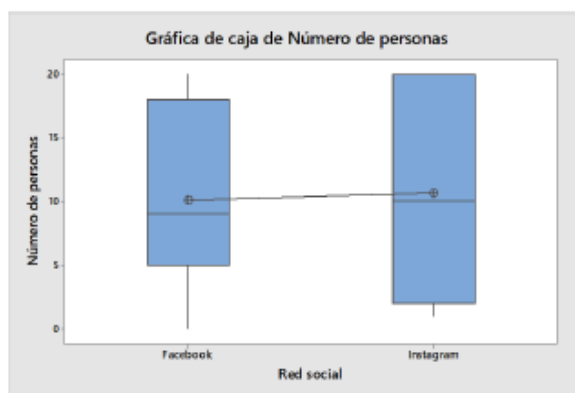
De acuerdo con la Gráfica 4, podemos observar que en las cuentas de vendedores de Facebook, Instagram y YouTube se muestra mayormente un perfil de salud, seguido por el perfil de deportes, y mostrando en última posición un perfil de belleza en las ventas de productos alimenticios saludables.

Por último, la Gráfica 5 nos muestra cuales son los motivos por los cuales el consumidor más compra productos alimenticios saludables, teniendo como principal motivo el sabor del producto y como segundo puesto de que el producto sea saludable, de esta manera nos damos cuenta de que la presentación es lo menos que motiva al consumidor a comprar este tipo de productos.

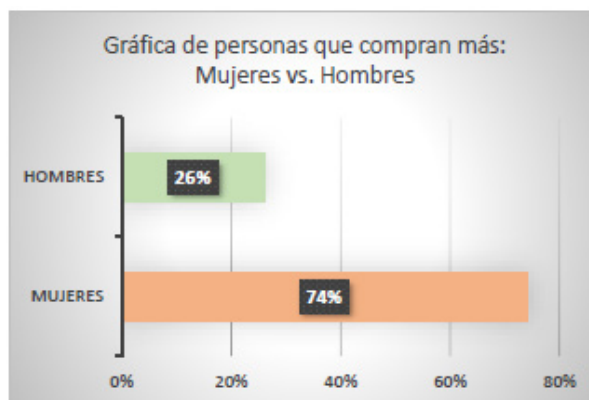
Gráfica 1. Edad de las personas que compran en Facebook y en Instagram



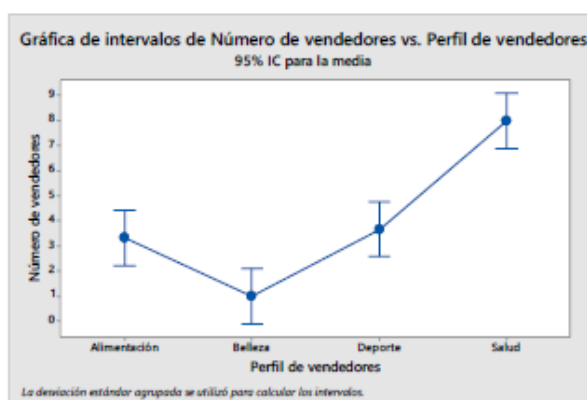
Gráfica 2. Personas que compran en Facebook vs. Instagram



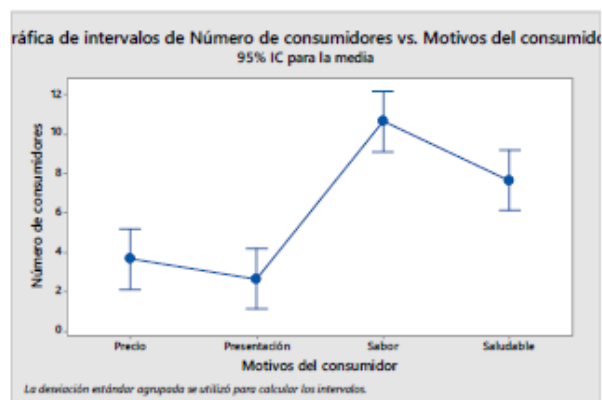
Gráfica 3. Personas que compran más Mujeres vs. Hombres



Gráfica 4. Perfil del vendedor en las redes sociales: Facebook, Instagram y YouTube



Gráfica 5. Número de consumidores vs. Motivos del consumidor



## V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Cada vez en México se observa un mayor incremento en el uso de las redes sociales, las cuales funcionan para la comunicación entre los usuarios, pero últimamente las empresas y emprendedores han estado utilizando este tipo de comunicación para ofrecer sus productos para su venta, y como sabemos se deben de tener las estrategias

adecuadas para atraer al consumidor, utilizando las nuevas modas o estando actualizados a lo que se vive hoy en día; en este caso, la sana alimentación con productos alimenticios saludables, donde cada vez se van encontrando más productos ya que las personas están cambiando sus hábitos alimenticios para estar más sanos o para prevenir enfermedades.

Como podemos observar en la Gráfica 2, se muestra que las personas tienden más a consumir productos de Instagram que de Facebook, por lo que se puede decir que los empresarios utilizan más esta red social para sus ventas o tienen una mejor estrategia de promoción.

Los resultados de las Gráficas 1 y 3, se pueden relacionar con el análisis realizado en mercado Trujillano por Rojas en el 2018, donde dice que las mujeres son las principales consumidoras de productos alimenticios saludables y que en su mayoría está en un rango de edad entre los 21 a 25 años. En este caso concuerda con que las mujeres son más consumidoras de este tipo de productos, excepto con el rango de edad, ya que en la Gráfica 1 se muestra que entre 20 a 24 años son los penúltimos en consumir estos productos; con estos datos se pueden entender que entre los 25 a 30 años en México se tiene una mejor conciencia sobre lo importante que es la alimentación sana y por eso optan por consumir estos productos.

Como se ha mencionado anteriormente, es importante para los vendedores tener las estrategias adecuadas para vender, una de estas es el perfil que muestran en sus redes sociales, como por ejemplo datos sobre salud, deportes o belleza; ya que estos factores tienen mucha importancia en cuanto al consumo de alimentos saludables. Por ello, en la Gráfica 4 se observa que el perfil que más se utiliza en la cuenta en redes sociales del vendedor es sobre salud, esto se entiende ya que, cada vez las personas prefieren prevenir o curar enfermedades porque es lo que más se vive en la actualidad.

Otra de las estrategias que deben tener en cuenta los vendedores es el motivo por el cual los consumidores pueden comprar su producto; las personas prefieren consumir productos que tengan un buen sabor (gráfica 5), esto se debe a que los alimentos saludables son reconocidos por no tener un sabor tan bueno como los productos chatarra o alimentos no sanos y por lo tanto no les importa tanto si son saludables o no, sino que prefieren comer algo agradable para su paladar; por ello los emprendedores buscan la forma en que les agrade más el consumir productos alimenticios saludables, modificando sus ingredientes.

## VI. CONCLUSIÓN

En relación con lo antes expuesto, se puede decir que las estrategias de comercialización se han actualizado al optar por utilizar las redes sociales como fuente de promoción, y que para la comercialización de productos alimenticios saludables (que por las circunstancias que se viven están teniendo mayor demanda) o cualquier otro producto es necesario conocer el perfil del consumidor para atraer su atención a la compra de sus productos, teniendo en cuenta el medio por el cual compran más, la edad, el sexo, sus motivos a consumir, entre otros.

## VII. RECONOCIMIENTO

Agradezco a mi asesora del Instituto Tecnológico Superior de Abasolo por el apoyo y aprendizaje otorgado para la realización de la estancia de verano. Así como también al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato por darme la oportunidad de participar en esta gran experiencia.

También doy gracias a mi familia y mis seres queridos por su apoyo y ánimo para que siga adelante.

## REFERENCIAS

[1] B. E. Denegri Ramírez et al. “Fabricación y comercialización de pan saludable a base de harina de almendras”, tesis, Universidad San Ignacio de Loyola (ULIS), Lima, PE, 2020. Obtenido en: <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/11173>

- [2] C. M. Chávez Jáymez, T. E. Cruzalegui Elera & S. M. A. Reyes Herrera, “Plan de marketing para el desarrollo y comercialización del producto “FAST & HEALTHY, sano es mejor”, una alternativa sabrosa, saludable y conveniente a la dieta tradicional”, trabajo fin de máster, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, PE, 2016. Obtenido en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/621351/Plan+de+Marketing+para+el+desarrollo+y+comercializaci%F3n+del+producto+%20FAST+%26+HEALTHY,+sano+es+mejor%200,+una+alternativa+sabro.pdf;jsessionid=BA5F18F65A70E1EC23B5E8C92A458C05?sequence=1>
- [3] D. V. Rojas Vásquez, “Perfil del consumidor de productos alimenticios saludables en la ciudad de Trujillo, en el año 2018”, tesis, Universidad Privada del Norte (UPN), Trujillo, PE, 2018. Obtenido en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14902/Rojas%20V%26a1squez%20Diana%20Virginia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [4] F. J. Cervantes, “Aplicaciones de las redes sociales en la mercadotecnia: Un estudio exploratorio en empresas localizadas en México”, tesis, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, D. F., 2011. Obtenido en: <http://congreso.investiga.fca.unam.mx/docs/xvi/docs/14B.pdf>
- [5] I. Henríquez Gana et al., “Emprendimiento snacks saludables “Fresh ‘N Go””, tesis, Universidad de Chile, 2014. Obtenido en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/116639>
- [6] J. Domènech de Soria & J. M. García Álvarez-Coque. “EL USO DE LAS REDES SOCIALES EN EL ÁMBITO EMPRESARIAL: ANÁLISIS DE LOS DETERMINANTES DE SU ADOPCIÓN, INTENSIDAD DE USO E INFLUENCIA”, tesis, facultad de administración y dirección de empresas, UPV, España, Val. Obtenido en: <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/59538/SELL%C3%89S%20-%20EL%20USO%20DE%20LAS%20REDES%20SOCIALES%20EN%20EL%20%C3%81MBITO%20EMPRESARIAL%3A%20AN%C3%81LISIS%20DE%20LOS%20DETERMINANTES%20DE%20...pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- [7] J. P. Larrosa Torres, “Estudio de mercado de productos nutritivos en el sector sur de Guayaquil” tesis, Instituto Superior Tecnológico Bolivariano de Tecnología (ITB), Guayaquil, Ec., 2019. Obtenido en: <https://repositorio.itb.edu.ec/bitstream/123456789/1733/1/PROYECTO%20DE%20GRADO%20DE%20LARROSA%20TORRES.pdf>
- [8] P. Sedó Masís, “El mercado de los alimentos funcionales y los nuevos retos para la educación alimentaria – nutricional”. SciELO Revista Costarricense de Salud Pública, vol. 11, no. 20, Julio 2002. Obtenido en: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-14292002000100004](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292002000100004)
- [9] Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2020 febrero 17). ¿Cuántos usuarios de internet somos en México?, online. Obtenido en: <https://www.gob.mx/sct/articulos/cuantos-usuarios-de-internet-somos-en-mexico>
- [10] W. Ramírez, S. Vinaccia & G. R. Suárez. “El impacto de la actividad física y el deporte sobre la salud, la cognición, la socialización y el rendimiento académico: una revisión teórica”. SciELO revista de estudios sociales, no. 18, mayo-agosto 2018. Obtenido en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-885X2004000200008](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-885X2004000200008)

# VALORIZACIÓN DE RESIDUOS DE SEMILLA DE PITAHAYA: OBTENCIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS CON VALOR AGREGADO

Mariel Alejandra Cardoso Pérez

Instituto Tecnológico Superior de Irapuato Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.  
*LIS18110624@irapuato.tecnm.mx*

Dr. Raúl Reyes Bautista

Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón  
Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas, 36413 Purísima del Rincón, Gto.  
*raul.rb@purisima.tecnm.mx*

Resumen — La pitahaya o fruto del dragón es una fruta de alto valor comercial gracias a su contenido nutricional; se considera una especie exótica por su peculiar aspecto y sabor. La comercialización de productos basados en esta fruta provoca la producción de grandes cantidades de residuos, como la cáscara y la semilla. En un intento de reducir el impacto ambiental causado por estos residuos, se estudiaron los nutrientes y compuestos bioactivos presentes en ellos. En este artículo se presenta una revisión bibliográfica de los estudios realizados sobre uno de los principales residuos agroindustriales de esta fruta, como lo son las semillas de pitahaya, donde se encontraron aceites y ácidos grasos esenciales que aportan grandes beneficios para el consumo humano; de igual manera, se analizan las diferentes formas de extracción de estos nutrientes.

Palabras clave — Pitahaya, fruto del dragón, semillas de pitahaya, aceites, ácidos grasos esenciales.

Keywords — Pitahaya, dragon fruit, pitahaya seeds, oils, essential fatty acids.

Abstract — Pitahaya or dragon fruit is a fruit of high commercial value thanks to its nutritional content; it is considered an exotic species because of its peculiar appearance and flavor. The commercialization of products based on this fruit results in the production of large amounts of waste, such as peel and seed. In an attempt to reduce the environmental impact caused by these residues, the nutrients and bioactive compounds present in them were studied. This article presents a bibliographic review of the studies carried out on one of the main agroindustrial residues of this fruit, such as pitahaya seeds, where oils and essential fatty acids that provide great benefits for human consumption were found; likewise, the different ways of extracting these nutrients are analyzed.

## I. INTRODUCCIÓN

La pitahaya o también conocida como fruto del dragón es el fruto de una planta trepadora de la familia Cactaceae, sus tallos llegan a medir hasta 6 m de largo, tiene floración nocturna y crece en climas tropicales, principalmente en América Latina [1]. Existen dos géneros principales que abarcan una gran variedad de especies, tales géneros son “Hylocereus” y “Selenicereus”. Dichas especies se diferencian por su variedad de colores que van desde el blanco, amarillo o rojo-violeta según la especie [2].

Tabla 1. Clasificación taxonómica del género *Hylocereus* [1].

Nombre científico	<i>Hylocereus</i> spp.
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophita</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Caryophyllale</i>
Familia	<i>Cactaceae</i>
Género	<i>Hylocereus</i>
Especie	<i>H. extensus</i> <i>H. setaceus</i> <i>H. tricae</i> <i>H. megalanthus</i> <i>H. stenopterus</i> <i>H. undatus</i> <i>H. escuintlensis</i> <i>H. ocamponis</i> <i>H.</i> <i>monocanthus</i> <i>H. triangularis</i>

Es un fruto muy popular y se cultiva en algunos países orientales debido a su alto consumo por su sabor dulce, además de sus diversas coloraciones y su apariencia, llegando a pesar un solo fruto hasta más de 500 g. En su estado de madurez, contiene una gran cantidad de semillas pequeñas de forma esférica y de color negro, con un diámetro de 2 mm aproximadamente, la cantidad de semillas representa del 2-15% del fruto. Por otro lado, el color de la pulpa varía según la especie y va desde tonalidades completamente blancas, hasta rojizas o purpuras, esta pulpa representa del 47-73% del fruto [3]. Por último, está la cáscara o piel de la fruta, la cual representa del 36-38% y sus tonalidades son o roja o amarilla, con un color más intenso que la pulpa [1,4].

Las coloraciones que presenta (principalmente el rojo-violeta), son producto de los nutrientes que contiene; además de los colorantes naturales como las betalainas, betacianinas y betaninas, también destaca su alta concentración de compuestos bioactivos como glucosa, vitaminas, ácidos grasos esenciales, fibra soluble dietética, compuestos antioxidantes, compuestos fenólicos y flavonoides; los cuales le dan a la fruta beneficios nutricionales que pueden llegar a prevenir enfermedades crónico-degenerativas como cáncer, diabetes, anemia, entre otras [5]. Los nutrientes que contiene no sólo se encuentran en la pulpa, gran cantidad de ellos son encontrados tanto en la semilla como en la cáscara del fruto del dragón. La cáscara es una capa gruesa de color rosácea que abarca gran parte del peso total de la fruta; por otro lado, las semillas son abundantes en la pulpa y contienen grandes concentraciones de ácidos grasos esenciales [6]. Hoy en día, la pitahaya es un producto muy industrializado y comercializado alrededor del planeta; esto ocasiona que la cáscara y las semillas sean desperdiciadas. Encontrar los compuestos bioactivos contenidos en las semillas de pitahaya *extensus setaceus tricae megalanthus stenopterus undatus escuintlensis ocamponis*



H. triangularis ayudaría a reducir el impacto ambiental del desperdicio de las mismas, además de su máximo aprovechamiento para el consumo humano y los beneficios que esto traería.

## II. MARCO TEÓRICO

Al tratar con frutos de cactáceas se sabe que, según sus fuentes fitoquímicas, contienen diversos compuestos, principalmente colorantes naturales que son de fácil extracción y amplia aplicación [7]. Al ser una fruta con poca cantidad de carbohidratos se le considera a la pitahaya un fruto de bajo valor calórico; además, contiene vitamina C, que ayuda a la formación de colágeno, glóbulos rojos, huesos y dientes. Su sabor también depende de los sólidos solubles totales (SST) que son glucosa y fructosa principalmente [6].

La buena coloración de la fruta ofrece al consumidor una mayor calidad, Verona et al. [1], dicha coloración es gracias a los colorantes naturales que contiene, como las betalaínas y la mejor forma de extraerlas con microondas asistido a 35°C por un tratamiento de 8 minutos; de esta forma se obtienen aproximadamente 9mg/L de betalaína en la pitahaya [4]. Las betalaínas se usan generalmente como aditivos en los alimentos evitando su decoloración, de esta forma el uso de colorantes sintéticos ha ido disminuyendo debido a que siempre se opta por una opción más natural y saludable.

La pitahaya contiene una alta cantidad de agentes antioxidantes que, según Ochoa et al. [6] son inclusive superiores al de otras frutas. Los compuestos principales encargados de la capacidad antioxidante son los polifenoles, flavonoides y vitamina C. La capacidad antioxidante de la fruta del dragón ayuda a prevenir enfermedades relacionadas con estrés oxidativo como pueden ser cáncer, artritis reumatoidea, diabetes, anemia, entre otras [1]. Los agentes antioxidantes contienen electrones que son capaces de donar a los radicales libres, volviéndolos más seguros y estables evitando que oxiden, por ellos su nombre de antioxidantes [8]. Para determinar el poder antioxidante en una fruta, se expresa en función de porcentaje de DPPH reducido y se compara con extractos antioxidantes de frutos diferentes, en este caso con un antioxidante IC50, es decir concentración a la cual se reduce en un 50% el DPPH [4].

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda en bases de datos científicas, donde los tópicos selectos fueron:

1. Composición fisicoquímica de la Pitahaya (*Hylocereus undatus*).
2. Composición nutrimental y compuestos bioactivos presentes en las semillas de pitahaya.
3. Proceso de extracción adecuado para extraer mayor cantidad de compuestos bioactivos en semillas de pitahaya y formas de potencializar las mismas.
4. Beneficios de los compuestos bioactivos presentes en las semillas de pitahaya sobre la salud pública.

## IV. RESULTADOS

Aunque en general todo el fruto contiene un alto valor nutricional por contener antioxidantes, vitaminas, colorantes naturales, entre otros, las semillas también son una parte muy importante de la fruta del dragón por su alto contenido de aceites y ácidos grasos esenciales, por lo que se hace énfasis en estudios diversos que analizaron los nutrientes contenidos en semillas de pitahaya [9].

Principalmente las semillas son utilizadas para extraer la cantidad de aceites presentes en ellas, pues se estima que contienen al menos el 50% de ácidos grasos esenciales. A parte de esto también son utilizadas como aditivos en el procesamiento de otros alimentos como pueden ser jarabes, helados, yogures, etc [2].

Tabla 1. Composición nutricional de la pulpa

Contenido	Pulpa	Semillas
Humedad (g/100 g de pulpa)	82.5-89.4	12.6±6
Valor del pH	4.26-4.98	3.1-6.1
Materia seca (%)	12±1	NR
Densidad 20°C (g/cm <sup>3</sup> )	1.02-1.04	NR
Acidez titulable (%)	3.15-6.85	NR
Sólidos solubles totales (°Brix)	7.5-12.92	NR
Pectina	0.64-1.36	NR
Contenido de grasa (%)	0.10-0.61	29.6±6
Contenido de cenizas (%)	0.28-0.50	2.1±1
Contenido fenólico total (mg/100g)	3.75-19.72	1356±2.04
Grasa dietética total (g/100g)	1.1-3.20	30.2±19
Vitamina C total (g/1000ml)	0.32-0.58	0.0036±0.01
Contenido en proteínas (g/100ml)	12-12.5	20.6±6
Carbohidratos totales (%)	NR	35.2±15

Nota: Los valores reportados se refieren a 3 especies de la fruta del dragón que son *Hylocereus undatus*, *Hylocereus polyrhizus* y *Selenicereus megalanthus*. NR representa no informado

## V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### A. Aceites en semilla de Pitahaya

Como se sabe, las semillas vienen altamente incrustadas en la pulpa, es por ello que, separarlas de la misma resulta un tanto complicado debido a la capa mucilaginosa de la semilla.

#### 1) Extracción en frío

Para extraer el aceite en frío y con éter de petróleo como solvente, primero se pasaron las semillas en autoclave por una hora, después a centrifugación a 800 rpm durante 15 minutos, en este método se encontró una cantidad aproximada del 33% de aceite donde los principales ácidos grasos fueron ácido linoleico, ácido oleico, ácido palmítico y ácido esteárico [4].

#### 2) Extracción en calor

Ariffin et al. [10] utilizó un método de separación de semillas de pitahaya que consiste en esterilizarlas en autoclave por un tiempo aproximado de una hora, posteriormente se pasaron a un vaso de precipitado y agitaron hasta que sedimentaron las semillas, después fueron pasadas por una malla de tamizaje y una vez separadas las semillas, se secaron en un horno a 60°C por una noche. Después de este proceso de separación, viene el proceso de extracción de aceite con un aparato soxhlet y éter de petróleo como solvente, mismo que después es evaporado; con este método de extracción el rendimiento de las semillas es de entre un 1.3 y 1.5% mientras que el aceite va desde el 29% hasta el 32% en algunas especies de *Hylocereus* [4]. Los aceites extraídos contenían alrededor del 51% de ácidos grasos esenciales.

Además, en esta extracción de aceite por calor, se notó que el aceite tenía un tono amarillento lo que indica la presencia de pigmentos naturales. Según los estudios hechos, esta semilla contiene gran cantidad de ácido linoleico comparándose con otras semillas que son usadas para extraer aceites, como la semilla de uva, o sésamo. El aceite de estas semillas, incluyendo el de las semillas de pitahaya, ayuda a la humectación de la piel, pues contiene ácido palmítico, ácido palmitoleico y ácido esteárico [9].

Abdón et al. [11] además de extraer aceites, realizó una espectroscopía por infrarrojo dando como resultado que, el aceite de las semillas de pitahaya contiene grupos funcionales como son ácidos carboxílicos, alquenos y halogenuros de alquilo y se estima que esto quiere decir que el aceite contiene ácidos grasos de entre 12 y 26 carbonos con grupo carboxilo en el extremo.

Aparte del alto contenido de ácidos grasos esenciales, la torta sobrante de la extracción de aceite fue analizada por Villalobos-Gutiérrez et al. [9] y se encontró que contenía aproximadamente 206g/kg de proteína, por lo que se sugiere que se realice un estudio de aminoácidos de las semillas de pitahaya para darle un potencial uso a estas [12].

#### B. Antioxidantes en semilla de pitahaya

En el caso de la realización de jugo con la pulpa de la pitahaya, la semilla se puede recuperar por medio de filtración del jugo y con la ayuda de una malla de tamizaje. Según Jalgaonkar et al. [4], se molieron semillas de pitahaya roja en un mortero y posteriormente fueron tamizadas, se llevaron a centrifugadora y posteriormente a filtración, extrayendo el aceite con etanol, cloroformo y hexano. Las semillas extraídas en etanol mostraron una actividad alta de antioxidantes del 76.5% en comparación con los extractos de cloroformo y hexano. Con esto se puede saber que aparte de los ácidos grasos esenciales, es una fuente de antioxidante natural.

En un estudio realizado por Zulkifli et al., [8] se encontró que, al tratar de conseguir la cantidad de compuestos fenólicos en semillas desgrasadas, es decir, una vez que el aceite fue extraído, la eficacia de extracción de compuestos fenólicos en semillas de pitahaya mediante el método de superficie de respuesta, aumentó con una temperatura más elevada. De la misma forma, al elevar la temperatura de extracción de contenidos flavonoides totales se tuvo mayor cantidad de ellos, siendo la condición óptima a una concentración de etanol del 80%.

### VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Reducir en gran manera el impacto ambiental depende de la reducción de desechos a los cuales se les puede dar un uso potencial para el consumo humano. De esta forma, extraer el aceite de las semillas de pitahaya con el método de extracción más adecuado hace posible la reducción de desechos en el proceso industrial de la pitahaya, y a su vez se aprovechan los nutrientes que brinda la naturaleza, garantizando así una mayor calidad de vida. Gracias a que los aceites principales extraídos de las semillas de pitahaya fueron ácido linoleico, ácido oleico, ácido palmítico y ácido esteárico; el consumir aceite de esta semilla trae consigo beneficios como respuesta antiinflamatoria, prevención de problemas cardiovasculares, hidratación y humectación de la piel, mantenimiento de membranas celulares, prevención de cáncer y supresión de tumores para una mejor salud pública.

Como se encontró una gran cantidad de proteína en la torta sobrante de las semillas desgrasadas, se sugiere que se realice un estudio de aminoácidos de las semillas de pitahaya para darle un uso aún más potencial a estas y encontrar los beneficios que esto traería.

### VII. RECONOCIMIENTOS

Agradezco a mi institución, el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato por darme la oportunidad de realizar un verano de investigación; de la misma forma agradezco al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón por aceptarme en uno de sus proyectos de investigación. Pero principalmente agradezco a mi asesor, el Dr. Raúl Reyes Bautista por darme el tiempo de mostrar su proyecto y hacerme partícipe de él, sin duda me llevo todo el conocimiento y espero aplicarlo en un futuro.

### REFERENCIAS

- [1] A. Verona, J. Urcia, and L. Paucar, "Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Culture, Physicochemical Characteristics, Nutritional composition, and Bioactive compounds," *Scientia Agropecuaria*, Vol. 11, no. 3, pp. 439–453, 2020. Disponible en <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16> [consultado en 2021].
- [2] N. Tze, C. Han and Y. Yusof, "Physicochemical and nutritional properties of spray-dried pitaya fruit powder as natural colorant." *Food Science and Biotechnology*, Vol. 21, pp. 675-682, 2012.
- [3] P. Esquivel, F. Stintzing and R. Carle, "Comparison of Morphological and Chemical Fruit Traits from Di-

- fferent Pitaya Genotypes (*Hylocereus* Sp.) Grown in Costa Rica.” *J. Appl. Bot. Food Qual*, Vol. 8, no. 1, pp. 7–14, 2007
- [4] K. Jalgaonkar, M. K. Mahawar, B. Bibwe, and P. Kannaujia, “Postharvest profile, processing and Waste utilization of dragon Fruit (*Hylocereus* spp.): A review,” *Food Reviews International*, pp. 1– 27, 2020. Disponible en <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1742152> [consultado en 2021].
- [5] C. Tonny, Maigoda and Darwis, “Red dragon fruit powder as a basic ingredient for functional foods rich in bioactive compounds, nutritional substances and antioxidants.” *Pakistan Journal of Nutrition*, Vol. 16, pp. 714-718, 2017.
- [6] C. E. Ochoa, V. García, J. J. Luna, M. L. Luna, P. Hernández, and J. Á. Guerrero, “Antioxidant, physicochemical and microbiological characteristics of fermented and unfermented drink of three varieties of dragon fruits (*Hylocereus* spp),” *Scientia agropecuaria*, pp. 279–289, 2012.
- [7] M. Pérez, L. Hernández and B. Barragán, “Extracción de compuestos bioactivos de Pitaya Roja (*Stenocereus stellatus*) aplicando pretratamientos con microondas, ultrasonido y enzimáticos.” *Agrociencia* Vol. 51, no. 1, pp. 135-151, 2017. Disponible en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952017000200135&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000200135&lng=es&tlng=es). [consultado en 2021].
- [8] S. A. Zulkifli, S. S. Abd, U. H. Zaidan, and M. I. Halmi, “Optimization of total phenolic and flavonoid contents of defatted Pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) seed extract and its antioxidant properties,” *Molecules*, Vol. 25, no. 4, p. 787, 2020. Disponible en <https://doi.org/10.3390/molecules25040787> [consultado en 2021].
- [9] M. G. Villalobos, R. M. Schweiggert, R. Carle, and P. Esquivel, “Chemical characterization of Central American PITAYA (*Hylocereus* spp.) seeds and seed oil,” *CyTA - Journal of Food*, Vol. 10, no. 1, pp. 78–83, 2012.
- [10] A. Ariffin, J. Bakar, C. Tan, R. Rahman, R. Karim, and C. Loi, “Essential fatty acids of pitaya (dragon fruit) seed oil,” *Food Chemistry*, Vol. 114, no. 2, pp. 561–564, 2009. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.108> [consultado en 2021].
- [11] A. Abdón, D. Romero, E. Hernández and C. Lobato, “Extracción del aceite de la semilla de pitahaya (*Stenocereus thurberi*, *Hylocereus undatus*),” *Sociedad química de México A.C.* pp. 38- 42, 2020
- [12] P. Esquivel and Q. Araya, “Características del fruto de la pitahaya (*Hylocereus* spp.) y su potencial uso en la industria alimentaria. Una revisión,” *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, Vol. 3, no. 1, pp. 113-119, 2012.

# VALORIZACIÓN DE RESIDUOS DE CÁSCARA DE PITA- HAYA: OBTENCIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS CON VALOR AGREGADO

Yuliana Laguna Montes

Instituto tecnológico Superior de Irapuato Carretera Irapuato - Silao km 12.5 Colonia El Copal  
*LIS18111205@irapuato.tecnm.mx*

Raúl Reyes Bautista

Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón  
Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413  
*Raul.rb@purisima.tecnm.mx*

Resumen — En el presente trabajo se presenta la investigación documental realizada en artículos científicos sobre los beneficios que tienen los compuestos bioactivos de la cáscara de pitahaya: betalainas, betacianinas, fenoles y pectina, los cuales ayudan a tener efectos benéficos sobre la salud humana, algunos ayudan a prevenir enfermedades crónico degenerativas y que se encuentran relacionadas con dietas hipercalóricas debido a que presentan capacidad antioxidante. Se mencionan las condiciones óptimas para su extracción de compuestos bioactivos utilizando Extracción Asistida por Microondas (EAM), además, se muestra la composición nutricional de la cáscara de pitahaya donde se encontró que es rica en fibra, vitaminas y minerales, componentes que se han demostrado efectivos sobre la salud. El procesamiento de este subproducto de la pitahaya puede ser potencializado y utilizado para el beneficio a la salud pública.

Palabras clave — Compuestos bioactivos, cáscara de pitahaya, antioxidante.

Abstract — This paper presents the documentary research carried out in scientific articles on the benefits of bioactive compounds in the pitahaya peel: betalains, betacyanins, phenols and pectin, which help to have beneficial effects on human health, some help prevent chronic degenerative diseases that are related to hypercaloric diets due to their antioxidant capacity. The optimal conditions for its extraction using Microwave Assisted Extraction (MAE) are mentioned, in addition, the nutritional composition of the pitahaya peel is shown where it was found to be rich in fiber, vitamins and minerals, components that have been demonstrated effective on health. The processing of this by-product of pitahaya can be potentiated and used for the benefit of public health.

Keywords— Bioactive compounds, dragon fruit peel, antioxidant.

## I. INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo, las industrias alimentarias van creciendo en número y se han ido desarrollando junto con nuevos avances tecnológicos para satisfacer las necesidades del consumidor, sin embargo, debido a la mala gestión y organización, estas industrias generan desechos (subproductos) que no son potencializados para la creación de nuevos productos. Según la FAO [1] alrededor de un tercio de la producción de los alimentos destinados al consumo humano se pierde o desperdicia en todo el mundo, lo que equivale a aproximadamente 1300 millones de toneladas al año.

La pitahaya se consume principalmente fresca o en jugo procesado, debido a esto, el principal subproducto del fruto es la cáscara, la cual representa un 36.70% a 37.60% del fruto [2] mismo porcentaje que se desecha durante el procesamiento industrial de alimentos en donde solo se utiliza la pulpa de pitahaya, lo cual significa un problema de gestión ambiental y económico.

Durante el procesamiento de la pitahaya se obtiene un gran número de desechos de cáscara de pitahaya, mismos que pueden contener compuestos antioxidantes, los cuales pueden ser aprovechados al extraerlos utilizando procesos biotecnológicos y así generar productos benéficos para la salud pública.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Pitahaya

La pitahaya es una fruta tropical conocida comúnmente como pitaya, fruta del dragón (en el sudeste asiático), pera fresa o cereus de floración nocturna, corresponde al género *Hylocereus* y es nativa de América del Norte, Central y Sur [3,4,5]. La fruta del dragón es cultivada en países como México, Guatemala, Nicaragua, Colombia, Costa Rica, Venezuela y Perú [6].

La pitaya es una baya de forma oblonga de aproximadamente 15 cm de largo y 10 cm de diámetro, con un peso de hasta 700 g, alcanza un color rojo-rosado en su madurez, está cubierta de largas brácteas color verde, su pulpa puede ser blanca, roja o amarilla dependiendo de la especie, en ella se distribuyen pequeñas semillas blandas, estos dos últimos corresponden a la parte comestible del fruto, el cual se caracteriza por un sabor dulce [7,8,9].

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una búsqueda en bases de datos científicos, donde los tópicos selectos fueron:

- Composición nutricional de la pitahaya
- Compuestos bioactivos presentes en la cáscara de pitahaya
- Procesos de extracción de los compuestos bioactivos y formas de potencializar la cáscara de pitahaya

## IV. RESULTADOS

### A. Composición nutricional de la cáscara de pitahaya

Tabla 1. Composición nutricional de la cáscara de pitahaya [2]

Datos registrados	Contenido
Humedad (g/100 g de pulpa)	84.86–91.19
Valor de pH	4.83–5.48
Acidez valorable (%)	0.22–0.25
Sólidos solubles totales (°Brix)	7.15–12.77
Sólidos solubles totales: acidez titulable	4.60–5.70



Contenido de grasa (%)	0.02–0.07
Contenido de cenizas (%)	14.29
Contenido de minerales	0.17–0.22
Contenido fenólico total (mg/100 g)	28.16–36.12
Fibra dietética total (g/100 g)	69.30 ± 0.53
Vitamina C total (g/1000 ml)	0.0704–0.0762
Contenido de proteína (g/100 ml)	0.64–0.66, 0.95 ± 0.15
Ácido cítrico (g/100 ml)	0.08
Ácido málico (g/100 ml)	0.64
Glucosa (g/100 ml)	4.15 ± 0.03
Fructosa (g/100 ml)	0.86 ± 0.02
Contenido de betacianina (mg/g o dm)	41.55
Carbohidratos totales (%)	6.20 ± 0.09

La cáscara de pitahaya contiene un gran valor nutricional debido a su alto contenido de fibra, minerales y Vitamina C (ver tabla 1).

#### B. Compuestos bioactivos presentes en la cáscara de pitahaya

1) **Betalainas**  
En la actualidad, los colores de los alimentos son un factor determinante para su consumo, con ello, los consumidores prefieren colorantes naturales ya que son más benéficos para la salud y no son tóxicos en comparación con los colorantes sintéticos; las betalainas son compuestos bioactivos que se pueden utilizar como aditivos en alimentos para beneficiarlos y/o evitar su decoloración [3]. El color del fruto de la pitahaya se debe a las betalainas, las cuales son compuestos nitrogenados insolubles; en la pitahaya roja se ha encontrado un contenido de  $347.3 \pm 21.0$  mg de betalainas totales BET/100g de muestra seca mientras que en la pitahaya con piel color naranja se obtuvo  $215.0 \pm 36.2$  mg de BET/100 g de muestra seca [10]. Este compuesto bioactivo de la pitahaya tiene la capacidad de prevenir procesos oxidativos que favorecen a la aparición de enfermedades degenerativas [11].

#### 2) **Betacianinas**

La fruta del dragón contiene betacianinas, las cuales conservan actividades de eliminación de radicales libres y funcionan como antioxidantes, por lo cual este compuesto bioactivo contribuye benéficamente sobre las enfermedades metabólicas [12]. En el estudio de Song et al [12] sobre la anti-obesidad y los efectos anti-hiperglucémicos de la betacianina en 6 ratones obesos que fueron aislados y que tenían una alimentación alta en grasas; se concluyó que este compuesto bioactivo de la pitahaya disminuyó la ganancia de peso y hubo una mejora en el perfil lipídico, la resistencia a la insulina y la hepatosteatois. Las betacianinas provenientes de pitahaya roja también se utilizan como colorante alternativo en productos alimenticios debido a su estabilidad térmica, la cual es superior al rojo de remolacha; esto se comprobó debido al análisis sensorial comparativo de leche con betacianinas de pitahaya roja y leche con rojo de remolacha, en donde el primero resultó tener un mejor color y mayor eficacia al retasar el tiempo del crecimiento microbiano [13].

#### 3) **Fenoles**

Como ya se mencionó anteriormente, la cáscara de pitahaya contiene compuestos bioactivos en gran proporción, además, en el estudio de García et al [10] se encontró que el contenido de fenoles solubles totales fue de  $166.5 \pm 14.4$  y  $52.8 \pm 3.8$  mg equivalentes de ácido gálico (EAG)/100 g de pulpa seca, en pitahaya roja y naranja respectivamente, sin embargo, la actividad antioxidante de la fruta del dragón se debe principalmente a las betalainas, ya que en comparación con los fenoles, se encuentran en mayor proporción.

#### 4) **Pectina**

La pectina tiene beneficios a la salud, ya que disminuye los niveles séricos de lípidos y glucosa ayudando a la prevención de diabetes y dislipidemias [14]. Además, tiene aplicaciones industriales debido a su capacidad de

gelificación [3]. La cáscara de la fruta del dragón contiene pectina, la cual está constituida principalmente por ácido galacturónico (39.11%), seguido por concentraciones moderadas de manosa, ramnosa, galactosa, glucosa y cantidades menores de xilosa y arabinosa [15].

### C. Métodos de extracción de compuestos bioactivos de la cáscara de pitahaya

Tabla 2. Métodos de extracción de betalaina, polifenoles y pectina de la cáscara de pitahaya

Compuesto	Método de extracción	Condiciones óptimas	Resultado	Referencia
Betalaina	Extracción Asistida por Microondas (EAM)	Potencia de microondas 100 W Temperatura 35°C Tiempo de tratamiento 8 min 20 g de muestra	9 mg/ L de betalaina	[16]
Polifenoles	Extracción Asistida por Microondas (EAM)	Potencia de microondas 497 W Temperatura 43.3°C Tiempo de tratamiento 20.3 min Concentración de etanol 43.3% 100 g de muestra	463,8 ± 1,1 mg de equivalente de ácido gálico	[17]
Pectina	Extracción Asistida por Microondas (EAM)	Potencia de microondas 400 W Temperatura 45°C Tiempo de tratamiento 20 min 24 g/mL de relación sólido-líquido	Rendimiento de pectina de 7.5%	[18]
	Utilizado ácido cítrico	Temperatura 73°C Tiempo 67 min pH 2.03 Ácido cítrico al 1%	Rendimiento de pectina 26,38% en peso seco con alto contenido de metóxilo	[15]

Como se observa en la tabla 2, el rendimiento de la pectina utilizando Extracción Asistida por Microondas (MAE) es relativamente bajo, sin embargo, se puede dar lugar a una pectina de cáscara de pitahaya de mejor calidad con un rendimiento máximo del 18.53% utilizando el mismo método de extracción [19].

Para conocer más sobre los beneficios de la cáscara de pitahaya Hernawati et al [20] realizaron estudios con el polvo de esta cáscara, el cual sirvió para la disminución de colesterol total, triglicéridos y lipoproteínas de baja densidad (LDL-c) en la sangre de ratones que fueron aislados y se le indujo hiperlipidemia (una afección al exceso de grasas, principalmente colesterol y triglicéridos en sangre), con lo cual, se demostró que los polvos de cáscara de pitahaya roja pueden ser consumidos como suplemento alimenticio para mantener un cuerpo sano y prevenir la hiperlipidemia, además, la cáscara de pitahaya puede ser utilizada como fuente de fibra, y colorante natural y también puede ser benéfica para la industria alimentaria y farmacéutica.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La pitahaya es una fruta conocida a nivel mundial debido a su excentricidad y peculiar sabor, sin embargo, en su procesamiento para la comercialización de productos alimenticios (como jugos y vinos) el principal desecho es la cáscara, la cual contiene compuestos bioactivos tales como betalaínas, betacianinas, fenoles, y pectina, algunos de ellos no sólo sirven como colorantes naturales, sino que además son beneficios para la salud humana, ya que en general ayudan a mantener un buen metabolismo y previenen algunas enfermedades, además de que es rica en fibra, vitaminas y minerales que ayudan a mantener un cuerpo sano.

La cáscara de pitahaya no debe ser desechada, sino procesada y una de las maneras de aprovecharla es extrayendo sus compuestos bioactivos utilizando métodos relativamente sencillos como la Extracción Asistida por Microondas (MAE), el cual es el más utilizado y comprobado para este tipo de procesos; de esta forma se podrían realizar productos derivados de la cáscara de pitahaya (no sólo colorantes) con compuestos bioactivos para su posterior comercialización, con ello, la cantidad de desechos de cáscara de pitahaya se reduciría notablemente al ser estos mejor gestionados y la economía y salud pública se verían beneficiados.

## VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato por el apoyo para la realización del verano de la ciencia, de la misma manera, al Dr. Raúl Reyes Bautista y al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón por darme la oportunidad de participar en este maravilloso proyecto.

## REFERENCIAS

- [1] FAO., Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo – Alcance, causas y prevención. Roma , 2012.
- [2] K. Jalgaonkar, M. K. Mahawar, B. Bibwe, and P. Kannaujia, “Postharvest Profile, Processing and Waste Utilization of Dragon Fruit (*Hylocereus* Spp.): A Review,” *Food Reviews International*, 2020.
- [3] A. V. Ruíz, J. U. Cerna , and L. M. Paucar ul, “Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos,” *Scientia Agropecuaria* , 2020.
- [4] F. Zee, C. Yen, and M. Nishina, “Pitaya (Dragon Fruit, Strawberry Pear) ,” *Cooperative Extension Service College of Tropical Agriculture and Human Resources*, 2004.
- [5] P. Esquivel and A. Quesada , “Características del fruto de la pitahaya (*Hylocereus* sp.) y su potencial de uso en la industria alimentaria,” *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2012.
- [6] Y. D. Ortíz and J. A. Carrillo, “Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a short review,” *Comunicata Scientiae*, pp. 220–237, 2012.
- [7] C. E. Ochoa, V. García, J. J. Luna, P. Hernández, and J. A. Guerrero, “Características antioxidantes, fisicoquímicas y microbiológicas de jugo fermentado y sin fermentar de tres variedades de pitahaya (*Hylocereus* spp),” *Scientia Agropecuaria* , vol. 3, pp. 279–289, 2012.
- [8] J. Corrales and E. Canche, “Physical and Physiological Changes in Low-Temperature-Stored Pitahaya Fruit (*Hylocereus undatus*) ,” *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, pp. 108–119, 2008.
- [9] S. L. Figueroa and O. Mollinedo, “Actividad antioxidante del extracto etanólico del mesocarpio del fruto de *Hylocereus undatus* ‘pitahaya’ e identificación de los fitoconstituyentes,” *Universidad Wiener* , 2017.
- [10] L. García and Y. Salinas, “Betalaínas, compuestos fenólicos y actividad antioxidante en pitaya de mayo (*Stenocereus griseus* H.) ,” *Revista fitotecnia mexicana*, 2012.
- [11] J. Kanner , S. Harel, and R. Granit, “Betalains A New Class of Dietary Cationized Antioxidants,” *Agricultural and food chemistry* , pp. 5178–5185, 2001.
- [12] H. Song , Z. Zheng , J. Wu, and J. Lai, “White Pitaya (*Hylocereus undatus*) Juice Attenuates Insulin Re-

- sistance and Hepatic Steatosis in Diet-Induced Obese Mice,” Plos one , 2016.
- [13] A. Gengatharan, G. A. Dykes, and W. Sim, “Betainins: Natural plant pigments with potential application in functional foods,” *LWT - Food Science and Technology*, pp. 645–649, 2015.
- [14] B. Ortíz and C. Anzola, “Estudio del efecto fisiológico del consumo de arepas enriquecidas con pectina extraída de la cáscara de curuba (*Passiflora tripartita* var. *mollissima*),” *Revista Colombiana de Química*, pp. 5–11, 2018.
- [15] K. Muhammad, N. Izalin, S. Puvanesvari, N. Mohd, and J. Bakar, “High methoxyl pectin from dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel,” *Food Hydrocolloids*, pp. 289–297, 2014.
- [16] K. Thirugnanasambandham and V. Sivakumar, “Microwave assisted extraction process of betalain from dragon fruit and its antioxidant activities,” *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, vol. 16, pp. 41–48, 2017.
- [17] X. Bai, T. Zhou , T. Lai, and H. Zhang , “Optimization of the Microwave-Assisted Extraction of Polyphenols from Red Pitaya Peel using Response Surface Methodology,” *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, pp. 419–424, 2018.
- [18] K. Thirugnanasambandham, V. Sivakumar, and J. P. Maran, “Process optimization and analysis of microwave assisted extraction of pectin from dragon fruit peel,” *Carbohydrate Polymers*, vol. 112, pp. 622–626, 2014.
- [19] S. Rahmati, A. Abdullah, and E. Momeny, “Optimization studies on microwave assisted extraction of dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel pectin using response surface methodology,” *International Food Research Journal*, pp. 233–239, 2015.
- [20] Hernawati, N. A. Setiawan, R. Shintawati, and D. Priyandoko, “The role of red dragon fruit peel (*Hylocereus polyrhizus*) to improvement blood lipid levels of hyperlipidaemia male mice,” *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1013, 2018.

# ANÁLISIS POR DOCKING MOLECULAR DE ALCALOIDES DE ISOQUINOLINA DE LA FAMILIA PAPAVERACEAS SOBRE LAS ENZIMAS BACE-I Y PRESENILINA-I HUMANAS

Cristóbal Díaz de León Martí

Universidad Autónoma de Aguascalientes Avenida Universidad # 940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.  
*al198559@edu.uaa.mx*

Felipe Guadalupe Carrillo Landell

Instituto Tecnológico Superior de Irapuato Irapuato-Silao km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.  
*felipe.cl@irapuato.tecnm.mx*

Resumen — Los objetivos de este estudio se enfocaron en el análisis in silico de metabolitos secundarios derivados de la isoquinolina (alcaloide) presentes en la especie *Argemone platyceras* (perteneciente de la familia Papaveraceae), mediante el análisis de acoplamiento (docking) molecular para evaluar su posible papel como reguladores inhibitorios de las enzimas Beta Secretasa 1 (BACE-1) y de Presenilina-1, involucradas en la formación de la Proteína Beta Amiloide (A $\beta$ ). Este análisis se basa en la literatura que hace referencia a los efectos de los compuestos relacionados a la Berberina en relación a la agregación de  $\beta$ -amiloide, que condiciona al desarrollo de Alzheimer.

Palabras clave — *Argemone platyceras* (Chicalote), Papaveraceae, Alzheimer, Docking, Proteína Beta Amiloide (A $\beta$ ), Inhibición.

Keywords — *Argemone platyceras* (Chicalote), Papaveraceae, Alzheimer, Docking, Beta-Amyloid Protein (A $\beta$ ), Inhibition.

Abstract — The objectives of this study were focused on the analysis in silica of secondary metabolites derived from isoquinoline (alkaloid) present in the species *Argemone platyceras* (belonging to the Papaveraceae family), by means of molecular docking analysis to evaluate their possible role as inhibitory regulators of Beta Secretase 1 (BACE-1) and Presenilin-1 enzymes, which are involved as regulators in the formation of Beta Amyloid Protein (A $\beta$ ). This analysis is based on the literature that refers to the effects of Berberine-related compounds in relation to  $\beta$ -amyloid aggregation which conditions the development of Alzheimer s.

## I. INTRODUCCIÓN

El Alzheimer es una enfermedad neurodegenerativa progresiva que afecta alrededor del 10% de las personas >70 años de edad e implica una pérdida significativa de la memoria y demencia en progresión lenta. Se caracteriza por la degeneración del lóbulo temporal medial y de la corteza temporal inferolateral principalmente, gracias a lesiones provocadas por la acumulación de oligómeros tóxicos (proteínas mal plegadas) para el cerebro (también llamados amiloides o A ) en dichas zonas, lo cual puede causar disfunción celular [1]. Entre los factores que influyen en la formación de las especies amiloides, interviene la proteólisis de la proteína precursora de amiloide (APP; amyloid precursor protein en inglés), la cual se escinde mediante las enzimas B-secretasa (BACE-1) y Gamma secretasa (Presenilina-1), por lo que ambas juegan un papel esencial en la regulación de la producción de la A , y representan un posible objetivo terapéutico en el tratamiento o control de la enfermedad [2]. La enzima BACE-1 es la secretasa que escinde en un primer paso la porción Glu-Val-Asn-Leu-I-Asp-Ala-Glu-Fen en la APP [7]; la segunda escisión enzimática se lleva a cabo mediante la enzima Gamma secretasa, que escinde dentro del fragmento C-99 de la APP y genera los extremos carboxilo de la A . La Gamma secretasa se compone por cuatro proteínas individuales: Presenilina-1 (PSEN1), Nicastrina, la proteína APH-1 (anterior pharynz-defective 1 en inglés), y el potenciador de la presenilina 2 (PEN-2) [6]. Dentro de la búsqueda de nuevas alternativas terapéuticas para la enfermedad de Alzheimer y a través de estudios recientes, se ha logrado demostrar que ciertos componentes de los alcaloides isoquinolínicos, los cuales pertenecen a una de las familias más complejas de alcaloides presentes en las plantas, muestran interacción con los péptidos 1-42 de la proteína A (A 1-42), con lo que se pudo observar diferentes modos de vinculación preferencial de los ligandos hacia las formas agregadas de A 1-42, para así poder explorar posteriormente los efectos de dichos compuestos isoquinolínicos en las etapas de agregación de la especie amiloide [4]. La familia Papaveraceae representa un grupo de angiospermas que se caracterizan por poseer distintas propiedades y usos farmacológicos; su empleo para la obtención de derivados del opio como la morfina ha despertado el interés por su exploración fitoquímica para su aplicación en la medicina tanto tradicional como naturista. Para el presente estudio, los metabolitos de interés son los alcaloides derivados de la isoquinolina, como lo son la Berberina y otros derivados (Argemonina y Platicerina), los cuales se encuentran, entre otras, en la especie *Argemone platyceras* [7]. En estudios recientes se ha demostrado el potencial neurofarmacológico de dichos componentes, como lo es la Berberina, ya que ha mostrado componentes antiagregantes de la agregación -amiloide [4], y por lo que la finalidad de este estudio es determinar la actividad molecular inhibitoria de otros derivados isoquinolínicos presentes en *Argemone platyceras*, teniendo como referencia los resultados de la interacción de la Berberina con las enzimas involucradas en la escisión de la APP (BACE-1 y Presenilina-1).

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Programas y adquisición de cristales y ligandos de bases de datos

Se obtuvieron cristales de la ACE y del receptor AT1 mediante la plataforma RCSB PDB (Protein Data Bank) (<https://www.rcsb.org/>). Las estructuras de los componentes fueron descargadas en formato PDB. Las estructuras de los ligandos se obtuvieron en PubChem Compound Database (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>). El arreglo molecular y geométrico de los componentes fue mediante el software Chimera V. 1.15, en el cual se limpió la proteína referenciada mediante su ID registrado en una base de datos estandarizada y posteriormente se eliminaron todos aquellos átomos ajenos a las moléculas a estudiar. Las estructuras optimizadas de los ligandos fueron convertidas en formato (MOL2) mediante el software Avogadro V1.2.0, donde se modificaron los estados de protonación de la molécula y se convirtió a un modelo tridimensional con el formato MMFF94, para así comenzar el proceso de separación de átomos de la molécula hasta llegar a una derivada de energía mínima



(0.0001 kJ/mol).

Selección de objetivos moleculares

Las macromoléculas empleadas fueron las siguientes: -Secretasa (BACE-1) (ID: 4i10 ) y Presenilina-1 del complejo de la Gamma-Secretasa (ID: 6IYC). Los ligandos empleados fueron: Argemonina (CID 44558920), Berberina (CID 2353), y Platycerina (CID 12314368).

B. Docking molecular

El docking se realizó mediante el software AutoDock Tools V1.5.6. Los pasos para dicho proceso consistieron primeramente en la edición de la macromolécula, ya que se le adicionaron hidrógenos polares, se fusionaron los hidrógenos no polares (MergeNonPolar), y se agregaron las cargas de Kollman y el archivo se guardó en formato PDB. Del mismo modo los ligandos se editaron agregando hidrógenos y cambiando y calculando las cargas de Gasteiger, además se fusionaron los hidrógenos no polares, el archivo se guardó como PDBQT. Ya teniendo los componentes completos se realizó la interacción, la cual consistió en seleccionar la caja que se encuentra en la zona del sitio activo de ambas macromoléculas, identificando así la mejor zona de interacción. Posteriormente se procedió a guardar la configuración de la caja con el espacio de acoplamiento en formato GPF. Una vez identificada la zona de acoplamiento, se ejecutó el docking en la aplicación AutoDock, la cual sirvió para generar los resultados del docking en formato DLG y finalmente proceder con su análisis. Una vez identificadas las conformaciones óptimas para cada acoplamiento de las macromoléculas con los distintos ligandos empleados, se procedió a guardar y registrar cada una de ellas en un archivo con formato PDBQT.

C. Generación de imágenes 2D

Para la generación de las imágenes de dichas conformaciones en 2D se utilizó el software Babel 2.3.1, empleado para la conversión de los archivos en formato PDBQT a PDB, el cual permite obtener el diagrama en la aplicación Online Protein Plus en formato PNG.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Análisis por docking molecular de metabolitos derivados de la isoquinolina presentes en

Macro-molécula	Ligando	RMSD de referencia	Energía de unión (kcal/mol)	Constante de inhibición (Ki) ( $\mu$ M)	No. Puentes de hidrógeno	Aminoácidos involucrados en la interacción	
β-secretasa (BACE-1) <sup>1</sup> *	Argemonina <sup>1</sup>	15.51	-7.53	3.04	ND	ND	
		15.54	-7.51	3.14	ND	ND	
		43.61	-7.06	6.66	1	TYR281	
	Berberina <sup>2</sup>	43.11	-7.94	1.51	1	TYR281	
		43.17	-7.93	1.55	ND	ND	
		43.25	-7.88	1.67	ND	ND	
	Platycerina <sup>3</sup>	14.60	-7.05	6.81	2	ASP93, TYR132	
		20.86	-6.88	8.98	2	TYR112, TYR112	
		45.18	-6.65	13.41	1	TYR251	
Presenilina-1 <sup>§</sup>	Argemonina <sup>1</sup>	276.77	-6.88	9.05	2	ASP257, ALA434	
		276.30	-6.85	9.5	2	ASP257, ALA434	
		276.66	-6.85	9.51	2	ASP257, ALA434	
	Berberina <sup>2</sup>	276.73	-7.12	6.01	1	ASP257	
		276.66	-7.05	6.8	1	ASP257	
		276.76	-7.03	6.98	1	ASP257	
	Platycerina <sup>3</sup>	277.21	-6.06	36.04	ND	ND	
			285.32	-5.85	51.41	ND	ND
			285.34	-5.84	52.77	ND	ND

Todas las macromoléculas se minimizaron para mejorar sus métricas, si las métricas no mejoraron entonces se trabajó con el cristal original. Se realizaron 10 conformaciones de interacción para cada ligando, sin embargo, sólo se muestran las tres mejores.

ND= El docking no realizó los cálculos de dicha interacción.

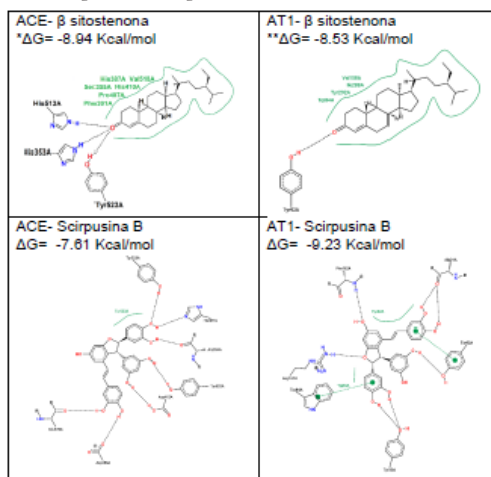
¥ = <https://www.rcsb.org/structure/4I10>

§ = <https://www.rcsb.org/structure/6IYC>

1 = <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/44558920> 2 = <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/2353>

3 = <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/12314368>

Tabla 2. Representación esquemática 2D de las interacciones ligando-macromolécula de las mejores conformaciones del docking molecular (ver Tabla1), empleando la aplicación Online Protein Plus.



En los resultados de la Tabla 1, se describe el análisis por docking molecular entre los metabolitos mencionados de la especie *Argemone platyceras* sobre las enzimas BACE-1 y Presenilina-1 humanas. Para la interpretación de dichos valores, se tomaron en cuenta los resultados de RMSD (root mean square deviation), el cual representa la distancia promedio entre los átomos de las moléculas superpuestas, la constante de inhibición ( $K_i$ ), la cual representa la afinidad de la interacción entre los ligandos y las macromoléculas (BACE-1 y Presenilina-1), y la energía de unión, representada en Kcal/mol. A su vez, se mencionan las diferentes conformaciones a las cuales las moléculas mostraron mejor interacción, así como los puentes de hidrógeno con los aminoácidos. Para fines del análisis mediante docking de las moléculas mencionadas, se tomaron en cuenta los mejores resultados para cada uno de los ligandos (Argemonina, Berberina y Platicerina).

De acuerdo con dicho análisis, se pudo concluir que el metabolito que mostró tener mayor interacción con la BACE-1 fue la Berberina, seguida de la Argemonina y Platicerina en último lugar, sugiriendo mayor inhibición en la escisión de la APP, según los valores de energía de unión (-7.94, -7.52, -7.05 Kcal/mol, respectivamente) y su constante de inhibición (1.51, 3.04 y 6.81  $\mu\text{M}$ , respectivamente). En cada resultado de la interacción enzima-ligando se demuestra un posible potencial inhibitorio sobre la enzima diana en el control o tratamiento de la enfermedad de Alzheimer. En cuanto a la Tabla 2, en ésta se muestran primeramente las imágenes en 2D de las interacciones de la BACE-1 y la Presenilina-1 con los ligandos Argemonina, Berberina y Platicerina y en las cuales se aprecian las interacciones correspondientes.

Estudios recientes describieron la realización de un acoplamiento molecular entre compuestos derivados de la Berberina con el péptido A 1-42 para la evaluación de sus efectos sobre la agregación de A 1-42 mediante la caracterización de las interacciones resultantes [5]. En otros estudios se realizó la interacción mediante docking molecular, de la berberina con algunas otras enzimas relacionadas a la patogenia de la enfermedad de Alzheimer (Acetilcolinesterasa, butirilcolinesterasa y monoamino-oxidasa), en donde se consiguieron valores

muy cercanos a los experimentales que demuestran hallazgos en la base molecular de los efectos inhibidores del alcaloide Berberina contra las enzimas mencionadas [4]. Al comparar los resultados obtenidos descritos en la Tabla 1, se puede apreciar que otros ligandos derivados de las Papaveráceas también interaccionaron con las enzimas utilizadas, aunque con diferencias en los valores energéticos de enlace y constantes de inhibición, por lo que se podría relacionar a una interacción similar a la de la Berberina con otras enzimas patogénicas de la enfermedad, como las que se mencionaron. Del mismo modo se confirmó que la Berberina presentó el mejor enlace, tanto para la BACE-1 como para la Presenilina-1, ratificando así los resultados de literatura previa. Esto proporciona un mayor panorama y ofrece nuevas perspectivas acerca de la necesidad de mayor investigación para uso de ligandos isoquinolínicos de la familia Papaveraceae y sus aplicaciones farmacológicas en la enfermedad de Alzheimer.

### III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El ligando Berberina fue el que presentó los mejores resultados en el acoplamiento, tanto para la primera macromolécula (BACE-1), como para la segunda (Presenilina-1 de la Gamma-Secretasa). Siendo entonces, objetivo de estudio para futuros posibles tratamientos contra el Alzheimer. En cuanto al acoplamiento entre los restantes ligandos (Argemonina y Platicerina), también se obtuvieron buenos resultados, aunque inferiores, por lo que se sugiere la consiguiente investigación de estos y más alcaloides derivados de la isoquinolina para evaluar sus posibles interacciones de la misma naturaleza con las enzimas diana para este estudio, y así ampliar los conocimientos que se tienen acerca del control y/o tratamiento de la enfermedad del Alzheimer, y posiblemente de otras enfermedades relacionadas a la agregación de especies amiloides.

### IV. RECONOCIMIENTOS(OAGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento a la Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes y al comité de Verano de la Ciencia de la Región Centro por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano, así como al CONACYT y al Dr. Felipe Guadalupe Carrillo Landell y la Dra. Dora Alicia Álvarez Medina por su dedicación a la investigación y la accesibilidad que mostraron para la realización de este proyecto.

### REFERENCIAS

1. Larry, J. (2019). Harrison: Principios de medicina interna. Vol. 1, 2 (20.a ed.). McGraw-Hill. 2.
3. Zhou, R., Yang, G., Guo, X., Zhou, Q., Lei, J. y Shi, Y. (2019). Recognition of the amyloid precursor protein by human  $\gamma$ -secretase. *Science*, 363(6428), Artículo eaaw0930. <https://doi.org/10.1126/science.aaw0930>
4. Ji, H. F., & Shen, L. (2012). Molecular Basis of Inhibitory Activities of Berberine against Pathogenic Enzymes in Alzheimer's Disease. *The Scientific World Journal*, 2012, 1–4. <https://doi.org/10.1100/2012/823201>
5. Marasco, D., Vicidomini, C., Krupa, P., Cioffi, E., Huy, P. D. Q., Li, M. S., Florio, D., Broersen, K., de Pandis, M. F., & Roviello, G. N. (2021). Plant isoquinoline alkaloids as potential neurodrugs: A comparative study of the effects of benzo[c]phenanthridine and berberine-based compounds on  $\beta$ -amyloid aggregation. *Chemico-Biological Interactions*, 334, 109300. <https://doi.org/10.1016/j.cbi.2020.109300>
6. Zhang, X., Li, Y., Xu, H., & Zhang, Y. W. (2014). The  $\beta$ -secretase complex: from structure to function. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 8. <https://doi.org/10.3389/fncel.2014.00427>
7. Bowers, S., Xu, Y. Z., Yuan, S., Probst, G. D., Hom, R. K., Chan, W., Konradi, A. W., Sham, H. L., Zhu, Y. L., Berroza, P., Pan, H., Brecht, E., Yao, N., Lougheed, J., Tam, D., Ren, Z., Ruslim, L., Bova, M. P., & Artis, D. R. (2013). Structure-based design of novel dihydroisoquinoline BACE-1 inhibitors that do not engage the catalytic aspartates. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 23(7), 2181–2186. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2013.01.103>

Adams, A. and Mayo Clinic., n.d. Mayo Clinic essential neurology. 2nd ed. Mayo Clinic Scientific Press.

# UNA PROPUESTA DE DESARROLLO AGROINDUSTRIAL EN AGUASCALIENTES BAJO EL ENFOQUE REGIONAL DE LOS SISTEMAS LOCALES DE PRODUCCIÓN.

Themis Anaid Muñoz Guzmán

Universidad Autónoma de Aguascalientes

Av. Universidad #940, C.P. 20010, Aguascalientes, Ags.

themisanahi@gmail.com

Asesor: Juan Carlos Neri Guzmán

Universidad Politécnica de San Luis Potosí

C. Urbano Villalón 500, La Ladrillera, 78369 San Luis, S.L.P.

jc.neriguzman@gmail.com

Resumen — La siguiente investigación presenta un análisis del estado de Aguascalientes a partir de las actividades productivas que se llevan a cabo, así como también las actividades especializadas con las que cuenta y las principales actividades que aportan a la economía estatal con el objetivo de crear una propuesta de desarrollo para el sector agroindustrial. Para llevar a cabo dicho análisis se recurre a fuentes estadísticas como los es INEGI y SAGARPA, para posteriormente realizar la selección del producto agropecuario, en este caso la leche, por ello se recurrió a información de instituciones especializadas como CANILEC [1] y la FAO [2], así como también el sistema local de producción con el que cuenta el estado para poder crear propuestas que atiendan las necesidades más relevantes.

Palabras clave — Aguascalientes, Desarrollo, Especialización, Leche.

Abstract — The following research presents an analysis of the state of Aguascalientes from the productive activities that are carried out, the specialized activities with which it has and the main ones that contribute to the state economy intending to create a development proposal for the agro-industrial sector. To carry out this analysis, statistical sources such as INEGI and SAGARPA are used, then the selection of the agricultural product, in this case, milk, for that reason the information was used from specialized institutions such as CANILEC [1] and FAO [2] as well as the local production system that the state must be able to create proposals that meet the most relevant needs.

Keywords — Aguascalientes, Development, Specialization, Milk.

## I. INTRODUCCIÓN

Para Aguascalientes como estado, el sector agropecuario, forma parte de las actividades económicas con mayor relevancia sólo por detrás de las actividades industriales; a fin de llevar a cabo el desarrollo de una propuesta de consolidación para una actividad agroindustrial es necesario conocer las actividades económicas que se efectúan en cada uno de los municipios e identificar aquellas con niveles de especialización y las de mayor importancia para la economía del estado.

En tal sentido un estudio acerca de la situación geográfica, demográfica, económica y productiva establece las bases necesarias para que una vez definido el producto, en este caso la leche, se ataquen las problemáticas haciendo uso de las herramientas disponibles.

## II. MARCO TEÓRICO

Como metodología para la elaboración de la investigación, se recurrió al enfoque de los Sistemas Locales de Producción Industrial, la cual consiste en representar territorialmente los activos económicos y la relación entre actores vinculados con una actividad económica en particular, lo cual brinda una manera alternativa de promover el desarrollo regional de una manera planeada y estructurada. La metodología se basa en la aportación de Hernández, J., Fontrodona, J, & Pezzi A. (2005) [3].

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

La información estadística fue obtenida del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2014) [4] , así como los censos económicos del Servicio de Atención Integral a la Ciudadanía (SAIC) (2018) [5] y estadísticas de producción agraria y ganadera del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2020) [6]; además de consultar información de la Cámara Nacional de Industriales de la Leche (CANILEC) que es conocido como el representante de la Industria Lechera Nacional y organismo de consulta de México.

La propuesta de desarrollo para Aguascalientes partió de un diagnóstico sobre sus características geográficas, económicas y de infraestructura con el fin de determinar sus ventajas competitivas, resaltando su localización estratégica por la conexión que tiene con gran parte de las ciudades y fronteras del país, por lo que la producción y el comercio de mercancías resulta una actividad fundamental.

Como principal objetivo se estableció el identificar las actividades productivas de los municipios de Aguascalientes para la creación de una propuesta de desarrollo estratégico en el sector agroindustrial bajo el enfoque de los sistemas locales de producción, inicialmente tomando como referencia las estadísticas del SIAP y con el uso de tablas dinámicas se calcularon los niveles de especialización mediante la siguiente fórmula:

$$IE = \frac{\left(\frac{P_{ij}}{PT_j}\right)}{\left(\frac{P_{im}}{PT_m}\right)}$$

donde:

$P_{ij}$  = Es la producción del bien “i” del área “j”

$PT_j$  = Es la producción Total en el municipio “j”

$P_{im}$  = Es la producción en el cultivo “i” del estado “m”

$PT_m$  = Es la producción Total en el estado “m”

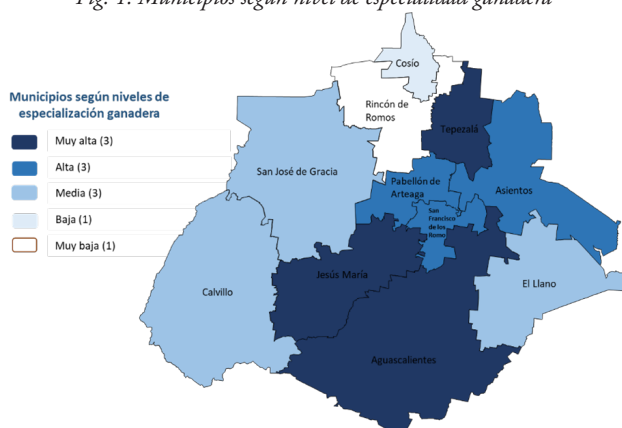
Una vez identificado el producto sobre el cual se llevará a cabo la propuesta, en este caso la leche, se enfocó la investigación a factores como la descripción de la actividad dentro del estado y de forma más específica dentro de cada municipio, luego se planteó un panorama respecto a las características propias del producto, así como antecedentes históricos y composición de la arena competitiva en el marco mundial, nacional y estatal.



Al momento de establecer las actividades necesarias para el sistema local de producción fue necesario conocer a detalle el proceso de producción de leche fluida donde también se identificaron las actividades claves que contiene y, en conjunto con la cadena productiva y de valor donde se clasificó cada actividad acorde al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIÁN) poder delimitar que actividades forman parte del sistema local y cuales no se encuentran presentes en el territorio (DENUE, INEGI, 2021) [7].

#### IV. RESULTADOS

Fig. 1. Municipios según nivel de especialidad ganadera



Los resultados que influyeron en la selección de la propuesta de consolidación económica: la producción de leche, son los referidos a los niveles de especialización ganadera registrados en los municipios (Figura 1).

Respecto al nivel de participación en la producción de leche por municipio se observa en la Tabla 1 que los municipios con mayor participación son Aguascalientes, Jesús María, y Rincón de Romos con porcentajes de 24.63%, 11.95% y 11.61%, respectivamente; mientras que los de menor participación son Cosío, El Llano y San José de Gracia. (SIAP) (2020) [8]

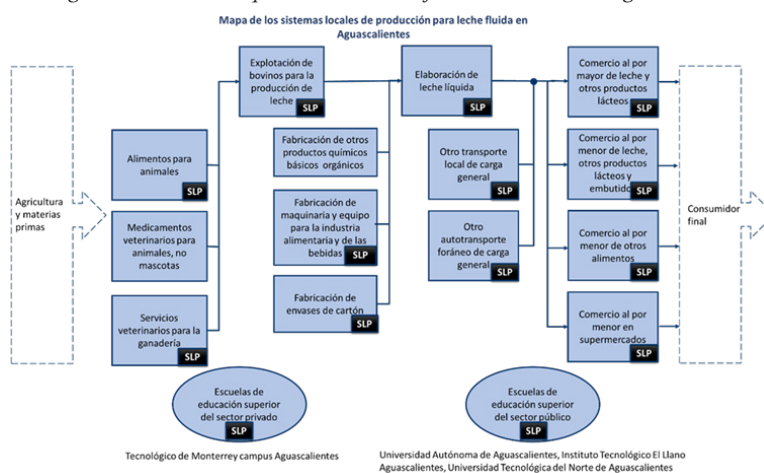
Tabla 1. Participación por municipio en producción de leche

Municipio	Leche (miles de litros)	Porcentaje de participación
Aguascalientes	104882	24.63%
Asientos	35927	8.44%
Calvillo	31539.5	7.41%
Cosío	24510.3	5.76%
El Llano	18518.2	4.35%
Jesús María	50899.7	11.95%
Pabellón de Arteaga	34454.5	8.09%
Rincón de Romos	49435.8	11.61%
San Francisco de Los Romo	34664.7	8.14%
San José de Gracia	8069.16	1.89%
Tepezalá	32931.2	7.73%
<b>Total, general</b>	<b>425832.06</b>	

Conociendo la cantidad de producción del estado se procedió a un análisis del mercado nacional donde se identificó a los principales estados productores: Jalisco, Coahuila, Durango, Chihuahua y Veracruz; mientras que en el mercado global Estados Unidos, India, Brasil, Alemania y China concentran el 58% de la producción mundial de leche de bovino, posicionándose como la principal competencia.

Teniendo el panorama general respecto a la leche y con apoyo de la información encontrada en el SCIAN (2018) [9], CEPAL (2018) [10] y Hernández, J., Fontrodona, J., & Pezzi A. (2005) [11] se elaboró el mapa de los sistemas locales de producción para leche fluida en el estado, donde se observan las actividades necesarias para la elaboración y con cuántas y cuáles se cuenta. Figura 2.

Fig. 2. Sistema local de producción de leche fluida en el estado de Aguascalientes



Las principales problemáticas detectadas por el INEGI en la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019 [12] son puntuales:

Alto costo de forrajes y alimentos para bovinos.

Alto costo de servicios.

Falta de infraestructura y avances tecnológicos.

El promedio de edad de los productores supera los 50 años.

Falta de organización para la producción.

Trámites burocráticos para financiamientos y créditos.

Falta de información respecto a los precios de los productos.

Inseguridad.

En este sentido, la propuesta de consolidación presentada a continuación se sustenta en el análisis situacional, el comportamiento de crecimiento del producto dentro del estado de Aguascalientes y las problemáticas anteriormente mencionadas.

Uno de los datos más relevantes es que dentro del estado se cuenta con gran parte de la cadena de producción, pues existen productores de materia prima, industria de transformación e incluso con sistemas de transporte que hacen posible la elaboración del producto; no obstante, la cantidad de productores ha disminuido considerablemente por lo que resulta necesario reunir a los pequeños productores para establecer planes de acción estandarizados que atiendan puntos de interés como:

Adquirir nuevas tecnologías para la extracción de la leche, con el objetivo de llevar a cabo este proceso en menor tiempo y con un menor esfuerzo.

Implementar planes estandarizados con relación a medidas sanitarias dentro de las prácticas que conlleva la producción de leche y transporte.

Concretar y brindar apoyo para la obtención de financiamientos o créditos gubernamentales para los pequeños productores con la finalidad de mejorar las instalaciones y adquirir nuevo equipo, como puntos principales.

Creación de una base de datos donde puedan plasmarse los avances y áreas de oportunidad antes, durante y

después de la implementación de las propuestas de desarrollo, a fin de evaluar la efectividad y comenzar con el registro histórico para futuras investigaciones, propuestas y modificaciones a los sistemas productivos.

Acercar a las nuevas generaciones a la producción del sector mediante innovaciones en el producto y como una fuente futura de ingresos sostenible.

Brindar un acompañamiento para trámites gubernamentales y certificaciones para los productores que lo necesiten.

Facilitar la adquisición de cabezas de ganado de calidad para incrementar los estándares y niveles de producción.

Mantener un seguimiento para registro y evaluaciones de las acciones realizadas.

Brindar apoyo para que las actividades relacionadas con la leche que no se encuentren en la entidad se puedan proveer localmente.

El objetivo principal es la sinergia de los pequeños productores del sector para poder obtener un precio justo por el producto, y a futuro que sea un producto con calidad de exportación; con ello se busca el desarrollo y especialización del producto en el estado. A su vez los productores, la industria y aquellos partícipes de la cadena se beneficiarían y el estado retomara a este producto como una actividad representativa dentro de la industria que contribuya y tenga un peso importante en la economía.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Gracias al proceso de investigación y metodologías utilizadas se pudo observar que Aguascalientes posee más del 80% de las actividades necesarias para el sistema local de producción de leche así como también las condiciones para elevar y mejorar la producción, sin embargo se debe hacer frente a las problemáticas anteriormente mencionadas que giran en torno a la organización y administración, por lo que se abre la posibilidad de nuevas investigaciones que sean orientadas al desarrollo detallado de planes de acción para las propuestas generadas en el presente documento.

## IV. RECONOCIMIENTOS

Agradezco en primer instancia a los coordinadores del Verano de la Ciencia así como a las universidades participantes que crean los espacios para que estudiantes universitarios puedan tener un acercamiento guiado y de calidad hacia la investigación de temas actuales y de interés; al Dr. Juan Carlos Neri Guzmán investigador durante la estancia; a la Universidad Politécnica de San Luis Potosí por las capacitaciones y herramientas brindadas para la elaboración de la presente investigación; a la Universidad Autónoma de Aguascalientes y al Dr. Javier Eduardo Vega Martínez por el apoyo brindado por parte de mi institución y centro académico para formar parte de este Verano de la Ciencia.

## REFERENCIAS

[1] CANILEC. (2011). El libro blanco de la leche. 11 julio,2021, de CANILEC Sitio web: [https://www.uv.mx/personal/pcervantes/files/2012/05/libro\\_blanco\\_de\\_la\\_leche.pdf](https://www.uv.mx/personal/pcervantes/files/2012/05/libro_blanco_de_la_leche.pdf)

CANILEC. (2021). Estadísticas del Sector Lácteo 2010 - 2020. 1 julio, 2021, de CANILEC Sitio web: <https://www.canilec.org.mx/estadisticas-2/>

[2] FAO. (2011). Procesos para la elaboración de productos lácteos. 10 julio,2021, de FAO Sitio web: <http://www.fao.org/3/bo954s/bo954s.pdf>

[3,11] Hernández, J., Fontrodona, J, & Pezzi A. (2005). Map of Local Industrial Production Systems in Catalonia. 13 julio,2021, de Ministry of Employment and Industry of the Autonomous Government of Catalonia Department of Industry Sitio web: [http://empresa.gencat.cat/web/.content/001-departament/04-serveis/01-publicacions/Empresa\\_Industria/papers\\_d\\_economia\\_industrial/documents/arxiu/21\\_angles.pdf](http://empresa.gencat.cat/web/.content/001-departament/04-serveis/01-publicacions/Empresa_Industria/papers_d_economia_industrial/documents/arxiu/21_angles.pdf)

- [4] INEGI. (2014). Producción de ganado bovino. 4 junio, 2021, de INEGI Sitio web: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2014/doc/minimonografia/prodbovena14.pdf>
- [5] SAIC. (2021). Censos Económicos. junio 21, 2021, de INEGI Sitio web: <https://www.inegi.org.mx/app/saic/default.html>
- [6, 8] SIAP. (2020). Estadística de Producción Ganadera. junio 16, 2021, de SIAP Sitio web: <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>
- [7] INEGI. (2021). Espacio y datos de México. junio 22, 2021, de INEGI Sitio web: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx>
- [9] INEGI. (2018). Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México 2018, SCIAN México 2018- Clasificación Industrial Internacional Uniforme Rev. 4, CIIU Rev. 4. 21 julio, 2021, de INEGI Sitio web: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/scian/tablxiv.pdf>
- [10] CEPAL. (2018). La cadena regional de valor de la industria de lácteos en Centroamérica. 22 julio, 2021, de ONU Sitio web: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43236/1/S1800075\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43236/1/S1800075_es.pdf)
- [12] INEGI. (2019). Encuesta Nacional Agropecuaria 2019. 3 julio, 2021, de INEGI Sitio web: <https://www.inegi.org.mx/programas/ena/2019/#Tabulados>

## INYECTOR DE COMPOSTA LIQUIDA BIODEGRADABLE (ICLB)

Diana Guadalupe Garcia Reyna

Instituto Tecnológico Superior de Monclova

Carretera 57 km 4.5 Unidad Tecnológica y, Universidad, C.P.95245 Monclova, Coahuila.

*dianagarciareyna@gmail.com*

Gabriela Baltierra Costeira

Instituto Tecnológico Superior de Monclova

Carretera 57 km 4.5 Unidad Tecnológica y, Universidad, C.P.95245 Monclova, Coahuila.

*gabriela.bc@monclova.tecnm.mx*

Resumen — En el presente proyecto se realiza una optimización, buscando ofrecer nutrientes a la tierra y eliminar los factores que la dañan. Para esto se realizará un producto nuevo e interesante y sobre todo su elaboración está basada en materiales orgánicos. Las malas prácticas agrícolas, labores intensivas, eliminación de materia orgánica, utilizar agua de mala calidad y el uso excesivo de fertilizantes dan paso a que los nutrientes se agoten de manera rápida, y esto lleva a la pérdida de la fertilidad del suelo y a su degradación. Por eso es de suma importancia su cuidado y preservación, ya que el suelo es donde comienza la alimentación, proporciona el ciclo de nutrientes primarios para la vida animal y vegetal.

Palabras clave — Fertilizantes, Orgánica, Degradación, Suelo.

Abstract —. In the present project an optimization is carried out, seeking to offer nutrients to the soil and eliminate the factors that damage it. For this purpose, a new and interesting product will be created and, above all, its elaboration will be based on organic materials. Bad agricultural practices, intensive tillage, elimination of organic matter, use of poor quality water and excessive use of fertilizers lead to the rapid depletion of nutrients, which leads to the loss of soil fertility and its degradation. That is why its care and preservation is of utmost importance, since the soil is where food begins, it provides the cycle of primary nutrients for animal and plant life.

Keywords — Fertilizers, Organic, Degradation, Soil.

## I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación abarcara la idea de un producto innovador completamente biodegradable para aminorar el daño en la tierra producido por excesos de cosecha o por desechos de químicos, por parte de la población en general y en especial los que se dedican a la agricultura o cualquier trabajo con la tierra que eventualmente producirían la infertilidad de la tierra. Mediante la implementación principalmente del carrizo seco como base del inyector, que al entrar en contacto con la tierra se va descomponiendo sin afectar. La conservación del suelo cubre muchos aspectos de la agricultura, incluida la gestión de residuos de cultivos, enmiendas del suelo como la fertilización y la aplicación de estiércol, la agricultura en contorno y el cultivo en franjas, y la elección del sistema de cultivo. (Leonhardt, 2019). En los últimos años, el carrizo ha ganado popularidad en el entorno construido, principalmente debido a su bajo costo, alta resistencia mecánica, estética atractiva, flexibilidad e impacto ambiental muy bajo, o incluso positivo. Por esto es el principal material de este proyecto.

## II. MARCO TEÓRICO

La degradación del suelo.

En primer lugar, la degradación del suelo es un problema principal en todo el mundo, en segundo lugar, la degradación física, química y biológica del medio ambiente del suelo requiere una investigación detallada, profundizando también en algunos aspectos nuevos poco cubiertos hasta ahora (Avelino Nuñez Delgado, 2020) Prácticas agroecológicas, y microorganismos benéficos en particular, ofrecen una alternativa asequible y sostenible a los insumos minerales para mejorar la nutrición de las plantas y la salud del suelo para un rendimiento óptimo de los cultivos y una producción sostenible. (Mary Atieno D. , 2020)

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

Se elabora un inyector de composta líquida biodegradable, este mismo se realizará con carrizo seco, sustituyendo así el tubo PVC, con la finalidad de no dañar al medio ambiente con más plásticos, fierro y materiales que efectivamente perjudican al suelo. Para la composta se utilizarán materiales orgánicos, elementos que se tienen en el hogar comúnmente o que son fáciles de conseguir. Debido a que los materiales serán completamente biodegradables, el producto no tendrá ningún tipo de afectación a la tierra y una de las características del carrizo es que puede mantenerse enterrado por muchos años así que será posible colocar el inyector de dos maneras ya sea en la superficie o dentro de la tierra.

Este producto está dividido en 3 partes, la primera parte será para elaborar el inyector, la segunda parte es para realizar la composta que irá dentro del inyector en la primera parte elaborado, y la tercera y última parte es para culminar el proceso, se vaciará en el inyector la composta elaborada en la parte 2.

Parte 1.

*Figura.1 Preparación para el inyector.*



Materiales utilizados para elaborar el inyector

- 1 taladro
- 1 martillo
- 1 varilla larga de acero
- 1 serrucho



Los materiales mencionados anteriormente se utilizaron para realizar los orificios al carrizo, mismos que son necesarios para el correcto y buen funcionamiento del inyector.

Figura.2 Estructura de elaboración de inyector.



Parte 2.

Figura.3 Materiales requeridos para elaborar la composta.



Materiales para la composta

- 1 pera
- 1 manzana
- ¼ de perejil
- ½ tomate
- Estiércol
- 1 litro de agua
- 100 gramos de nopal

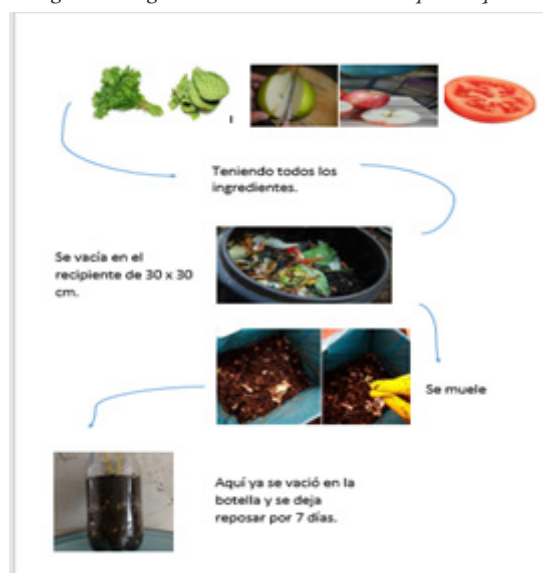
Materiales utilizados para vaciar composta o mezclar.

- 1 recipiente de 30 x 35 cm con fondo de 10 cm aprox.
- 1 botella vacía de 2.5 ml
- 1 Tejolote

Los materiales mencionados anteriormente son materiales que fácilmente podemos conseguir en el hogar. Para mezclar los ingredientes fue fundamental quitar semillas y huesos para poder molerlo y que no quedarán cantidades grandes de ingrediente sin mezclarse.

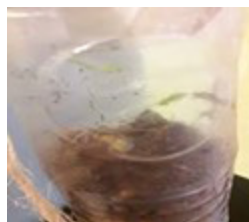
Para la elaboración de la composta es necesario que se sigan los pasos como vienen representados en el diagrama de la figura 5.

Figura.4 Diagrama de elaboración de la composta liquida



#### IV. RESULTADOS

Figura 5. Prueba de test casero con vinagre, agua y bicarbonato para conocer el pH.



Para esto fue necesario poner agua en un recipiente, después se le agregó tierra y vinagre. En otro recipiente se colocó agua y tierra con la que también se trabajará y además bicarbonato. El resultado que se obtuvo de estas pruebas realizadas fue que la tierra se encuentra en un buen nivel de acidez. Se dejó varios días la composta ya bien preparada en la tierra con el inyector y se estuvieron realizando observaciones, con el objetivo de ver cuánto o que cambios iba generando la composta en el suelo.

Figura 6. Resultados de la prueba de pH a la tierra donde fue aplicado el inyector.



#### V. ANÁLISIS DE RESULTADOS (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

El pH es una de las variables más importantes en los suelos agrícolas, pues afecta directamente a la absorción de los nutrientes del suelo por las plantas, así como a la resolución de muchos procesos químicos que en él se producen. En general, el pH óptimo de estos suelos debe variar entre 6,5 y 7,0 para obtener los mejores rendimientos y la mayor productividad (Prasad, 1997), ya que se trata del rango donde los nutrientes son más fácilmente asimilables, y, por tanto, donde mejor se aportarán la mayoría de los cultivos). En cambio, también hay nutrientes (generalmente microelementos) y cultivos que se adaptan mejor a pH más bien ácidos o básicos.

Con esto pudimos probar que la tierra de cualquier manera siguió siendo alcalina, con niveles de Ph mayores y en algunos test con mayor efervescencia, eso fue dependiendo de los materiales con los que se fueron mezclando.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la elaboración del inyector y la composta líquida se pudo observar aprender como de materiales orgánicos y comunes podemos elaborar y trabajar cosas de mucha utilidad y aun mejor, de productos que sirven para cuidar el medio ambiente. El carrizo es un recurso natural fácil de conseguir además muy fácil de manejarse. Las pruebas caseras tuvieron buenos resultados y pudimos saber con certeza en qué nivel de pH se encuentra la tierra trabajada.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco a la maestra Gabriela Baltierra Costeira por el apoyo otorgado durante el seguimiento de este proyecto y al Tecnológico Nacional de México Campus Monclova por también de alguna manera apoyar este proyecto y por motivarnos a participar en este tipo de Convocatorias.

## REFERENCIAS

- Aveliño Nuñez Delgado, M. Y. (2020). Nueva investigación sobre degradación y restauración de suelos. *Revista de la gestión ambiental*, Vol. 269.
- Leonhardt, H. (2019). Do farmers care about rented land? A multi, method study on land tenure and soil conservation". *Science Direct*, 230.
- Mary Atieno, D. (2020). Evaluación del uso de biofertilizantes para la agricultura sostenible. *Gestión Ambiental*.
- Prasad, R. a. (1997). *Soil fertility management for sustainable agriculture*. Lewis Publishers. Boca Raton. New York., pp.356.

## ESTUDIO DEL EFECTO BIOCONTROL DE MICROORGANISMOS SOBRE FITOPATÓGENOS DE PITAYA

Javier Espinoza Camarena

Instituto Tecnológico superior de Purísima del Rincón

BLVD. del Valle #2301, Guardarrayas. Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413

*Lrs1511123@purisima.tecnm.mx*

Yeny Lizzet Couoh Uicab

Instituto Tecnológico superior de Purísima del Rincón

Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas. Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413

*yeny.cu@purisima.tecnm.mx*

Resumen — Una planta potencial es la fruta del dragón o pitahaya. Esta planta de cactus es eficiente en el uso de agua, rica en betalainas y antioxidantes, tiene beneficios medicinales y es una fuente de ingresos para los productores. Sin embargo, la producción de pitahaya enfrenta desafíos importantes. Entre estos, las pérdidas debidas a enfermedades juegan un papel importante en la reducción del rendimiento y la rentabilidad de la fruta. Debido a lo anterior en este estudio se evaluó el efecto de tres cepas de *B. amyloliquefasciens* sobre hongos de *Stenecereus queratoensis*. El género *Bacillus* presenta actividad antimicrobiana ante fitopatógenos inhibe el crecimiento micelial para controlar las enfermedades de la fruta del dragón.

Palabras clave — *Hylocereus costaricensis*, *B. amyloliquefasciens*, Pitahaya.

Abstract — One potential plant is dragon fruit or pitahaya. This cactus plant is water efficient, rich in betalains and antioxidants, has medicinal benefits, and is a source of income for growers. However, pitahaya production faces significant challenges. Among these, losses due to diseases play an important role in reducing the yield and profitability of the fruit. Due to the above, in this study the effect of three strains of *B. amyloliquefasciens* on *Stenecereus* fungi was evaluated. The *Bacillus* genus has antimicrobial activity against phytopathogens, it inhibits mycelial growth to control dragon fruit diseases.

Keywords — *Hylocereus costaricensis*, *B. amyloliquefasciens*, Pitahaya.

### I. INTRODUCCIÓN

La pitaya ocupa hoy un nicho creciente en el mercado de frutas exóticas, así como en los mercados internos de los países productores, como Vietnam, Malasia, Colombia, México, Costa Rica y Nicaragua. En otros lugares, la pitahaya se considera una especie frutal nueva y prometedora. Este éxito puede explicarse en parte por las atractivas cualidades de la fruta. y características (color y forma atractivos). El árbol de la fruta del dragón es un

fruto prometedor porque sus frutos tienen propiedades nutraceuticas, además de ser una especie de fácil manejo y adaptada a las condiciones de baja disponibilidad de agua durante su ciclo, despertando el interés comercial de sus plántulas y frutos. El término genérico “pitahaya” incluye varias especies diferentes, que a menudo pueden ser una fuente de confusión. Actualmente, solo unas pocas especies de pitahaya son comúnmente que se encuentran en el mercado: pitahaya amarilla, una fruta con piel amarilla y pulpa blanca, y pitahaya roja, una fruta con piel roja y pulpa blanca o roja. Estas especies son nativas de la zona tropical y América subtropical. Los principales temas de investigación son la genética, la biología oral, la ecofisiología (composición fisicoquímica) [3,2].

Conocidas por su apariencia distintiva y textura delicada, las plantas de la familia Cactaceae se distinguen fácilmente de las otras familias del reino vegetal. La fruta es rica en betalaínas que se utilizan ampliamente como colorantes en la industria alimentaria sustituyendo los colorantes sintéticos [1,2].

Se han reportado 24 especies comestibles de pitayo (*Stenocereus* spp.) en América de las cuales 20 son endémicas de México, por lo que se podría considerar su centro de origen. Recientemente, esta cactácea ha sido motivo de atención comercial por el agradable sabor que tienen sus frutos suculentos, de pulpa jugosa y dulce de gran variedad de coloraciones (blancas, amarillas, moradas y rojas).

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### Microorganismos

Las cepas utilizadas en el presente trabajo fueron *Bacillus Amylolyquefasciens*, hongos de pitahaya.

### Pruebas de patogenicidad

La prueba de patogenicidad es el principal criterio para la identificación de bacterias sospechosas de ser agentes etiológicos de una enfermedad vegetal. Esto implica la reproducción de lesiones después de la infección artificial de huéspedes adecuados en condiciones de invernadero. La patogenicidad se define como “la capacidad de un patógeno para causar una enfermedad” [6].

Se utilizaron ramas sanas del árbol de pitahaya, los cuales se desinfectaron con solución de hipoclorito de sodio 0.5 % durante 5 min. Posteriormente, se sumergieron en agua destilada estéril durante 5 min, se colocaron sobre toallas de papel estéril y se dejaron secar a temperatura ambiente. Se realizó la inoculación con herida (punción). Las ramas se colocaron en bolsas de plástico para proporcionar condiciones de humedad, posteriormente cada 72 h se midió la lesión. Finalmente se obtuvieron tres aislamientos hongo 1, hongo 5 y hongo 16 [6].

### Ensayo de antagonismo

El antagonismo se refiere a la acción de cualquier organismo que suprima o interfiera con el crecimiento normal y la actividad de un patógeno vegetal, como las partes principales de bacterias u hongos. Estos organismos se pueden utilizar para el control de plagas y se denominan agentes de control biológico [4]. En cajas Petri con medio PDA, se colocó una porción de 0.5 mm de diámetro de micelio crecido previamente a 27°C por 7 días en PDA en el centro de la caja. En cada uno de los extremos de la caja Petri por medio de estría se colocó las cepas de *Bacillus*. se incubó durante tres días a 37°C y se midieron los diámetros de crecimiento del micelio. El efecto antagonista se reporta como el porcentaje de inhibición de *Bacillus* sobre el hongo calculando mediante la ecuación 1.

$$\% \text{ de inhibición} = 100 - (\text{DMCT} * 100) / \text{DMST} \quad (1)$$

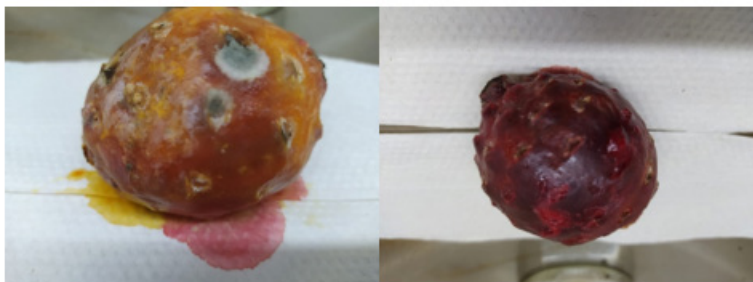
Donde DMST es el diámetro micelial sin tratamiento y DMCT es el diámetro micelial con tratamiento.

### III. RESULTADOS

#### Pruebas de patogenicidad

Los primeros síntomas del hongo se observaron al día uno después de la inoculación (ddi) (Figura 1). A los 8 ddi todos los aislamientos fueron patogénicos al ocasionar lesiones de 1.4 a 20 cm.

Fig. 1. Frutos de pitayo, síntomas observados ocho días después de la inoculación.



#### Características morfológicas

En cuanto al desarrollo de los hongos en medio de cultivo PDA, se puede observar el control desarrollo micelio blanco. Con respecto a la velocidad de crecimiento del patógeno en medio de cultivo se observó que este fue muy rápido a los 7 días.

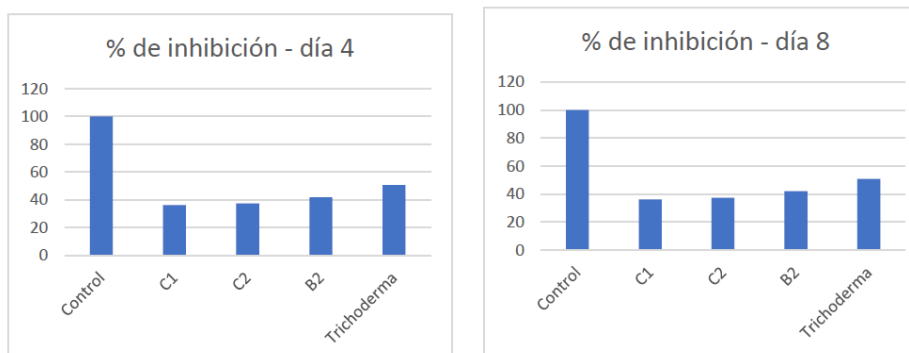
Fig. 2. A) control hongo 16, B) inhibición *B. amyloliquefasciens*, C) inhibición *trichoderma*.



#### Ensayo de antagonismo

Con la finalidad de obtener el efecto antagonista se reporta como el porcentaje de inhibición de bacillus sobre el hongo se tomaron medidas a los 4 y 8 días, posterior a esto se calcula mediante la ecuación 1. En la gráfica 1 podemos observar el cómo la cepa C1, C2, B2 en el día 4 y 8 inhibieron totalmente al hongo ya que no le permitió crecer, mientras que trichoderma creció un poco mas y se ve reflejado en el día 8.

Gráfica 1. Porcentaje de inhibición A) día 4, B) día 8.





#### IV. DISCUSIÓN

Hay varias opciones de control disponibles para determinadas enfermedades de la fruta del dragón y el uso de agentes de control biológico se ha considerado un enfoque de control de enfermedades sostenible y prometedor. El género *Bacillus* presenta actividad antimicrobiana ante fitopatógenos. *Bacillus* inhibe el crecimiento micelial para controlar las enfermedades de la fruta del dragón. Entonces si el género *Bacillus* presenta actividad antimicrobiana la especie este estudio presenta que *Bacillus amyloliquefasciens* puede inhibir el crecimiento de hongos patógenos del género *Hylocereus*.

#### V. CONCLUSIONES

En la última década en México se ha incrementado más de diez veces la producción de pitaya hasta alcanzar una producción de 4 500 t. Recientemente, esta cactácea ha sido motivo de atención comercial por el agradable sabor que tienen sus frutos succulentos, de pulpa jugosa y dulce de gran variedad de coloraciones. Se podría pensar que, con el aumento de la oferta y la demanda, la producción de fruta del dragón debería ser muy productiva y rentable. Desafortunadamente, existen desafíos asociados con la producción de fruta del dragón que limitan su máximo potencial de producción. Entre estos problemas se encuentran las enfermedades causadas por hongos y bacterias. Los patógenos que causan antracnosis, pudrición de frutos y tallos, podredumbres blandas tienen un impacto significativo en las reducciones de rendimiento. La incidencia de estas enfermedades está aumentando en todo el mundo y en los últimos cinco años así ha sido. Hay varias opciones de control disponibles para determinadas enfermedades de la fruta del dragón y el uso de agentes de control biológico se ha considerado un enfoque de control de enfermedades sostenible y prometedor.

En este estudio las tres cepas de *B. amyloliquefasciens* y la cepa de *thrychoderma* hasta los 4 días muestran un efecto inhibitorio frente al hongo 16, sin embargo, a los 8 días posterior a la infección el hongo patógeno supera a las cepas biocontrol.

#### VI. AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, al Comité Organizacional del Verano de la Ciencia de la Región Centro y a mi asesora la Dra. Yeny Lizzet Couoh Uicab por todo el apoyo, todos los conocimientos y experiencias adquiridas para la realización de la estancia de verano.

#### REFERENCIAS

- [1] Balendres, M., & Bengoa, J. (2019). Diseases of dragon fruit (*Hylocereus* species): Etiology and current management options. *Crop Protection*, 126, 104920. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104920>
- [2] le Bellec, F., & Vaillant, F. (2011). Pitahaya (pitaya) (*Hylocereus* spp.). *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits*, 247–273e. <https://doi.org/10.1533/9780857092618.247>
- [3] de Sousa Antunes, L. F., de Sousa Vaz, A. F., Santos Reis De Andrade Da Silva, M., Fernandes Correia, M. E., Ferreira Cruvinel, F., & Peres Martelleto, L. A. (2021). Millicompost: Sustainable substrate for the production of dragon fruit seedlings (*Selenicereus undatus*). *Cleaner Engineering and Technology*, 4, 100107. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100107>
- [4] Meetum, P., Leksomboon, C., Kanjanamaneesathian, M., 2017. Potential of *Bacillus* spp. as biological control agents to suppress anthracnose disease of dragon fruit (*Hylocereus undatus*). *Acta Hort.* (Wageningen.). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1186.20>.
- [5] Mercado-Silva, E.M., 2018. Pitaya—*Hylocereus Undatus* (Haw). *Exotic Fruits Reference Guide*. ht-

[tps://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00045-9](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00045-9).

[6] Nieto-Angel, D., Almaraz-Sánchez, A., Ayala-Escobar, V., Orozco-Santos, M., & Lara-Viveros, F. M. (2019). PRIMER REPORTE DE *Colletotrichum coccodes* EN FRUTOS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum*) EN MÉXICO. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 42(3), 195–200. <https://doi.org/10.35196/rfm.2019.3.195-200>

[7] Tel Zur, N., 2015. R&D of pitahayas – dragonfruit – vine cacti: limitations and challenges and the current global market. *Acta Hortic.* (Wagening.) 1067, 365–370.





# INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS





## Índice

<i>Uso de residuos metalúrgicos en la remoción de cromo de aguas contaminadas</i> Andrea Chavana Medina § Nallely Guadalupe Picazo Rodríguez	10
<i>Diseño de aplicación móvil para el verano de la Ciencia de la Región Centro</i> Gerson Edmundo Wong García § Rubén Miguel Riojas Rodríguez	15
<i>Diseño de aplicación web para el verano de la región centro</i> Jesús Cristian Alejandro Acuña Zapata § Rubén Miguel Riojas Rodríguez	20
<i>Diseño de biorreactor para aprovechamiento de Eichhornia crassipes en la generación de biogás</i> Natalia Guadalupe Díaz Gil § Luis Fabián Fuentes Cortés	26
<i>App Multiplataforma Para Control De Un Brazo Robótico Articulado</i> Christian Daniel Andrade Camacho § José Miguel Jaimes Ramírez	33
<i>Técnicas SPWM para inversor multinivel</i> Tonathiu Hernández Hernández § José Juan Alfaro Rodríguez	39
<i>Síntesis de esponjas magnéticas de concreto polimérico con nanopartículas magnéticas</i> María Angélica Martínez Rubio § Javier Gustavo Cabal Velarde	48
<i>Ajuste de datos cinéticos de crecimiento microbiano utilizando inteligencia artificial</i> Zapata Banda Estefania § Cortez González Jazmín	54
<i>Obtención de materiales base-grafeno a partir de biomasa</i> Christopher Alan Monsivais Mancha § Dra. Rocio Martínez Flores	59
<i>Inversor monofásico fotovoltaico de tres niveles para inyección de potencia a la red sin transformador</i> Carlos Nieto Espinoza § Gerardo Vázquez Guzmán	64
<i>Evaluación de eficiencia antifúngica en un compuesto de PU y nano partículas de plata</i> Brenda Ameyally Gerardo Vergara § Armando Mares Castro	71
<i>Mecanismo de Extracción de Piezas Automotrices Impresas en 3D</i> Valerio Pérez Erick Alexander § Zea Pérez José Marcos	77
<i>Aplicación de las espumas metálicas en el sector automotriz</i> Salma Denisse Medina García § Alondra Anahí Verdín Verdín	83
<i>Implementación de mejora en el proceso de pegado de piezas de calzado y evaluación estadística fase 1: Análisis de métodos y control estadístico</i> Laura Fabiola Núñez Romero § Dr. Armando Mares Castro	89



<i>Optimización en el proceso de pegado de piezas de calzado y evaluación estadística</i> Yuliana Hernández Hernández § Dr. Armando Mares Castro	97
<i>Annyeong: Aplicación móvil como herramienta contra el acoso callejero</i> Valeria Sthepanía García Hotema § Estefanía Cerrillo Andrade	106
<i>Despacho óptimo ambiental de sistemas eléctricos de potencia: minimización de las emisiones de CO2 mediante la integración de fuentes de energía renovables</i> Ulises Galeana Padilla § José Miguel García Guzmán	113
<i>Modulaciones de un convertidor CD-CA multinivel</i> Diana Geraldine Castañeda Rubalcaba § José Miguel Sosa Zúñiga	118
<i>Análisis de Carga de un Vehículo Eléctrico.</i> Heber Isidro Morales Lugo § Brenda Santa Dublan Barragán	124
<i>Normatividad del uso de Agua Residual</i> Edith Karina Pérez Lara § Nayeli Montalvo Romero	130
<i>Importancia del uso de Plantas en la Purificación de Agua Residual</i> Graciela Escoto Zamudio § Nayeli Montalvo Romero	136
<i>Monitoreo de la humedad del suelo de plantas individuales mediante IoT</i> Carlos Antonio Muñoz Malpica § Adolfo Rafael López Núñez	142
<i>Automatización electroneumática de sistema dosificador por gravedad de productos granulados y en polvo</i> Sandra Jacqueline Martínez Gómez § Juan Pablo Razón González	148
<i>Despacho óptimo ambiental de sistemas eléctricos de potencia: minimización de las emisiones de CO2 mediante la integración de fuentes de energía renovables</i> Martín García Barajas § José Miguel García Guzmán	153
<i>Estudio y comparación de procesamientos poliméricos</i> Graciela Guerrero Lara § Cynthia Graciela Flores Hernández	158
<i>Estudio de la síntesis de compuesto magnéticos a partir del mineral de celestita y sulfato ferroso por la técnica de coprecipitación</i> David Eliud Flores Hernández § Ma. Gloria Rosales Sosa	163
<i>Desarrollo de un apósito hidrosoluble electrohilado con aplicación en ingeniería de tejidos</i> Elia Lizbeth Nava Chávez § Eduardo Arturo Elizalde Peña	168
<i>Estudio de la Síntesis de ferrita de calcio por la técnica de coprecipitación química.</i> Andrea Carrillo Santellana § Ma. Gloria Rosales Sosa	173
<i>Análisis de estudio de respuesta a la frecuencia en transformadores de potencia.</i> Jorge Rubén Bustos Aguilar § Fernando Jurado Pérez	178
<i>Diseño e implementación del sistema de control por LabVIEW para la cámara de eventos múltiples (temperatura, ultravioleta, infrarrojo, humedad) para caracterización de envejecimiento acelerado de estructuras poliméricas</i> Patiño Jaramillo José Guadalupe § Javier Gustavo Cabal Velarde	185
<i>Impresión 3d de un vehículo AGV Escala 1:10</i> Elmer Uriel Pérez González § Carlos Fuentes Silva	191
<i>Estudio de factibilidad para la instalación de celdas fotovoltaicas que alimenten eléctrica-</i>	

<i>mente el edificio uno del TecNM Campus Monclova</i> Valeria Estefanía Rendón Gómez § Adriana Hernández Córdova	196
<i>Análisis de diferentes combustibles en motores de combustión interna</i> Zazil Gaspar Aranguré § Juan Manuel García Guendulain	201
<i>Diseño de un dispositivo inteligente para evaluar condiciones ergonómicas industriales.</i> Juan Gilberto Quintero López § Guillermo García Rodríguez	206
<i>Determinación del nivel de producción de cultivos</i> Ana Karem Jasso Vázquez § Nayeli Montalvo Romero	211
<i>Determinación de Variables Agrícolas</i> José Rodrigo Vargas López § Aarón Montiel Rosales	216
<i>Revisión e Identificación de los Cultivos que son parte de la Dieta Alimenticia</i> Ana Karla Rodríguez Padilla § Aarón Montiel Rosales	220
<i>Identificación y Análisis de los Sistemas de Control de Monitoreo Agrícola</i> Erick Alejandro López Maciel § Aarón Montiel Rosales	225
<i>Diseño de un dispositivo biomimético para la evaluación fototérmica de nanoestructuras plasmónicas con potencial terapéutico</i> Perla Angélica Izaguirre Camargo § Daniela Edith Salado Leza	229
<i>Despacho óptimo ambiental de sistemas eléctricos de potencia: minimización de las emisiones de CO2 mediante la integración de fuentes de energía renovables</i> Isaac Benjamín Hernández Medina § José Miguel García Guzmán	235
<i>Control electrónico de un brazo robótico articulado por medio de una tarjeta de circuito impreso PCB</i> Miguel Ángel Saldaña Salas § Mónica Balvanera Ortuño López	240
<i>Detección de anomalías en la piel</i> Jose Antonio Corona Guevar § Valentín Calzada Ledesma	246
<i>Desarrollo de un sistema de inteligencia artificial industrial sobre arquitecturas embebidas para el análisis y detección de defectos en insumos de corte para la industria del cuero y calzado</i> Carlos Fernando Orozco Solis § Valentín Calzada Ledesma	252
<i>Sistema de control de calidad para manufactura basado en visión computacional</i> Isaac Alcocer Contreras § Gerardo Trejo Caballero	259
<i>Síntesis de esponjas magnéticas de concreto polimérico con nanopartículas magnéticas</i> Felix Fernando Ramírez Diosdado § Javier Gustavo Cabal Velarde	264
<i>Mejoras en Diseño de Sistema de Frenado y Acelerado Para automóvil Usado por Personas Discapacitadas</i> Leandro Merino Angeles § Gloria Flor Mata DonJuan	270
<i>Sistema de mejoramiento de imágenes colposcópicas basado en procesamiento digital de imágenes</i> Diana Laura Lara Díaz de León § Gerardo Trejo Caballero	275
<i>Estudio del efecto de temperatura en la síntesis de magnetita por la técnica de coprecipitación</i>	

<i>química</i>	
Jesus Martin Galvan Lira § Ma. Gloria Rosales Sosa	281
<i>Diseño de una fuente de excitación luminosa para aplicaciones en espectrofotometría.</i>	
Ari Axel Gutiérrez Gil § Yolanda Jiménez Flores	286
<i>Elaboración de Hidroxiapatita dopada con iones metálicos para su uso potencial en Nano- medicina</i>	
Ricardo Daniel Estrada Moreno § Rodrigo Rafael Velázquez Castillo	291
<i>Técnicas SPWM para inversores multinivel</i>	
Flores González Fanny Sarai § José Juan Alfaro Rodriguez	296
<i>Convertidores CD-CD como interfase de baterías Ion-Litio para aplicaciones automotrices</i>	
Leopoldo Guadalupe Porras Rodríguez § Ma. Guadalupe Ortiz López	303
<i>Diseño de una prensa hidráulica</i>	
Oscar Sebastián Martínez Rojas § Julio Rojo Hernández	309
<i>Fabricación de un andamio hecho de vidrio bioactivo/Ag para aplicaciones en tejido epite- lial causadas por quemaduras</i>	
Frida Sofía Andrade Sierra § Criseida Ruiz Aguilar	314
<i>Evaluación de técnicas OSINT y de inteligencia artificial para la implementación de una plataforma de análisis delictivo</i>	
Haim Guel Quiroz § Rafael Llamas Contreras	320
<i>Integración de redes de agua con cogeneración energética para lograr cero emisiones en la industria cervecera</i>	324
Esli Jhoana Serrano Muñoz § Dra. Alicia Román Martínez	324
<i>Diseño de un dispositivo inteligente para evaluar las condiciones ergonómicas industriales</i>	
Oliva Aguilar Mayra Alejandra § Guillermo García Rodríguez	330
<i>Diseño de biorreactor para aprovechamiento de Eichhornia crassipes en la generación de biogás</i>	
Valeria Monserrat Domínguez Pérez § Luis Fabián Fuentes Cortés	336
<i>Obtención de materiales base-grafeno a partir de biomasa</i>	
Jahir Arturo Ortiz Munguia § Rocio Martínez Flores	344
<i>Elaboración de hidroxiapatita dopada con iones metálicos para su uso potencial en nano- medicina</i>	
María Paulina de la Cruz Moreno § Rodrigo Rafael Velázquez Castillo	349
<i>Agenda dinámica de citas para múltiples negocios</i>	
Jesús Abraham Raya Gómez § Dennise Ivonne Gallardo Álvarez	355
<i>Agenda dinámica de citas para múltiples negocios</i>	
Oswaldo Álvarez Juárez § Dennise Ivonne Gallardo Álvarez	361
<i>Desarrollo de un modelo basado en Machine Learning para la predicción de propiedades mecánicas de un acero.</i>	
Fermín Abimael Rodriguez Campuzano § Manuel García Yregoi § Ma. Gloria Rosales Sosa § R. Servín Castañeda	366
<i>Evaluación y reducción de riesgos ergonómicos en una empresa Textil</i>	

Gabriela Domínguez Moreno § María del Carmen Saavedra Martínez	372
<i>Problemática que enfrentan los estudiantes de IQMYM para aprender online.</i>	
Aime Joselyn García Lugo § Blanca Idalia Rosales Sosa	377
<i>Diseño conceptual de prótesis basada en materiales compuestos poliméricos</i>	
Alexa Michelle García Machain § Juventino López Barroso	382
<i>Obtención de hidroxiapatita a partir de escamas de tilapia para la elaboración de un bio-material.</i>	
Martínez Rangel Amaya Libertad § Rosa Jazmín Trasviña Osorio	388
<i>Elaboración de un diagnóstico basado en la capacidad y madurez de los procesos de manufactura</i>	
Aneley Vanessa Silva Romero § José Luis Tavares López	393
<i>Real time programming for human motion</i>	
Brenda Ivonne Valtierra Zavala § Miroslava Cano Lara	399
<i>IVigilancia tecnológica para la identificación de innovaciones en el monitoreo y adquisición de variables en una línea de producción de tejas de barro</i>	
Juan Tomás Oliva Ramos § Carina Guadalupe Chagolla Barajas	403
<i>Manufactura de CNC potenciado con IA industrial</i>	
Daniel Capetillo Sanchez § Juan De Anda Surez	406
<i>Desarrollo de un modelo basado en Machine Learning para la predicción de propiedades mecánicas de un acero.</i>	
Fermín Abimael Rodríguez Campuzano § Manuel García Yregoi § Ma. Gloria Rosales Sosa § R. Servín Castañeda	412
<i>Integración de Industria 4.0 a un Sistema de Manufactura Esbelta</i>	
Guersom Roberto Barrón § Luis Fernando Niño Luna	417
<i>Diseño conceptual de prótesis basada en materiales compuestos poliméricos</i>	
Mara Patricia Simeón Chávez § Juventino López Barroso	424
<i>Prototipo de un monitor gestacional</i>	
Jasiel García Serrano § Diego Eduardo Morales Lopez	430
<i>Limpieza de la pirita por lixiviación</i>	
Rangel Sosa José Rodrigo (1) § Muñoz Ramírez Leonor (2) § Reyes Guzmán Claudia Verónica(2),	435
<i>Obtención de hidroxiapatita a partir de escamas de tilapia para la elaboración de un bio-material</i>	
Karla Beatriz Medina Aguilera § Rosa Jazmín Trasviña Osorio	443
<i>Prototipo de captura de imágenes para manejo de suministros en líneas de producción</i>	
Patricia Galván Morales § Marco Ubaldo Flores Ayala	448
<i>Análisis bibliométrico: Uso del carbonizado de hueso en suelos</i>	
Melannie Montserrat Pedroza Jiménez § Nahum Andrés Medellín Castillo	456
<i>Real time programming for human motion</i>	
Oliver Alejandro Mendiola Barrón § Miroslava Cano Lara	462
<i>Tratamiento de un mineral con ácido acético para la obtención de compuestos formadores</i>	

<i>de cerámicos magnéticos</i>	
Siria Monserrath Ozoria Martinez § Ma. Gloria Rosales Sosa	467
<i>Sistema de Congestión Vehicular para monitoreo de rutas alternas</i>	
Piña García Jorge § Anaya Rivera Ely Karina	472
<i>Sistema de Congestión Vehicular para monitoreo de rutas alternas</i>	
Gómez García Martín Adrián § Anaya Rivera Ely Karina	478
<i>Desarrollo de un sistema de inteligencia artificial industrial sobre arquitecturas embebidas para el análisis y detección de defectos en insumos de corte para la industria del cuero y calzado</i>	
Carlos Uriel Cano Zavala § Valentín Calzada Ledesma	484
<i>Sistema telemático para la medición de nivel de combustible en vehículos utilizando sistemas embebidos</i>	
Edder Jair Pérez Hernández § Dr. Jonny Paul Zavala De Paz	490





## USO DE RESIDUOS METALÚRGICOS EN LA REMOCIÓN DE CROMO DE AGUAS CONTAMINADAS

Andrea Chavana Medina

Instituto Tecnológico Superior de Monclova Carretera 57 km 4.5 col. Los 90 S 25733 Monclova, México  
*H17050154@monclova.tecnm.mx*

Nallely Guadalupe Picazo Rodríguez

Instituto Tecnológico Superior de Monclova Carretera 57 km 4.5 col. Los 90 S 25733 Monclova, México  
*nallely.pr@monclova.tecnm.mx*

Resumen — El cromo hexavalente es uno de los desechos industriales más peligrosos, pues la ingesta de este provoca en el cuerpo diversas afecciones severas o incluso la muerte, por eso, es de suma importancia su remoción del agua. La adsorción es un método sumamente eficiente para el tratamiento de aguas residuales, sin embargo, para que este proceso se desarrolle de la manera correcta deben tenerse en control diversos parámetros, uno de estos es el pH. Para comprobar la relevancia de este factor, se realizaron pruebas de laboratorio en una solución sintética de cromo, con diferentes residuos derivados de procesos metalúrgicos y mineros de la región, alterando sus niveles de potencial de hidrogeno para así, verificar la importancia de este en la técnica estudiada.

Palabras clave — Adsorción, pH, agua residual

Abstract — Hexavalent chromium is one of the most dangerous industrial wastes, because the intake of this causes in the body various severe conditions or even death, therefore, it is of utmost importance its removal from water. Adsorption is an extremely efficient method for wastewater treatment, however, for this process to develop in the right way, various parameters must be taken into control, one of these is the ph. To verify the relevance of this factor, laboratory tests were carried out on a synthetic solution of chromium, with different residues derived from metallurgical and mining processes in the region, altering its levels of hydrogen potential in order to verify the importance of this in the technique studied.

Keywords — Adsorption, pH, waste water.

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la industrialización mundial ha provocado un gran impacto ambiental en los ecosistemas, esto causa problemas graves en toda nuestra sociedad y la manera en la que esta se desarrolla.

Un gran problema en el planeta es la contaminación ambiental por desechos industriales en el agua debido a que estos son difíciles de eliminar al tratarse principalmente de compuestos químicos, esto sumado al mal tratamiento de efluentes y a la poca consciencia que se tiene sobre el tema, conlleva a una gran cantidad de agua contaminada que no puede ser recuperada.

Tomando como referencia las premisas anteriores y la escasez de agua que actualmente presenta el mundo, que trae consigo una serie de eventos sumamente desafortunados en caso de no revertirse a tiempo, como sequías y muertes por deshidratación, se propone en este trabajo, investigar los factores que influyen en el proceso de adsorción para conseguir que esta se lleve a cabo de una manera eficiente.

## II. MARCO TEÓRICO

### GENERALIDADES DE CROMO VI

El cromo es un elemento de la familia de los metales que se encuentra comúnmente en el medio ambiente en rocas, animales, plantas y suelo. El Cr(VI) se es utilizado en el cromado, colorantes y pigmentos, curtido de cuero y en la preservación de madera y en cantidades pequeñas para la extracción de petróleo. El cromo hexavalente es un producto común de desechos industriales, pues se produce por la quema de carbón y petróleo, en la producción de acero, soldadura, manufactura de productos químicos, etc. siendo esto, causa de la presencia del cromo en el aire y agua. Por lo general la exposición al Cr(VI) es frecuente en zonas dedicadas a la industria petrolera y textil, este entra en el metabolismo por vía oral, respiratoria y dérmica, es distribuido a diversos órganos y al degradarse genera formas reactivas del cromo capaces de alterar el ADN (Nancy Molina Montoya, 2010).

Los efectos adversos en el organismo derivados de la exposición al cromo VI pueden ser enfermedades cutáneas, reacciones alérgicas, irritación y sangrado nasal, malestar y úlceras estomacales, problemas respiratorios, daño hepático y renal y daños al sistema inmunológico. La ingesta de sales de cromo VI puede causar desde lesiones graves hasta la muerte misma (Nancy Molina Montoya, 2010).

### CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR METALES PESADOS.

El ser humano ha empleado el agua no solo para su consumo, si no también para tareas comunes de su vida como la limpieza, provocando así, que esta se mezcle con un concentrado de desechos. Estos normalmente no pueden ser analizados completamente debido a la gran cantidad de compuestos (orgánicos e inorgánicos) que se encuentran en estos (Cruz, 2008).

La contaminación del agua por concentraciones de metales pesados, es un problema principalmente encontrado en efluentes industriales. Estos elementos representan un problema grave pues no son biodegradables, esto los convirtió en indicadores de calidad ecológica industrial, pues influyen directamente en la toxicidad del agua. Los metales pesados suelen formar asociaciones con sustancias minerales y orgánicas en procesos como un intercambio iónico, adsorción, quelación, etc., por lo que se acumulan en el medio ambiente en sedimentos de ríos, lagos y mares (Adrián Zamorategui Molina, 2007).

### TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Algunos procesos para remover metales pesados de aguas residuales son la precipitación química, flotación, intercambio iónico, flotación, adsorción y electro disposición (Barakat, 2010).

El método más utilizado es la precipitación química con cal y piedra caliza por su bajo costo, sin embargo, este

procedimiento genera una cantidad de lodos excesiva que posteriormente tendrán que ser tratado con métodos adicionales. Otro método, es el intercambio iónico, este hace referencia a un sólido capaz de intercambiar los cationes o aniones de los materiales a tratar, sin embargo, la matriz del material se ensucia con facilidad lo que dificulta su eficiencia. La electrodeposición pasa corriente eléctrica a través de una solución acuosa para que los componentes metálicos se concentren en un depósito metálico desmontable, facilitando la recuperación de los metales (Barakat, 2010).

#### ADSORCIÓN COMO TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

La adsorción es un proceso que consiste en la remoción de elementos, líquidos o gaseosos, al entrar en contacto con algún elemento sólido, conocido como adsorbente. El proceso de adsorción está ligado directamente con las propiedades (superficie específica, porosidad, tamaño de partícula) del adsorbente con el que se esté tratando, pues este determina la eficacia de este método. La temperatura y pH del medio también son factores que influyen en este proceso. (Avila, 2012)

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente trabajo se realizaron catorce de pruebas de adsorción, para las cuales se preparó una solución sintética de cromo con una concentración de 100 ppm. Como adsorbente se emplearon distintos residuos procedentes de la industria metalúrgica y minera. Las pruebas se llevaron a temperatura ambiente en una parrilla de agitación durante 15 minutos. Cabe mencionar que en siete pruebas se ajustó el valor de pH a 3 y se mantuvo así durante las pruebas ajustándolo con ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ). Posteriormente se repitieron las siete pruebas, esta vez sin ajustar el pH.



Tabla 1. Diferencia de pH en pruebas

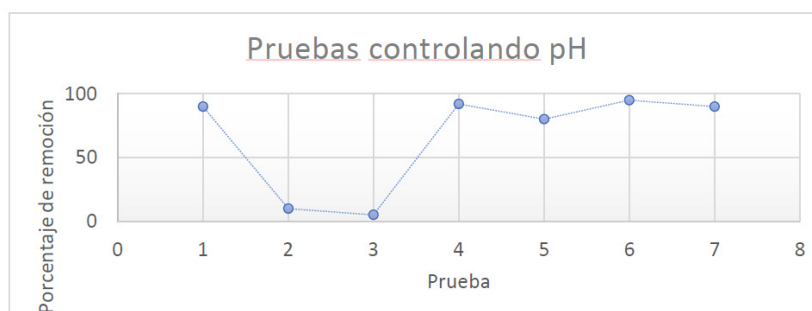
Prueba	Residuo	pH sin ajustar	pH ajustado
AC1	PAC	13	2
AC2	PCN	1	2
AC3	JST	3	1
AC4	PACTT	8	2
AC5	PCNTT	5	1
AC6	JSTTT	3	3
AC7	JSTPA	6	1

## IV. RESULTADOS

Grafica 1. Relación de porcentajes de remoción de Cr(VI) en pruebas con pH no controlado



Grafica 2. Relación de porcentajes de remoción de Cr(VI) en pruebas con pH controlado



## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

En la literatura encontramos que, el cromo hexavalente se mantiene en su forma más estable cuando se encuentra con un pH 3, para esto, en caso de que la solución no sea naturalmente ácida, esta debe ser ajustada con ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) (Francisco Raúl Carrillo Pedroza, 2017)

Se observó en las pruebas, que, al mantener el nivel de la solución en un pH 3 se logra una mayor adsorción de cromo (VI), a diferencia de cuando las soluciones son muy alcalinas. Algunos de los adsorbentes utilizados mantienen naturalmente el pH ácido requerido en la solución y son estos en los que se observaron los mejores resultados.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se realizaron diferentes pruebas de adsorción de Cr (VI) empleando diversos desechos de acería y minería, en una solución sintética de 100ppm: estas fueron realizadas de dos maneras diferentes: controlando y sin controlar el nivel del pH.

Las pruebas con los resultados más favorables fueron las que durante el proceso se llevaron a cabo con valores de pH de 2 a 3.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Los autores del presente trabajo agradecen el apoyo del Instituto Tecnológico de Monclova y del Dr. Francisco Raúl Carrillo Pedroza, profesor investigador de la Facultad de Metalurgia de la UAdeC por el apoyo brindado en el desarrollo de este trabajo.

**REFERENCIAS**

- Adrián Zamorategui Molina, N. L. (2007). Ciencias UAT. Obtenido de Ciencias UAT: <http://www.scielo.org.mx/pdf/cuat/v14n1/2007-7858-cuat-14-01-45.pdf>
- Avila, O. M. (2012). Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/11148/300423.2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barakat, M. (2010). King Saud University. Obtenido de King Saud University: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1878535210001334?token=357994DA8EB1EA5F2C75C5EEDE-3D2201BACA04BCEBA2D9F9541424D24B03804EBDB0E03051FA323B11841DE22A8588E2&origin-Region=us-east-1&originCreation=20210826063528>
- Cruz, A. M. (2008). Universidad Autonoma del estado de Hidalgo. Obtenido de Universidad Autonoma del estado de Hidalgo: <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/514/Caracterizacion%20y%20tratamiento%20de%20aguas%20residuales.pdf;jsessionid=6CF06F981D21C708435E4D7AB47EE76C?sequence=1>
- Francisco Raúl Carrillo Pedroza, M. d. (Noviembre de 2017). Revista internacional de contaminación ambiental. Obtenido de Revista internacional de contaminación ambiental: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992017000400591&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992017000400591&script=sci_arttext&tlng=en)
- Nancy Molina Montoya, P. A. (2010). Plomo, cromo VII y cromo VI y sus efectos sobre la salud humana. Ciencia y tecnología para la salud visual y ocular, 77-88.

# DISEÑO DE APLICACIÓN MÓVIL PARA EL VERANO DE LA CIENCIA DE LA REGIÓN CENTRO

Gerson Edmundo Wong García

Instituto Tecnológico Nacional de México

(Campus Monclova)

Carretera 57 Km 4.5 Note. C.P 25701 Unidad Tecnológica y Universitaria de Monclova Coahuila

*gerson\_wong77@hotmail.com*

Rubén Miguel Riojas Rodríguez

Instituto Tecnológico Nacional de México

(Campus Monclova)

Carretera 57 Km 4.5 Note. C.P 25701 Unidad Tecnológica y Universitaria de Monclova Coahuila

*ruben.rr@monclova.tecnm.mx*

Resumen — En este trabajo se presenta el diseño, desarrollo e implementación de una aplicación móvil que será utilizada en el próximo Verano de la Ciencia de la Región Centro, esta misma cual utiliza diferentes librerías de programación tales como React Native y Axios, empleando de igual forma métodos actualizados de programación que hacen de esta misma una sistema que permite a los usuarios acceder a una plataforma en la que gestionará su información y tramites de una manera sencilla y unificada.

Palabras clave — Tecnología, Aplicaciones Móviles, Programación.

Abstract — This work introduce the design, develop and implementation of a mobile app which is going to be used in the next Science Sumer of the Central Region, this app uses different programming libraries such as React Native and Axios, using also recent methods of programming making of it a system who allows the users access to a platform which allows them to manage their information and procedures in simply and united form.

Keywords — Technology, Mobile Apps, Programming.

## I.INTRODUCCIÓN

En la actualidad mundo que nos rodea está más unido que antes y todo gracias a la conexión al internet esa red de computadoras global que enlaza a millones de dispositivos y permite el intercambio de información entre ellos, pero no fue hasta la aparición de los teléfonos inteligentes que el personas mundo estrecho aún más sus lazos a través de la internet, existen más teléfonos celulares que humanos en el mundo, así que la tecnología móvil a revolucionado la sociedad trayendo cambios significativos y de igual forma optimizando procesos. (De acuerdo al, según, de acuerdo a tal autor (agregar estadística con numeros) ) [7]





Con la implementación de nuevas tecnologías y el rápido desarrollo de los sistemas informáticos aunados a la creciente necesidad de formas eficientes de una mejor administración de datos a distancia, existe una oportunidad para el desarrollo de aplicaciones móviles ya que estas permiten una conexión más rápida y accesible, permitiendo que el usuario tenga en su bolsillo múltiples formas de comunicación, de almacenamiento y de gestión de sus datos a través de las aplicaciones, esto hace que tome aún más relevancia.

El desarrollo y programación de aplicaciones para dispositivos móviles anteriormente significaba un proceso complejo y que requería de una cierta especialización en dicho ámbito más sin embargo actualmente este proceso se ha vuelto más accesible debido al avance y a las innovaciones en la optimización de variados recursos para su desarrollo.

El resultado de la implementación de dichas innovaciones presenta una mejora en el producto final, una aplicación responsiva, robusta, útil e intuitiva de utilizar para el usuario.

El usuario deberá encargarse de descargar en su celular una aplicación desde cualquier red con acceso a internet en la cual estarán todo lo que el requiere para poder tener un manejo óptimo de su información, de la misma forma procesos y gestión de sus datos estarán siempre al alcance.

## II. MARCO TEÓRICO

A continuación definimos los términos de las siguientes tecnologías utilizadas para el desarrollo de la aplicación antes mencionada:

### A. React Js y React Native

React es una biblioteca de JavaScript para crear interfaces de usuario.

React Native es como React, pero utiliza componentes nativos en lugar de componentes web como bloques de construcción. Para comprender la estructura básica de una aplicación React Native, se deben comprender algunos de los conceptos básicos de React, como JSX, componentes, estado y accesorios. [6]

### B. Expo

Expo es un framework y una plataforma para aplicaciones universales de React. Es un conjunto de herramientas y servicios construidos alrededor de React Native y plataformas nativas que ayudan a desarrollar, construir, implementar e iterar rápidamente en iOS, Android y aplicaciones web desde la misma base de código JavaScript / TypeScript.[3]

### C. MySQL

El servicio de base de datos MySQL es un servicio de base de datos totalmente administrado para implementar aplicaciones nativas de la nube. [5]

### D. Axios

Axios es un cliente HTTP basado en promesas para node.js y el navegador. Es isomórfico (= se puede ejecutar en el navegador y en nodejs con la misma base de código). En el lado del servidor, utiliza el módulo http nativo node.js, mientras que en el cliente (navegador) utiliza XMLHttpRequests. [1]

### E. Android Studio

Android Studio es el IDE oficial para el desarrollo de Android e incluye todo lo necesario para compilar apps para Android, este programa solamente se utilizó para acceder a la función de emuladores de dispositivos Android que provee. [2]

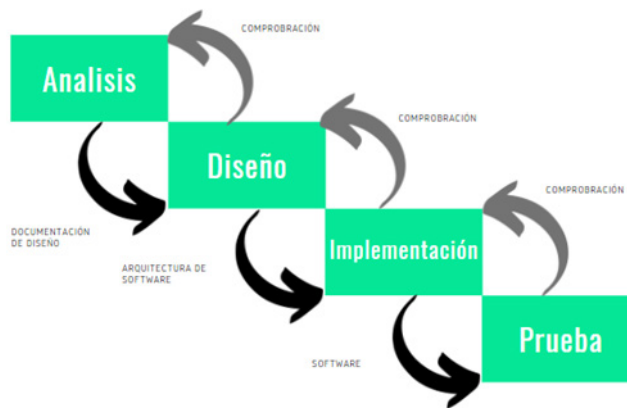
### F. Diagrama UML

UML son las siglas de “Unified Modeling Language” o “Lenguaje Unificado de Modelado”. Se trata de un estándar que se ha adoptado a nivel internacional por numerosos organismos y empresas para crear esquemas, diagramas y documentación relativa a los desarrollos de software (programas informáticos).[4]

### III. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la aplicación se utiliza la metodología de cascada que cuenta con 4 etapas, las cuales son:

Fig 1. Etapas de la metodología de cascada



a) Análisis:

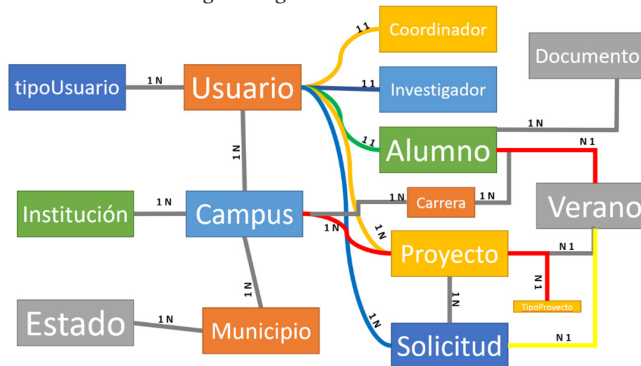
En esta etapa se tomo en cuenta los requerimientos que llevaría la aplicación desde los datos e información que esta manejaría, en donde serían almacenados, que métodos y herramientas de programación se utilizaran, y de igual forma se realizó una evaluación de los recursos disponibles para definir una mejor integración entre hardware y software.

b) Diseño:

Durante este paso se empezó a dar forma a la base de datos realizando diagramas entidad relación y diccionario de datos definiendo así la estructura de la parte de backend

De igual forma se comenzó a realizar el diseño de los formularios con los que el usuario interactuaría dando lugar a los primeros bocetos de la interfaz gráfica que permitirían tener una idea del resultado esperado.

Fig 2. Diagrama entidad relación



c) Implementación:

El proceso de implementación consistió en llevar el diseño anteriormente expuesto a ser codificado utilizando la librería de React Native, ajustando las funciones mediante programación y utilizando javascript para definir el aspecto de los contenedores.

Utilizando el framework de Expo se pudo visualizar y corregir como se vería la aplicación ya en un entorno emulado, a través de un dispositivo Android que fue ejecutado desde Android Studio.

Fig 3. Bocetos de interfaz de usuario

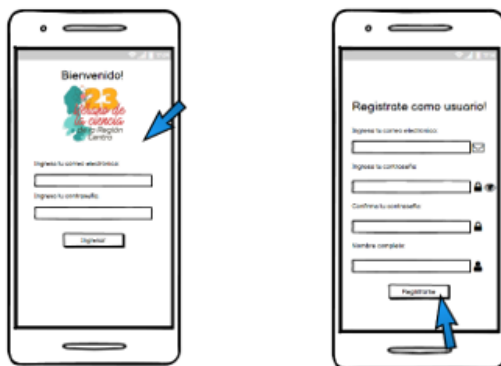
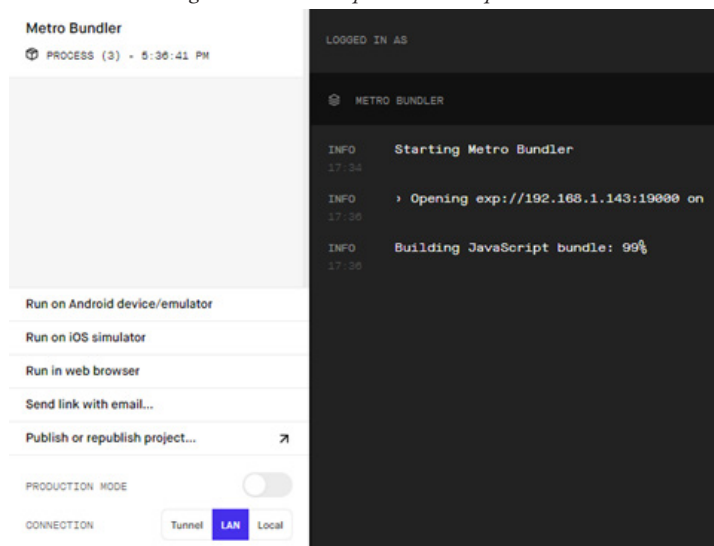


Fig 4. Tablas de la base de datos.

Tabla	Accións	Files	Tipo	Colecciones	Tamaño	Residuo a depurar
alumno	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	0	InnoDB	utf8mb4_general_ci	64.0 KB	-
campus	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	4	InnoDB	utf8mb4_general_ci	48.0 KB	-
camera	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	0	InnoDB	utf8mb4_general_ci	32.0 KB	-
coordinador	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	0	InnoDB	utf8mb4_general_ci	32.0 KB	-
documento	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	4	InnoDB	utf8mb4_general_ci	32.0 KB	-
estado	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	0	InnoDB	utf8mb4_general_ci	16.0 KB	-
investigacion	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	0	InnoDB	utf8mb4_general_ci	16.0 KB	-
investigador	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	4	InnoDB	utf8mb4_general_ci	32.0 KB	-
municipio	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	4	InnoDB	utf8mb4_general_ci	32.0 KB	-
proyecto	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	4	InnoDB	utf8mb4_general_ci	80.0 KB	-
solicitud	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	0	InnoDB	utf8mb4_general_ci	64.0 KB	-
tipoproyecto	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	0	InnoDB	utf8mb4_general_ci	16.0 KB	-
tipousuario	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	0	InnoDB	utf8mb4_general_ci	16.0 KB	-
usuario	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	0	InnoDB	utf8mb4_general_ci	64.0 KB	-
verano	Examinar Estructura Buscar Insertar Vaciar Eliminar	0	InnoDB	utf8mb4_general_ci	16.0 KB	-
15 tablas	Número de filas		InnoDB	utf8mb4_general_ci	560.0 KB	0 B

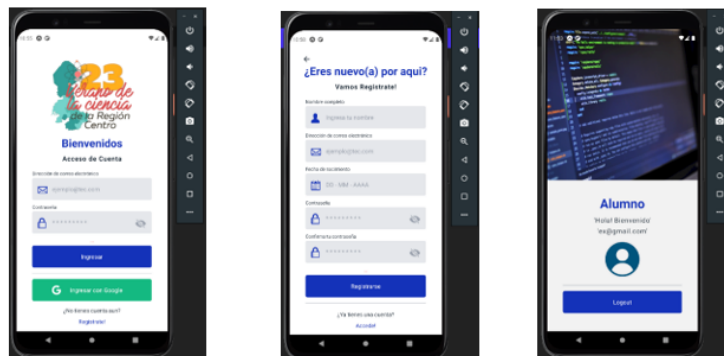
Fig 5. Proceso de compilación de la aplicación



d) Prueba:

Una vez terminado de aplicar los detalles y ajustes se pudo llegar al siguiente resultado.

Fig 6. Capturas de pantalla de la aplicación en funcionamiento



#### IV. RESULTADOS

Se obtuvo una interfaz de usuario gráfica estable, de igual forma se logró la conexión entre la base de datos que comprende el uso y manejo de información, este será de gran ayuda para los alumnos que participarán en los próximos veranos de la ciencia de esta forma beneficiando el próximo proceso de registro y manejo de la información tanto de los coordinadores de las instituciones e investigadores igualmente.

#### V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Debido a la constante actualización de la base de datos del sistema al igual que la posible suma de o ajuste de requerimientos se deberá estar constantemente actualizando la base de datos y de igual forma la interfaz y programación de la aplicación así como se deberán tomar en cuenta las sugerencias de los usuarios respecto a como se pudiera mejorar la aplicación.

#### REFERENCIAS

- [1] Axios. (01 de 01 de 2020). Axios Develop. Obtenido de <https://axios-http.com/docs/intro>
- [2] developers Android Studio. (15 de 05 de 2021). Obtenido de <https://developer.android.com/studio>
- [3] Expo. (01 de 01 de 2020). Expo Develop. Obtenido de <https://docs.expo.dev/index.html>
- [4] Krall, C. (17 de 05 de 2021). APR. Obtenido de [https://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=688:i-que-es-y-para-que-sirve-uml-versiones-de-uml-lenguaje-unificado-de-modelado-tipos-de-diagramas-uml&catid=46&Itemid=163](https://www.aprenderaprogramar.com/index.php?option=com_content&view=article&id=688:i-que-es-y-para-que-sirve-uml-versiones-de-uml-lenguaje-unificado-de-modelado-tipos-de-diagramas-uml&catid=46&Itemid=163)
- [5] MySQL. (01 de 01 de 2020). MySQL. Obtenido de <https://www.mysql.com/>
- [6] Native, R. (01 de 01 de 2020). React Native Dev. Obtenido de <https://reactnative.dev/docs/>
- [7] OTI. (12 de 18 de 2017). OTI Telecom. Obtenido de <https://otitelecom.org/telecomunicaciones/mundo-mas-celulares-humanos/>
- [8] Raona. (31 de Octubre de 2017). Raona. Obtenido de <https://www.raona.com/aplicacion-nativa-web-hibrida/>

# DISEÑO DE APLICACIÓN WEB PARA EL VERANO DE LA REGIÓN CENTRO

Jesús Cristian Alejandro Acuña Zapata  
Instituto Tecnológico Superior de Monclova  
Carretera 57 Km 4.5 Norte. C.P 25701 Unidad Tecnológica y Universidad de Monclova Coahuila  
*116050483@monclova.tecnm.mx*

Rubén Miguel Riojas Rodríguez  
Instituto Tecnológico Superior de Monclova  
Carretera 57 Km 4.5 Norte. C.P 25701 Unidad Tecnológica y Universidad de Monclova Coahuila  
*ruben.rr@monclova.tecnm.mx*

Resumen — El presente trabajo muestra el desarrollo de una aplicación web desde cero utilizando tecnologías tales como React Js para el front-end, mientras el back-end es controlado con una web api con tecnología rest, se diseñó la base de datos relacional normalizado. Los objetivos principales es realizar una aplicación que cumpla con todos los requisitos del Verano de la Ciencia Región Centro.

Palabras clave — Aplicación Web, React js, WebApi.

Abstract — The present work shows the development of a web application from scratch using technologies such as React Js for the front-end, while the back-end is controlled with a web api with rest technology, the normalized relational database was designed. The main objectives is to make an application that meets all the requirements of the Central Region Science Summer.

Keywords — Web application, React js, Web Api.

## I. INTRODUCCIÓN

Gracias al incremento de dispositivos conectados a internet a nivel mundial en la actualidad las aplicaciones web se vuelven más importantes cada día, ya que facilita mucho las actividades humanas y con ellas se puede trabajar, comunicar, vender, solicitar servicios, entretenernos o estudiar.

Por su puesto que cada empresa u organización debería de contar con una aplicación web para los procesos que requieran conexión en lugares simultáneos, ya que el tenerla facilita el alcance de los objetivos y hace accesible la información a las personas que lo requieran con la autorización necesaria.

De tal forma es importante tener una aplicación web con un correcto proceso de desarrollo e implementación que garantice el buen funcionamiento y la seguridad de los datos que residen ahí. Actualmente la aplicación web del Verano de la Ciencia de la Región Centro cuenta con distintas áreas de oportunidad ya que fue desarrollada ya hace varios años y la tecnología ha cambiado.



Por esta razón vale la pena realizar el proyecto para desarrollar la aplicación web desde cero utilizando una biblioteca GUI de código abierto de JavaScript llamada React que permite crear interfaces de usuarios, además de que fue creada por Facebook y es mantenida por miles de desarrolladores que participan y logran que el framework se encuentre actualizado.

## I. MARCO TEÓRICO

A continuación, se definen los términos de las tecnologías utilizadas para el desarrollo, diseño e implementación de la aplicación anteriormente mencionada

### A. APACHE

Apache es un servidor web HTTP de código abierto. Está desarrollado y mantenido por una comunidad de usuarios en torno a la Apache Software Foundation. Actualmente y desde el 1996 es el servidor web más usado en todo el mundo debido a su seguridad y estabilidad. La funcionalidad principal de este servicio web es servir a los usuarios todos los ficheros necesarios para visualizar la web. Las solicitudes de los usuarios se hacen normalmente mediante un navegador (Chrome, Firefox, Safari, etc.). [1]

### B. MYSQL

MySQL es un sistema de gestión de base de datos relacional (RDBMS) de código abierto, basado en lenguaje de consulta estructurado (SQL). MySQL se ejecuta en prácticamente todas las plataformas, incluyendo Linux, UNIX y Windows. A pesar de que se puede utilizar en una amplia gama de aplicaciones, MySQL se asocia más con las aplicaciones basadas en la web y la publicación en línea y es un componente importante de una pila empresarial de código abierto llamado LAMP. LAMP es una plataforma de desarrollo web que utiliza Linux como sistema operativo, Apache como servidor web, MySQL como sistema de gestión de base de datos relacional y PHP como lenguaje de programación orientado a objetos (a veces, Perl o Python se utiliza en lugar de PHP). [2]

### C. REACT JS

React te ayuda a crear interfaces de usuario interactivas de forma sencilla. Diseña vistas simples para cada estado en tu aplicación, y React se encargará de actualizar y renderizar de manera eficiente los componentes correctos cuando los datos cambien.

Las vistas declarativas hacen que tu código sea más predecible, por lo tanto, fácil de depurar. [3]

### D. BOOTSTRAP

Bootstrap es un framework front-end utilizado para desarrollar aplicaciones web y sitios mobile first, o sea, con un layout que se adapta a la pantalla del dispositivo utilizado por el usuario. [4]

### E. AXIOS

Cliente HTTP basado en promesas para el explorador y el nodo.js. Axios es un cliente HTTP simple basado en promesas para el navegador y el nodo.js. Axios proporciona una biblioteca fácil de usar en un paquete pequeño con una interfaz muy extensible. [5]

### F. PHP

PHP (acrónimo recursivo de PHP: Hypertext Preprocessor) es un lenguaje de código abierto muy popular especialmente adecuado para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML. [6]

### G. WEB API

La palabra clave es Interface (interfaz), que es una capa de abstracción para que dos sistemas se comuniquen. En el ámbito web, podríamos decir que una API es un servicio backend que se utiliza para conectar dos aplicaciones. Se definen una serie de métodos HTTP que pueden hacer lo que queramos: cambios en base de datos, autenticar usuarios, llamadas a otros procesos, etc. Tal y como he mencionado anteriormente, los verbos que se utilizan son: GET, POST, PUT y DELETE. Además, cualquier dispositivo que sepa cómo utilizar HTTP será



capaz de consumir una API REST.

Una API REST es un backend capaz de contestar a las llamadas a una serie de URLs en formato JSON y que también es capaz de recibir JSON para gestionar la información que le enviemos. [7]

#### H. REACT-ROUTER

React Router es una colección de componentes de navegación la cual podemos usar. Con esta librería vamos a obtener un enrutamiento dinámico gracias a los componentes, en otras palabras, tenemos unas rutas que renderizan un componente. [8]

Beneficios de React Router

- Establecer rutas en nuestra aplicación ej: Home, About, User.
- Realizar redirecciones
- Acceso al historial del navegador
- Manejo de rutas con parámetros
- Páginas para el manejo de errores como 404

#### I. VISUAL CODE

Visual Studio Code es un editor de código fuente que permite trabajar con diversos lenguajes de programación, admite gestionar tus propios atajos de teclado y refactorizar el código. Es gratuito, de código abierto y nos proporciona una utilidad para descargar y gestionar extensiones con las que podemos personalizar y potenciar esta herramienta. [9]

#### J. NODE JS

Ideado como un entorno de ejecución de JavaScript orientado a eventos asíncronos, Node.js está diseñado para crear aplicaciones network escalables. [10]

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para planificar de manera precisa y cubrir con los requisitos y procesos de la aplicación web se optó por utilizar la metodología en cascada la cual nos permite “dividir los procesos de desarrollo en sucesivas fases de proyecto. Los resultados de cada una de las fases sirven como hipótesis de partida para la siguiente.” [11]

La metodología se divide en 4 fases:

#### A. Análisis:

Todo proyecto de software comienza con una fase de análisis que incluye un estudio de viabilidad y una definición de los requisitos. En el estudio de viabilidad se evalúan los costes, la rentabilidad y la factibilidad del proyecto de software. El estudio de viabilidad da como resultado un pliego de condiciones (una descripción general de los requisitos), un plan y una estimación financiera del proyecto. [11]

En esta fase se analizó la aplicación web del verano de la ciencia de la región centro, el cómo estaba desarrollada, la estructura de la base de datos, los procesos de la aplicación y la interfaz de la misma.

Se analizó la parte del front-end de la plataforma que fueron las ventanas de la interfaz gráfica de los estudiantes, investigadores y coordinadores. Conociendo así el diseño, estructura y estilo de la misma.

De igual manera se expuso la parte del back-end conociendo así las peticiones que realizaba y el tipo de lenguaje en cual está realizado la plataforma web.

Asimismo, se enseñó la base de datos de la plataforma, en la cual guarda la información de los alumnos, investigadores y coordinadores. Conociendo así, que existen algunas tablas que no se utilizan o tablas que se pueden unir a otras tablas ya existentes en la base de datos.

#### B. Diseño:

La fase de diseño sirve para formular una solución específica en base a las exigencias, tareas y estrategias definidas

en la fase anterior. En esta fase, los desarrolladores de software se encargan de diseñar la arquitectura de software, así como un plan de diseño detallado del mismo, centrándose en componentes concretos, como interfaces, entornos de trabajo o bibliotecas. [11]

Se diseñó la base de datos desde cero, quitando tablas que no eran necesarias o uniendo tablas con otras, además de eliminar registros duplicados en las tablas y de ordenar los registros alfabéticamente. La base de datos cuenta con las siguientes tablas:

Tabla 1. Estructura de la base de datos

Nombre de la tabla	Estructura
Alumno	15 columnas
Campus	6 columnas
Carrera	5 columnas
Coordinador	6 columnas
Documento	4 columnas
Estado	3 columnas
Institución	4 columnas
Investigador	9 columnas
Municipio	4 columnas
Proyecto	15 columnas
Solicitud	9 columnas
Tipo Proyecto	3 columnas
Tipo Usuario	3 columnas
Usuario	21 columnas
Verano	19 columnas

Fig 1. Diagrama de Entidad-Relación



De la misma manera se realizó el diseño de los formularios donde el usuario va a interactuar con la aplicación web.

Fig 2. Interfaz de usuario Login

### Iniciar Sesión

Elige el tipo de usuario

Tipo de Usuario v

Correo Electronico

Escribe tu correo electronico

Password

Escribe el password

Iniciar Sesión

[Crear cuenta](#)

Fig 3. Interfaz de usuario Registrar

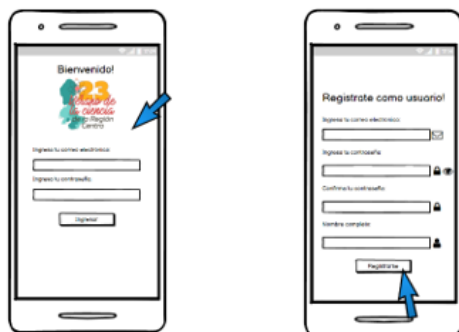
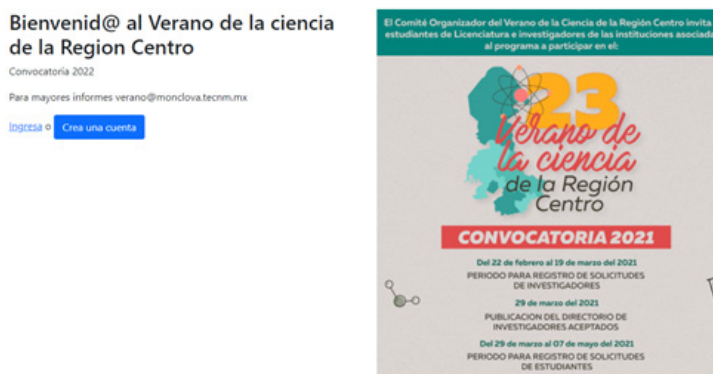


Fig 4. Interfaz de usuario Home



### C. Implementación:

La arquitectura de software concebida en la fase de diseño se ejecuta en la fase de implementación, en la que se incluye la programación del software, la búsqueda de errores y las pruebas unitarias. En la fase de implementación, el proyecto de software se traduce al correspondiente lenguaje de programación. Los diversos componentes se desarrollan por separado, se comprueban a través de las pruebas unitarias y se integran poco a poco en el producto final. [11]

Se empezó a programar las interfaces con React Js, agregando diseño con el framework de Bootstrap para que fuese más amigable para el usuario.

Se creó la web api que utiliza la aplicación para así manipular la base de datos con las funciones básicas que son agregar, editar, leer y eliminar.

### D. Prueba:

La fase de prueba incluye la integración del software en el entorno seleccionado. Por norma general, los productos de software se envían en primer lugar a los usuarios finales seleccionados en versión beta (pruebas beta). Las pruebas de aceptación desarrolladas en la fase de análisis permiten determinar si el software cumple con las exigencias definidas con anterioridad. Aquellos productos de software que superan con éxito las pruebas beta están listos para su lanzamiento. [11]

Se probaron los resultados finales de la aplicación con el asesor interno para poder así ajustar o corregir errores que tenía la aplicación.

## III. RESULTADOS

A lo largo del desarrollo de este proyecto, se realizó el análisis, diseño e implementación de una aplicación web para el Verano de la Ciencia Región Centro, desarrollada en React js lo que permite que el actualizado por com-

ponentes sea más rápido. El problema principal del desarrollo de la aplicación fue el diseño de la base de datos, y la aplicación en sí. Sin embargo, se logró desarrollar una aplicación que posee las siguientes características:

- El utilizar React Js nos asegura que nuestra aplicación se mantendrá estable y durable ya que es mantenida por miles de usuarios.
- La base de datos se encuentra optimizada, permitiendo así tener una buena organización, permitiendo almacenar la información de manera más concisa.
- Una aplicación que cuenta con registro de usuarios en una sola pantalla y no en varias como estaba anteriormente.
- Una aplicación rápida, diseñada de manera correcta y funcional.

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este proyecto se diseñó una aplicación web desarrollada con tecnologías que se utilizan actualmente, con el objetivo de que la aplicación tenga una larga duración de vida además de que sea funcional para el usuario y amigable. Se recomienda que se le siga dando mantenimiento a la aplicación para que siga en pleno funcionamiento además de continuar respaldando la información de la base datos para garantizar la disponibilidad y seguridad de la información que residen ahí.

#### V. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco profundamente a mis padres por darme el apoyo para seguir estudiando, a mi abuela que siempre ha estado a mi lado, a mis maestros por compartir sus conocimientos y el tener paciencia para hacerlo, a mi novia que me motivo seguir intentando y sobre todo a Dios por la vida y la salud.

#### REFERENCIAS

- [1] Dinahosting. (s.f.). Dinahosting. Obtenido de <https://dinahosting.com/ayuda/que-es-apache-y-para-que-sirve/>
- [2] TechTarget, C. d. (Abril de 2021). Techtarger. Obtenido de <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/MySQL>
- [3] Source, F. O. (2021). Reactjs. Obtenido de <https://es.reactjs.org/>
- [4] Rockcontent. (12 de Abril de 2020). Rockcontent. Obtenido de <https://rockcontent.com/es/blog/bootstrap/#:~:text=Bootstrap%20es%20un%20framework%20CSS%20utilizado%20en%20aplicaciones,incluso%2C%20dentro%20de%20ellos%20para%20estilizar%20sus%20funciones.>
- [5] Axios. (s.f.). Axios. Obtenido de <https://axios-http.com/>
- [6] Tapía, N. (14 de Abril de 2017). Baulphp. Obtenido de [https://www.baulphp.com/que-es-el-lenguaje-php-hypertext-preprocessor/#:~:text=PHP%20\(acr%C3%B3nimo%20recursivo%20de%20PHP,puede%20ser%20incrustado%20en%20HTML.](https://www.baulphp.com/que-es-el-lenguaje-php-hypertext-preprocessor/#:~:text=PHP%20(acr%C3%B3nimo%20recursivo%20de%20PHP,puede%20ser%20incrustado%20en%20HTML.)
- [7] Esteso, M. P. (2019). Geeky Theory. Obtenido de <https://geekytheory.com/que-es-una-api-rest-y-para-que-se-utiliza>
- [8] Serrano, J. (14 de Junio de 2020). JohnSerrano. Obtenido de <https://johnserrano.co/blog/aprende-a-crear-rutas-con-react-router>
- [9] CRM, A. S. (16 de 10 de 2018). AITANA SOLUCIONES ERP Y CRM. Obtenido de <https://blog.aitana.es/2018/10/16/visual-studio-code/>
- [10] Nodejs. (s.f.). Nodejs. Obtenido de <https://nodejs.org/es/about/>
- [11] Ionos, D. G. (21 de 03 de 2019). Digital Guide Ionos. Obtenido de <https://www.ionos.mx/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/el-modelo-en-cascada/>

# DISEÑO DE BIORREACTOR PARA APROVECHAMIENTO DE EICHHORNIA CRASSIPES EN LA GENERACIÓN DE BIOGÁS

Natalia Guadalupe Díaz Gil

Universidad Autónoma de Aguascalientes Centro de Ciencias Básicas Avenida Universidad # 940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.

*natalia.lupe.ngdg@gmail.com*

Luis Fabián Fuentes Cortés

Instituto Tecnológico de Celaya Departamento de Ingeniería Química Antonio García Cubas 600, Fovissste, 38010 Celaya, Gto.

*luis\_fuentes@iqcelaya.itc.mx*

Resumen — El presente trabajo tienen como objetivo el plasmar un modelo matemático del proceso de digestión anaerobia del *Eichhornia crassipes* para la obtención de biogás. *Eichhornia crassipes* es una plaga acuática encontrado en en la laguna de Yuriria, Guanajuato, se propone el uso de su biomasa para la obtención de energía en forma de metano, el modelo usado para describir esta transformación se basó en el propuesto por Angelidaki et al (1999). Fue necesario hacer ajustes al modelo tomando en cuenta la composición orgánica e inorgánica de *Eichhornia crassipes* No se obtuvieron resultados de la simulación debido a que el objetivo fue meramente particularizar el modelo.

Palabras clave — Lirio acuático, biogás, biodigestión anaerobia, modelo matemático, composición orgánica e inorgánica.

Abstract — The present work aims to create a mathematical model for the anaerobic digestion of *Eichhornia crassipes* to obtain biogas. *Eichhornia crassipes* is an aquatic plague found in large quantities in the Yuriria lake of Guanajuato, here is proposed the use of its biomass to obtain energy in the form of methane. The model used to describe this transformation was based on the one presented by Angelidaki et al (1999). It was necessary to make adjustments of the model considering the organic and inorganic composition of *Eichhornia crassipes*. No simulation results were obtained because the objective was only to particularize the model.

Keywords — Water lily, biogas, anaerobic digestion, mathematical model, organic and inorganic composition.

## I. INTRODUCCIÓN

El lirio acuático o jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) es una planta hidrófita considerada una plaga al tener una tasa de reproducción muy elevada e infestar gran cantidad de cuerpos de agua (Díaz-Zavaleta et al, 1989). La laguna localizada en el pueblo de Yuriria, Guanajuato, se ha detectado una infestación de 1,600 hectáreas. Esta laguna es un humedal de importancia internacional por ser hábitat de diversas especies de aves al igual que representar un lugar de interés turístico (Universidad de Guanajuato, 2018).

La gran cantidad de lirio acuático interfiere con el aprovechamiento del agua y con el equilibrio ambiental del área, obstaculiza la pesca, la navegación y el funcionamiento de obras hidráulicas al igual que favorecer el desarrollo de vectores patógenos (Díaz-Zavaleta et al, 1989). Por esto se ha buscado implementar estrategias para controlar del lirio acuático. En el presente trabajo se plantea su uso para la producción de biogás.

Es posible hacer uso de la biomasa del lirio acuático para su transformación en energía en forma de metano por medio de una biodigestión anaerobia. Esta biodigestión se compone de una serie de reacciones de degradación que finalmente llevan a la obtención de un gas que es básicamente la mezcla de metano ( $\text{CH}_4$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y pequeñas concentraciones de otros gases (Valladares-Carnero, 2017).

Antes de llevar este proceso de biodigestión anaerobia a nivel experimental o industrial es necesario presentar un modelo matemático. Para esto se propone el uso del modelo expuesto por Angelidaki et al (1999); sin embargo, debido a la diferencia en el tipo de sustrato el modelo debe ser ajustado al uso del lirio acuático como materia prima.

## II. MARCO TEÓRICO (OPCIONAL)

### A. Biodigestión anaeróbica

La biodigestión anaerobia, como su nombre lo indica, es un proceso de degradación que ocurre en ausencia de oxígeno en donde el carbono de la materia orgánica es oxidado para formar principalmente dióxido de carbono y metano (Valladares-Carnero, 2017). Esto ocurre por medio de la fermentación efectuada por una serie de bacterias y se puede dividir en cuatro etapas, en las cuales actúan diferentes colonias de bacterias:

I. Hidrólisis: Las macromoléculas son fragmentadas en sus respectivas unidades monoméricas. Esto ocurre por medio de enzimas extracelulares secretadas por bacterias acidogénicas, las cuales tienen un tiempo de duplicación de 30 minutos.

II. Fase acidogénica: Los productos obtenidos previamente son empleado por las mismas bacterias acidogénicas para formar ácidos grasos volátiles, principalmente ácido láctico, propiónico, butírico y valérico.

III. Fase acetogénica: Las bacterias acetogénicas degrada el ácido propiónico, butírico, valérico y otros para generar ácido acético, dióxido de carbono e hidrógeno. Estas bacterias tienen un tiempo de duplicación de 1.5 a 4 días.

IV. Fase metanogénica: Las bacterias metanógenas consumen el acetato, hidrógeno y parte del dióxido de carbono para producir metano. Estas bacterias tienen un crecimiento lento con un tiempo de duplicación de 4 a 6 días y cuentan con dos rutas metabólicas principales para realizar esto:

- Vía acetotrófica. Vía principal. Es la que normalmente se emplea para la realización de cálculos referentes al proceso. Las bacterias emplean el ácido acético.
- Vía hidrógeno trófica. Las bacterias usan el hidrógeno y dióxido de carbono, reduciendo este último para producir metano.

(Abbasi et al, 2011; Valladares-Carnero, 2017). B. Biorreactor

Un biorreactor es un sistema en el que se procesa materia orgánica por medio de la biodigestión. El biorreactor es en sí un contenedor cerrado, hermético e impermeable. En este se introduce la materia orgánica, en este caso



el lirio acuático, diluida en agua (Valladares-Carnero, 2017). Se requiere cumplir con ciertas condiciones dentro del biorreactor para asegurar que las bacterias metanógenas metabolicen los compuestos orgánicos. Entre estos factores está la relación C/N, pH, cantidad de agua, temperatura, tasa de carga, tiempo de retención, toxicidad y agitación del sistema (Abbasi et al, 2011).

El principal objetivo del biodigestor en este trabajo es la obtención de combustible. El biogás puede usarse directamente como combustible o usarlo indirectamente para generar electricidad mediante generadores. Su combustión es igual al de gas natural comprimido o gas de petróleo licuado, aunque su valor calorífico es menor (Cepero et al, 2012)

#### C. Modelo matemático

El modelo matemático usado de Angelidaki et al (1999) describe el sustrato de acuerdo con sus principales componentes: carbohidratos, lípidos y proteínas. El modelo involucra dos procesos enzimáticos, ocho grupos de bacterias y diecinueve componentes químicos. La modificación presentada por Valladares-Carnero (2017) involucra un total de diez grupos de bacterias y dieciséis reacciones biológicas, este último modelo fue el empleado en el trabajo.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

El modelo de simulación de producción de biogás se desarrolló de acuerdo con lo presentado por Valladares-Carnero (2017) que a su vez se basa en el modelo establecido por Angelidaki et al (1999). Se simuló el uso de reactores Batch, con un volumen de 500 mL. La dilución trabajada del lirio acuático molido fue de 1:10 por lo que la concentración final se consideró de 50 gr/L (Gutiérrez-Vargas, s.f.).

La simulación se estableció mediante las discretizaciones de las diferenciales de primer orden del balance de masa de las reacciones biológicas involucradas en la digestión anaeróbica. Los datos de entrada y las diferenciales se plasmaron en el lenguaje computacional de Julia y en el editor de texto Atom.

Se diseñó un código conformado por varios datos de entrada, ecuaciones para el cálculo de ciertas constantes y las propias diferenciales de primer orden del balance de masa. A continuación, se explica de manera general la estructura del código.

1. Se definieron los datos de entrada. Se emplearon las constantes extraída del estudio realizado por Valladares-Carnero (2017) y Angelidaki et al (1999) incluyendo las concentraciones bacterianas, los coeficientes de rendimiento, las tasas de hidrólisis, velocidades específicas de crecimiento máximo, constantes de Michaelis-Menten, constantes de inhibición, constantes de disociación, tasas de transferencia de productos, masas moleculares y tasas de muertes bacterianas.
2. Se definió la composición del lirio acuático a partir de fuentes bibliográficas. Se trabajó inicialmente con los porcentajes en materia seca de carbohidratos, proteínas, lípidos, lignina, celulosa y cationes libres que posteriormente se integraron al código en valores de concentración (gr/L).
3. Se colocaron las ecuaciones pertinentes para el cálculo de las velocidades de las reacciones biológicas involucradas.
4. Se plasmaron las diferenciales discretizadas del balance de masa de la hidrólisis. Para esto se emplearon las concentraciones iniciales de carbohidratos, proteínas, lípidos, celulosa y lignina del flujo de entrada (Ver Tabla 1).
5. Se colocaron las diferenciales del balance de masa de la acidogénesis
6. Se colocaron las diferenciales del balance de masa de las bacterias acidogénicas.
7. Se plasmaron las diferenciales del balance de masa de la acetogénesis
8. Se colocaron las diferenciales del balance de masa de las bacterias acetogénicas.
9. Se plasmaron las diferenciales del balance de masa de la metanogénesis.

10. Se colocaron las diferenciales del balance de masa de las bacterias metanogénicas.

#### IV. RESULTADOS

*Tabla 1. Composición del E. crassipes de acuerdo con Haroon et al (2008), Madsen et al (1993), Lara-Serrano et al (2016) y Boyd & Vickers (1971).*

Composición	Concentración	Unidad
S	13.94	%
Cl	0.42	%
K	0.05	%
Ca	11.11	%
Ti	0.009	%
Fe	0.346	%
Sr	61.657	%
Ba	2.39	%
Eu	0.03	%
U	0.282	%
C	9.766	%
	100	%

*Tabla 2. Composición del inoculo inicial después de pretratamientos de acuerdo con Valladares- Carnero (2017).*

Composición	Concentración	Unidad
S	7.153	%
Cl	0.319	%
K	0.027	%
Ca	7.547	%
Mn	0	%
Fe	22.426	%
Rb	0.05	%
Sr	42.343	%
Ce	0.632	%
Eu	0.178	%
C	19.325	%
	100	%

Figura 1. Imágenes representativas del código en lenguaje Julia y en el editor de textos Atom. (1) Variables tomadas de Valladares-Carnero (2017). (2) Concentraciones de sustratos. (3) Ecuaciones para calculo de velocidades de reacciones. (4) Diferenciales discretizadas de balances de masa.

<pre> 1 Vt=0.5 #volumen total (L) 2 Vg=0.1 #volumen del gas (L) 3 Vs=22.4 #volumen de sustrato (L/mol) 4 R=0.082 #constante de gas ideal (atm L / mol K) 5 T=310 # temperatura (K) 6 7 Gh2=0 # en tiempo cero presión del gas (atm) 8 Gco2=0 9 Gch4=0 10 Gnh3=0           </pre> <p>(1)</p>	<pre> 94 #concentración en el sustrato de entrada (t=0) 95 SCar0=2.63 #carbohidratos(% en materia seca de 5.26)(concentración total del sustrato de 50 g/L)=1.315 g/L 96 SPro0=7.345 #proteínas(% en materia seca de 14.69)(concentración total del sustrato de 50 g/L)=7.145 g/L 97 SliP0=1.5 #lipidos(% en materia seca de 3.00)(concentración total del sustrato de 50 g/L)=1.5 g/L 98 SCell0=7.15 #celulosa(% en materia seca de 14.3)(concentración total del sustrato de 50 g/L)=7.15 g/L 99 SliG0=4.83 #lignina(% en materia seca de 9.66)(concentración total del sustrato de 50 g/L)=4.83 g/L 100 SMon0=0 #monosacáridos 101 Sfru0=0 #fructuosa 102 Sami0=0 #aminoácidos 103 Sgli0=0 #glucosidos           </pre> <p>(2)</p>
<pre> 200 r0=khcar*SCar 201 r1=klpro*Spro 202 r2=khlp*SliP 203 r3=khcel*SCell 204 r4=khlig*SliG 205 r5=u1*X1 #velocidad de reacción de degradación de C 206 r6=u2*X2 #velocidad de reacción de degradación de P 207 r7=u3*X3 #velocidad de reacción de degradación de N 208 r8=u4*X4 #velocidad de reacción de degradación de S 209 r9=u5*X5 #velocidad de reacción de degradación de S           </pre> <p>(3)</p>	<pre> 254 global SCar[i]=(D*SCar0+SCar[i-1])/((1+D)+(khsustrato*kih)/(kih+Sacet[i]+SAprot[i]+SAbutt[i]+Sval)) 255 global SPro[i]=(D*SPro0-r1+SPro[i-1])/(1+D) 256 global SliP[i]=(D*SliP0-r2+SliP[i-1])/(1+D) 257 global SCell[i]=(D*SCell0-r3+SCell[i-1])/(1+D) 258 global SliG[i]=(D*SliG0-r4+SliG[i-1])/(1+D) 259 #balances de masa (ácidos) 260 global SMon[i]=(D*SMon0+Smon[i-1]+Ymoncar*r0+Ymoncel*r3-Ymonx1*r5)/(1+D) 261 global Sfru[i]=(D*Sfru0+Sfru[i-1]-Yfrux2*r6)/(1+D) 262 global Sami[i]=(D*Sami0+Sami[i-1]+Yamipro*r1-Yamix3*r7)/(1+D)           </pre> <p>(4)</p>

## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Se trabajó con la presentación del lirio acuático molido al ser esta la más apropiada de acuerdo con Gutiérrez-Vargas (s.f.). De igual manera se empleó el factor de dilución 1:10 presentado por el mismo autor lo cual da una concentración final de 50 gr/L que a su vez se aproxima en gran medida a la concentración de 40 gr/L trabajado por Gao et al (2013). Se decidió trabajar con los mismos valores de variables y concentraciones bacterianas (Ver Tabla 2) que las presentadas por Valladares-Carnero (2017), esto con fines de hacer una comparación entre ambas simulaciones teniendo como única diferencia la composición orgánica e inorgánica del sustrato. Los datos presentados en la Tabla 1 son meramente representativos de la composición del lirio acuático, porque, como bien lo indica las fuentes consultadas de Boyd & Vickers (1971) Haroon et al (2008) y Madsen et al (1993), la composición de la especie *E. crassipes* varía mucho de acuerdo con la localización geográfica, la parte de la planta analizada y la época del año.

Más aún es importante mencionar que el porcentaje de carbohidratos en materia seca es aquel con mayor variación llegando a adquirir valores que van desde 5 al 40% en materia seca en una misma planta, mismo órgano, pero diferente época del año (Madsen et al, 1993). Con fines de analizar el rendimiento de producción de biogás con el menor porcentaje de carbohidratos que a su vez se asemeja al porcentaje de este compuesto encontrado en el sustrato usado por Valladares-Carnero (2017), se optó por trabajar con el valor de 5.26% de carbohidratos totales en el lirio acuático.

Debido a la falta de tiempo no fue posible ejecutar la simulación, simplemente se estructuró el código para esta. Sin embargo, se dará explicación a los resultados esperados en la simulación y recomendaciones para su implementación.

Según los resultados presentados por Valladares-Carnero (2017) la simulación debe arrojar una producción de biogás elevada los cinco primeros días para su posterior disminución entre el quinto y décimo día. Esta producción acelerada se debe a la alta concentración de proteínas en el estiércol vacuno empleado. La concentración de proteína cruda trabajada en el presente simulacro es muy similar a la del estiércol, siendo su diferencia de tan solo 0.48 g/L, por lo que se esperarían resultados semejantes,

Sin embargo, de acuerdo con Chuang et al (2011), donde se trabajó ya con la especie *E. crassipes*, la producción de metano ocurre después de 57-131 horas, esto está relacionado con la aparición del sustrato para las bacterias

metanogénicas. Por lo tanto, ya sea que el modelo matemático aquí presentado arroje resultados de una producción elevada de biogás antes de los 5 días o después de este tiempo, este se podría ajustar bien a datos experimentales de acuerdo a la bibliografía que se use como antecedente.

Según la experimentación realizada por Auma (2014) el lirio acuático produce una cantidad de 8.0 litros de metano por kilo de sustrato. Considerando que se simuló el uso de 25 gramos de lirio acuático molido entonces se esperaría obtener 0.2 litros de metano en el presente modelo.

De acuerdo con Valladares-Carnero (2017) la variación de la constante de saturación de amoníaco junto con la variación de las tasas de crecimiento bacteriano permite un ajuste más preciso del modelo. Por su parte, Chuang et al (2011) establece que la producción de metano depende de la concentración de sustrato y de la temperatura. No obstante, estas variaciones aún no son consideradas en el modelo.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El empleo de residuos orgánicos, como es el lirio acuático, para obtener biogás a partir de reactores anaeróbicos resulta ser una alternativa atractiva para reducir el consumo de recursos fósiles, de ahí la importancia de su estudio.

El modelo matemático plasmado en el presente reporte detalla el proceso anaeróbico de biodigestión y por ende puede ser usado para predecir el potencial del lirio acuático para obtener biogás. En este modelo se parte de las composiciones orgánicas e inorgánicas del sustrato. Estos datos pueden obtenerse de fuentes bibliográficas, aunque también se recomienda verificar los valores mediante ensayos bioquímicos.

Si bien en el presente simulador no se detalló el impacto que puede tener la variación de ciertos parámetros en la producción de biogás a partir del lirio acuático se sabe de antemano por las bibliografías que el cambio en algunas de estas variables puede modificar significativamente el rendimiento. Por esta razón, se recomienda el uso del modelo presentado con el fin de establecer las condiciones más adecuadas para el proceso. Entre estas variables a modificar para optimizar el proceso se destaca la constante de saturación del amonio, la tasa de crecimiento bacteriana, la temperatura y la concentración de sustrato.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento a Instituto Tecnológico de Celaya y al doctor Luis Fabián Fuentes Cortés por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano. De igual manera, expreso mi agradecimiento al estudiante Jahir Arturo Ortiz Munguía por su gran apoyo en la realización del proyecto.

## REFERENCIAS

- Abbasi, T., Tauseef, S. M., & Abbasi, S. A. (2011). *Biogas energy* (Vol. 2). Springer Science & Business Media.
- Angelidaki, I., Ellegaard, L., & Ahring, B. K. (1999). A comprehensive model of anaerobic bioconversion of complex substrates to biogas. *Biotechnology and bioengineering*, 63(3), 363-372.
- Auma, E. O. (2014). *Anaerobic Co-Digestion of Water Hyacinth (Eichhornia crassipes) with Ruminant Slaughterhouse Waste under Mesophilic Conditions* (Doctoral dissertation, University of Nairobi).
- Boyd, C. E., & Vickers, D. H. (1971). Variation in the elemental content of *Eichhornia crassipes*. *Hydrobiologia*, 38(3), 409-414.
- Cepero, L., Savran, V., Blanco, D., Díaz Piñón, M. R., Suárez, J., & Palacios, A. (2012). Producción de biogás y bioabonos a partir de efluentes de biodigestores.

Forrajes, 35

(2), 219-226.

Gao, J., Chen, L., Yan, Z., & Wang, L. (2013). Effect of ionic liquid pretreatment on the Pastos y

Chuang, Y. S., Lay, C. H., Sen, B., Chen, C. C., Gopalakrishnan, K., Wu, J. H., ... & Lin, C. Y. (2011). Biohydrogen and biomethane from water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) fermentation: effects of substrate concentration and incubation temperature. *international journal of hydrogen energy*, 36(21), 14195-14203.

Díaz-Zavaleta, G., Olvera-Viascán, V., Romero-Luna, F., & Aguirre-Martínez, J. (1989). Control y aprovechamiento del lirio acuático en México.

composition, structure and biogas production of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *Bioresource technology*, 132, 361-364.

Gutiérrez-Vargas, S. (s.f.). Producción de biogás a partir del lirio acuático para la sustentabilidad económica, social, ambiental y energética en la Laguna de Yuriria. Universidad de Guanajuato.

Haroon, A. M. (2008). Nutrition value and factors affecting the energy and biochemical composition of some macrophytes from Lake Manzalah (Egypt). *Egypt J. Aquat. Res.*, 34(4), 143-157.

Lara-Serrano, J. S., Rutiaga-Quiñones, O. M., López-Miranda, J., Fileto-Pérez, H. A., Pedraza-Bucio, F. E., Rico-Cerda, J. L., & Rutiaga-Quiñones, J. G. (2016). Physicochemical characterization of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.)

Solms). *BioResources*, 11(3), 7214-7223.

Madsen, J. D., Luu, K. T., & Getsinger, K. D. (1993). Allocation of Biomass and Carbohydrates in Waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*): Pond-Scale Verification. ARMY ENGINEER WATERWAYS EXPERIMENT STATION VICKSBURG MS ENVIRONMENTAL LAB

Universidad de Guanajuato (2018). UG colabora en proyecto para controlar el lirio acuático en la Laguna de Yuriria. Recuperado el 28/07/2021 de

<https://www.ugto.mx/noticias/noticias/13323-ug-colabora-en-proyecto-para-controlar-el-lirio-acuatico-en-la-laguna-de-yuriria>

Valladares-Carnero, F. (2017). Modelamiento del proceso de digestión anaeróbica de estiércol vacuno y cáscara de cacao.

# APP MULTIPLATAFORMA PARA CONTROL DE UN BRAZO ROBÓTICO ARTICULADO

Christian Daniel Andrade Camacho  
 Tecnológico Nacional de México Campus de Querétaro  
 Av. Tecnológico s/n esq. Gral. Mariano Escobedo.  
 Colonia Centro Histórico  
 C.P. 76000, Querétaro, Querétaro  
*117140063@queretaro.tecnm.mx*

José Miguel Jaimes Ramírez  
 Tecnológico Nacional de México Campus de Querétaro  
 Av. Tecnológico s/n esq. Gral. Mariano Escobedo.  
 Colonia Centro Histórico  
 C.P. 76000, Querétaro, Querétaro  
*jose.jr@queretaro.tecnm.mx*

Resumen – En este proyecto se desarrolló una aplicación móvil multiplataforma, soportada en IOS y Android, para la creación de rutinas de control y programación de un brazo robótico con 5GDL; la creación de la App se llevó a cabo mediante la herramienta Flutter, usando Dart como lenguaje de programación. La aplicación desarrollada es una versión mejorada de otra aplicación previamente desarrollada. Es sencilla, amigable y atractiva para el usuario, pues cuenta con interconexión entre pantallas para una programación más dinámica del control del brazo robótico. Además, permite realizar la comunicación inalámbrica por medio del serial Bluetooth entre la aplicación y un circuito de comunicación diseñado para este sistema automatizado.

Palabras clave – App, Android, IOS, Dart, Flutter.

Abstract – In this project, a multiplatform mobile application was developed, supported on IOS and Android operative system, for the creation of control routines and programming of a robotic arm with 5 degrees of freedom; the creation of the application was carried out using the Flutter tool, using Dart as the programming language. The developed application is an improved version of another previously developed application. It is simple, friendly and attractive for the user, since it has interconnection between screens for a more dynamic programming of the control of the robotic arm. In addition, it allows wireless communication through Bluetooth serial between the application and a communication circuit designed for this automated system.

Keywords – App, Android, IOS, Dart, Flutter.



## I. INTRODUCCIÓN

El planteamiento de este proyecto se inició con la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo mejorar una aplicación móvil, haciéndola multiplataforma, para el control de un modelo de brazo robótico articulado? La meta por cumplir es alcanzar un mayor número de usuarios abarcando los dos principales sistemas operativos para dispositivos móviles que dominan el mercado.

La tendencia BYOD (Bring your own device), o bien por su traducción “lleva tu propio dispositivo”, puede optimizar el tiempo del control de brazos robóticos, lo que trae grandes cambios a la sociedad digitalizada [1]. Actualmente, muchas empresas han adoptado esta manera de trabajar cuyo resultado es mayor productividad, por la interconexión constante con sus procesos productivos lo cual se ve reflejado en su competitividad [2].

El desarrollo de aplicaciones multiplataforma ha llevado lejos el uso de diversas herramientas que nos permiten alcanzar objetivos en común teniendo sistemas diferentes entre sí. El mayor reto se ve reflejado en la búsqueda de optimización de tiempos y en llevar a cabo un correcto análisis costo/beneficio. [3]

## II. MARCO TEÓRICO

Cada aplicación móvil puede procesar, codificar y enviar datos, así mismo puede ser compatible con diversas funciones adicionales, como Bluetooth y Wifi, que permiten ampliar sus potencialidades [4]. El término “app” refiere a todo el software que es instalado dentro de un dispositivo móvil, tales como los teléfonos inteligentes, las tabletas, entre otros.

El desarrollo de aplicaciones ha crecido considerablemente de manera iterativa e incremental, por lo cual siempre será importante mantenerse al día con las necesidades de los usuarios en cuanto a nuevas tecnologías, interfaces de usuario e, incluso, sistemas operativos. Hablando del último punto, hay una serie de SO que parecían prometedores, sin embargo, su popularidad y usabilidad fueron decreciendo mientras que en los últimos 5 años el número de dispositivos con sistema operativo Android representa un 72.72%, mientras que el de IOS un 26.46%, siendo estos dos los más sobresalientes, de modo que este trabajo se enfocó en la implementación de la app sobre estas dos plataformas. [5,6]

Android es un sistema operativo basado en Linux, lo cual implica un núcleo gratuito y libre. En la actualidad Android ha tenido mayor popularidad y no sólo se ha enfocado en la instalación y desarrollo sobre teléfonos inteligentes, ahora podemos encontrar este sistema operativo dentro de tabletas, relojes inteligentes, televisiones, además de otros dispositivos [7]. Cabe mencionar, además, que Android es el SO móvil líder por la diversidad de equipos que trabajan con este, así como un rango de precios y gamas.

IOS, por su parte, es un sistema operativo derivado de MacOS. IOS, además está basado en el sistema operativo Darwin BDS. De acuerdo con la empresa Symatec, IOS se cataloga como un sistema operativo seguro y capaz de soportar diferentes tipos de amenazas. Aunque una desventaja inminente es la poca capacidad de manipulación por parte del usuario, ya que es muy limitado el acceso al código de esta plataforma, adicional a esto, los costos de los dispositivos con IOS es mucho más elevado que los dispositivos Android que tengan características similares, de la misma forma, se tiene una limitación en variedad. [8]

## III. MÉTODO

La metodología de este proyecto se centró en el desarrollo de una aplicación móvil multiplataforma para el control de un brazo robótico, pudiendo manipularlo usando dispositivos con sistema operativo Android o IOS. Se partió de un brazo robótico de 6 GDL, este se diseñó y construyó para llevar a cabo tareas automatizadas de un proceso químico de síntesis de películas delgadas semiconductoras sobre sustratos de vidrio.

La aplicación móvil, al igual que todo el software que podemos encontrar, pasó por diversas versiones que han

tenido mejoras estéticas o lógicas con respecto a la anterior. Las actualizaciones de software permitieron alcanzar los objetivos que se plantearon, ya que siempre se pretende seguir las necesidades. La primera versión (fig. 1) cumplía en general el funcionamiento requerido, esta versión constaba de una única pantalla que establecía conexión con el brazo robótico y movía los motores usando Sliders. Esta versión fue programada con MIT app inventor, usando programación a bloques.

Fig. 1 Imagen de pantalla de la primera versión de aplicación móvil



Tratando de mejorar varios aspectos gráficos y lógicos, se estableció una segunda versión (2.0), esta ya tenía más pantallas que se encargaban de recolectar todos los parámetros necesarios para armar las rutinas del brazo robótico. A esta versión, además, se le agregaron un módulo de carga y uno de guardado de rutinas, obsérvese en la figura 2 algunas pantallas de la versión 2.0. La herramienta utilizada para el desarrollo de esta versión fue la plataforma Android Studio, mediante el manejo del lenguaje de marcado XML para conformar la interfaz gráfica y Java como lenguaje de programación.

Fig. 2 Algunas pantallas de la versión 2.0. Pantalla de inicio a), pantalla de selección de motores b) y pantalla de carga de rutinas c)



Ante una inminente necesidad de ofrecer al usuario una mejor experiencia, se optó por hacer una nueva versión (fig. 3), las ventajas que se lograron en esta versión con respecto a la anterior fueron en la parte gráfica. La versión 3.0 ofrece una serie de pantallas más intuitivas que permiten al usuario armar sus rutinas de una forma más sencilla. Además, trajo consigo un par de bondades adicionales, pues para este punto se planteó un nuevo diseño de brazo robótico. El nuevo brazo robótico cuenta con 5 GDL y se fabricó utilizando otros materiales que proporcionan mayor resistencia, creando así una estructura mejorada. Manipular la versión 3.0 es muy similar a la de la segunda, por lo cual resultó simple de adaptarse a ella. Otra similitud con la versión 2.0 es el entorno de desarrollo, pues también se utilizaron las mismas herramientas, XML y Java.

Fig. 3 Algunas pantallas de la versión 3.0 a), b), c)



La versión 3.1 se desarrolló siguiendo el principio de multiplataforma incluyendo todas las mejoras logradas con las versiones anteriores. El desarrollo de esta nueva versión es basado totalmente en la versión 3.0, con ligeras modificaciones en la interfaz gráfica y también puliendo un poco la lógica. La herramienta utilizada para esta nueva versión es Flutter, Flutter es una herramienta capaz de implementar apps multiplataforma para Android y IOS, este entorno de desarrollo trabaja con el lenguaje de programación Dart.

#### IV. RESULTADOS

El control del brazo articulado se lleva a cabo por dos métodos: interfaz física y aplicación móvil. Los datos de entrada se depositan en la placa Arduino que se encarga de dar la orden para la ejecución de los movimientos cargados en la rutina.

La aplicación móvil consiste en la configuración de las rutinas, una rutina es el conjunto de movimientos que se siguen paso a paso para llevar a cabo una actividad. A través de las diferentes pantallas se recopilan el motor a mover, la posición a la que se llevará dicho motor y el tiempo que esperará el robot tras ejecutar un movimiento. La selección de motor a mover se lleva a cabo utilizando una lista desplegable acompañada de una ilustración que indica cómo están numerados cada uno de los motores. En esta primera pantalla se guarda el dato en memoria hasta que se terminen de llenar todos los parámetros involucrados. Una vez que el motor fue seleccionado, veremos en pantalla un par de elementos que obtienen los nuevos datos requeridos para completar un movimiento; para el caso de la posición a la que se llevará el motor se usa un elemento conocido como Slider, este es una barra deslizable que aumenta o disminuye un valor según el sentido hacia el que se mueva, el tiempo, por su parte, es determinado con botones que incrementan o disminuyen el tiempo de espera, introducido en minutos. (Fig. 4)

Fig. 4 Pantalla de selección de motor a) y pantalla de captura de tiempo y posición b)



Cada uno de los movimientos van insertándose en una List, una lista (o List) es un objeto que nos permite guardar desde tipos de datos predefinidos u objetos creados. Las pantallas de la figura 4 se van repitiendo tantas veces como se desee agregar movimientos a la rutina, haciendo crecer esta lista cada vez más.

El usuario termina de crear una rutina y tiene opción de enviar dicha rutina o guardarla para utilizarla en otro momento. Para ambos casos se lleva a cabo una etapa de codificación, en el caso del guardado, la codificación se utiliza para poder escribir los archivos dentro de la memoria ROM del dispositivo móvil; en cambio, si la rutina va a enviarse para ser ejecutada, las cadenas de texto son seccionadas y enviadas por Bluetooth hacia el brazo robótico.

La cadena codificada tiene la siguiente estructura: Se coloca un primer carácter que indica el motor que se seleccionó, seguido de 3 caracteres que refieren la posición a mover (Si el número de grados comprende menos de tres dígitos, se rellenan con 0 a la derecha), luego tenemos n caracteres que son el número de minutos de espera; adicional se tiene un carácter de control que permite saber la separación entre un movimiento y otro. Una cadena codificada de ejemplo es: 10203#, donde podemos decir que se seleccionó el motor 1, moverlo a 20 grados y esperará 3 minutos.

En el proceso de control los datos se envían en cadenas codificadas entre los dispositivos mediante señales inalámbricas a través de Bluetooth. En una de sus pantallas se muestra un listado donde se pueden observar los dispositivos vinculados, entre los cuales aparece el módulo Bluetooth HC-05. Una vez que se establece la conexión Bluetooth se preparan los datos para poder ser enviados y dar la orden de ejecución.

## V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se logró desarrollar una aplicación multiplataforma capaz de controlar un brazo robótico utilizando métodos de codificación y decodificación de cadenas de caracteres. En la tabla 1 se muestran la matriz de resultados con las pruebas hechas desde cada una de las plataformas para comprobar el funcionamiento.

Tabla 1. Pruebas a la aplicación desde dispositivos.

ID	ACTIVIDAD	ANDROID	IOS
1	Codificación de cadena de caracteres	OK	OK
2	Conexión bluetooth establecida	OK	-
3	Guardado de rutina	OK	OK
4	Carga de rutina	OK	OK
5	Envío consistente de datos	OK	-

Como puede observarse en la tabla, el manejo de la aplicación con los dispositivos IOS tiene problemas con el establecimiento de conexión y, por ende, el envío de datos. Lo antes dicho se debe a la incompatibilidad con el módulo usado y el sistema operativo IOS, para lograr establecer comunicación es necesario hacer cambios en hardware y ajustes en software.

## VI. CONCLUSIONES

Se desarrolló una aplicación móvil multiplataforma para dispositivos smartphone con sistemas operativos Android y IOS para controlar un brazo robótico articulado de 5 GDL. Al no tener los resultados esperados, se plantea el cambio de hardware y la continuación de la investigación para lograr los objetivos planteados.

Al desarrollar esta aplicación se tuvo una serie de etapas difíciles de lograr, una de ellas es el uso de una herramienta de desarrollo distinta a la que se había utilizado con anterioridad, sin embargo, el hecho de tener una versión previa facilita las etapas de planteamiento del sistema. El uso de herramientas multiplataforma nos permite agilizar los tiempos de desarrollo y, como en este caso, la curva de aprendizaje, pues en lugar de estudiar dos entornos distintos, se usa uno solo que satisface ambas plataformas.

## VII. AGRADECIMIENTOS

Al Tecnológico Nacional de México Campus Querétaro, a través del departamento de sistemas y computación, en especial al Ing. José Miguel Jaimes Ramírez por ser anfitrión del desarrollo de este proyecto. A la Dra. Mónica Balvanera Ortuño López y la Dra. Yolanda Jiménez Flores, docentes del departamento de Metalmecánica, por las facilidades otorgadas y el apoyo para este proyecto. Al Programa Verano de la Ciencia de la Región Centro en su edición número 23, por incentivar y promover la investigación en los estudiantes de nivel superior.

## REFERENCIAS

- [1] Izaguirre Castellanos, E. (2012). Sistemas de automatización. Editorial Feijóo. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/itqueretaro/124330?page=10>.
- [2] Garrell Guiu, A. y Guilera Agüella, L. (2019). La industria 4.0 en la sociedad digital. Marge Books. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/itqueretaro/106378?page=29>
- [3] L. Lisandro Nahuel Delía, “Desarrollo de Aplicaciones Móviles Multiplataforma,” 2017. Recuperado de: Desarrollo de Aplicaciones Móviles Multiplataforma (gba.gob.ar)
- [4] Arroyo, N. (2011). Información en el móvil. Barcelona, España: Editorial UOC. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/itqueretaro/33497?page=62>
- [5] Stat counter, “Mobile Operating System Market Share Worldwide,” Jun. 2021. Recuperado de: <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide/#monthly-201605-202105-bar>
- [6] P. Genaro and J. R. Santoyo, “El mercado de los dispositivos móviles”. Recuperado de: [el-mercado-de-los-dispositivos-moviles](http://el-mercado-de-los-dispositivos-moviles) (northware.mx).
- [7] Robledo, D. (2017). Desarrollo de aplicaciones para Android I. Madrid, España: Ministerio de Educación y Formación Profesional de España. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/itqueretaro/49432?page=7>.
- [8] S. de Aponte Gómez Carlos Dávila Ramírez Universidad Ean Facultad Ingeniería De Sistemas, “SISTEMAS OPERATIVOS MOVILES: FUNCIONALIDADES, EFECTIVIDAD Y APLICACIONES UTILES EN COLOMBIA,” 2011. Recuperado de: [AponteSanly2011.pdf](http://AponteSanly2011.pdf) (ean.edu.co)

# TÉCNICAS SPWM PARA INVERSOR MULTINIVEL

Tonathiu Hernández Hernández  
 Instituto Tecnológico Superior de Irapuato  
 Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.  
*LIS18110182@irapuato.tecnm.mx*

José Juan Alfaro Rodríguez  
 Instituto Tecnológico Superior de Irapuato  
 Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.  
*jose.ar@irapuato.tecnm.mx*

Resumen — El presente trabajo describe la implementación de un inversor de puentes H en cascada de 5 niveles, con un arreglo de 12 dispositivos de conmutación y 2 fuentes de DC. La validación se realizó mediante software de simulación numérica aplicando las técnicas de modulación PWM de multiportadoras triangulares disposición de fase (PD), disposición opuesta de fase (POD) y disposición opuesta alternada de fase (APOD), se obtuvo el voltaje de salida multinivel y la distorsión armónica total (THD).

Palabras clave — inversor, multinivel, modulación, multiportadoras.

Abstract — The present work describes the implementation of a 5-level cascade H-bridge inverter, with an arrangement of 12 switching devices and 2 DC sources. The validation was carried out using numerical simulation software applying the PWM modulation technique of triangular multicarriers phase-disposition (PD), opposite phase displacement (POD) and alternative phase opposite displacement (APOD), the multilevel output voltage was obtained and total harmonic distortion (THD).

Keywords — inverter, multilevel. Modulation, multicarriers. I.

## I. INTRODUCCIÓN

Los inversores multinivel son un conjunto de semiconductores de potencia así como de fuentes de voltaje, cuya principal característica es generar a la salida del inversor una onda escalonada la cual presenta una menor distorsión armónica comparada con la señal de entrada

Para este proyecto se utilizará la topología de puentes H en cascada de 5 niveles aplicando las técnicas de modulación conocidas como PWM de multiportadoras triangulares.

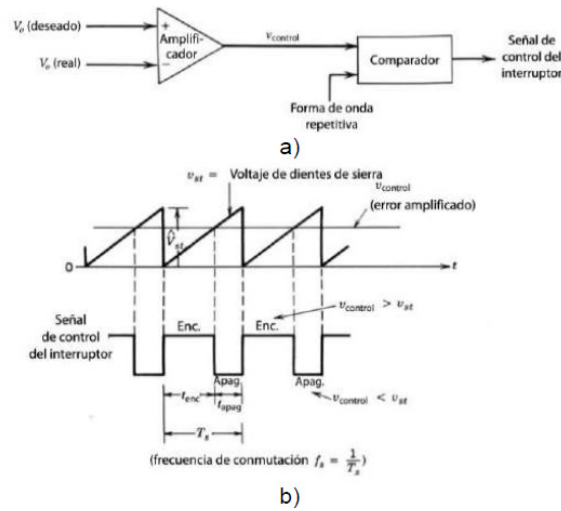
## II. MARCO TEÓRICO

En la conmutación de PWM con una frecuencia de conmutación constante, la señal de control del interruptor (encendido o apagado) se genera por medio de la comparación de un voltaje de control ( ) con una forma de



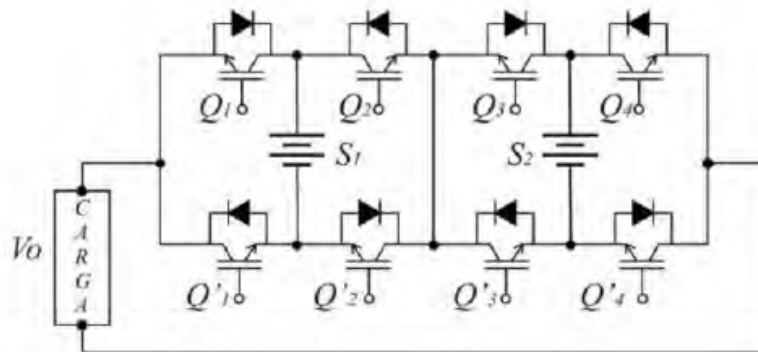
onda periódica, como se muestra en la figuras 1a. La frecuencia de la forma de señal diente de sierra, establece la frecuencia de conmutación. Esta frecuencia se mantiene constante en un control PWM y se elige dentro de un rango de unos cuantos kilo Hertz a cientos de kilo Hertz. Cuando la señal es más grande que la forma de onda de diente de sierra, la señal de control del interruptor se vuelve alta, lo que causa que el interruptor se encienda. De lo contrario, el interruptor está apagado [1].

Fig. 1. Señal de control a) comparación del voltaje de control b) señal periódica.



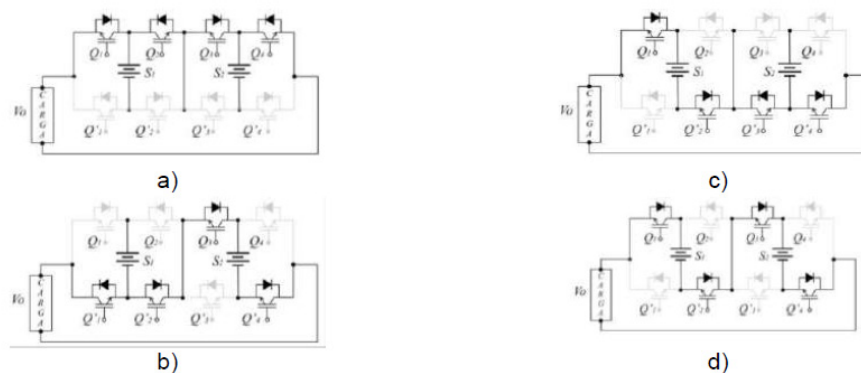
En la figura 2 se muestra un arreglo de la topología de un inversor multinivel con dos puentes H en cascada, con la que se pueden generar hasta 7 niveles de tensión. La topología presenta 4 interruptores IGBTs ( , , y ) y 4 complementarios ( , , y ), así como dos fuentes de voltaje de CD asimétricas y . Las fuentes asimétricas tienen una relación de 2 a 1. El inversor presenta diversos modos de operación que se generan mediante la activación de los diferentes interruptores. Para esta topología se consideran las tensiones en las fuentes de CD como,  $S_1 = V_{CD}$ ,  $S_2 = \frac{V_{CD}}{2}$ .

Fig. 2. Topología del inversor multinivel de 7 niveles propuesto.



Los modos de operación permiten generar un nivel de voltaje como los que se pueden apreciar en la figura 3. En la figura 3a) los interruptores  $S_1$ ,  $S_2$  y  $S_3$  se encuentran cerrados, mientras que  $S_4$ ,  $S_5$  y  $S_6$  son complementarios por lo que se encuentran abiertos y la tensión de salida es  $V_{CD}$ . En la figura 3b) los interruptores  $S_1$ ,  $S_2$  y  $S_3$  se encuentran cerrados, mientras que  $S_4$ ,  $S_5$  y  $S_6$  son complementarios por lo que se encuentran abiertos y la tensión de salida es  $V_{CD}/2$ . En la figura 3c) los interruptores  $S_1$ ,  $S_2$  y  $S_3$  se encuentran cerrados, mientras que  $S_4$ ,  $S_5$  y  $S_6$  son complementarios por lo que se encuentran abiertos y la tensión de salida es  $V_{CD}/2$ . En la figura 3d) los interruptores  $S_1$ ,  $S_2$  y  $S_3$  se encuentran cerrados, mientras que  $S_4$ ,  $S_5$  y  $S_6$  son complementarios por lo que se encuentran abiertos y la tensión de salida es  $V_{CD}/2$ .

Fig. 3. Modos de operación del inversor multinivel. Combinación de interruptores para generar los



De manera análoga se obtienen los diferentes modos de operación de la tabla 2, donde se observa el estado de los interruptores y sus complementarios para generar los diferentes niveles del convertidor (voltaje), donde el interruptor cerrado corresponde al estado lógico '1', mientras que el interruptor abierto corresponde al estado lógico de '0'.

La figura 4 muestra el diagrama de bloques mediante el cual se obtienen las señales de control para los dispositivos de conmutación bajo la técnica de modulación LSC-PWM. Como se aprecia en la figura 4, las señales que determinan la activación de los interruptores son:

Tabla 1. Tipos de letra, justificación y tamaño

Modos de operación	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	$Q_4$	$Q'_1$	$Q'_2$	$Q'_3$	$Q'_4$	Voltaje
$S_1+S_2$	1	0	1	0	0	1	0	1	$3V_{CD}/2$
$S_1$	1	0	0	0	0	1	1	1	$V_{CD}$
$S_2$	1	1	1	0	0	0	0	1	$V_{CD}/2$
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$-S_1$	0	0	0	1	1	1	1	0	$-V_{CD}/2$
$-S_2$	0	1	1	1	1	0	0	0	$-V_{CD}$
$-S_1-S_2$	0	1	0	1	1	0	1	0	$-3V_{CD}/2$

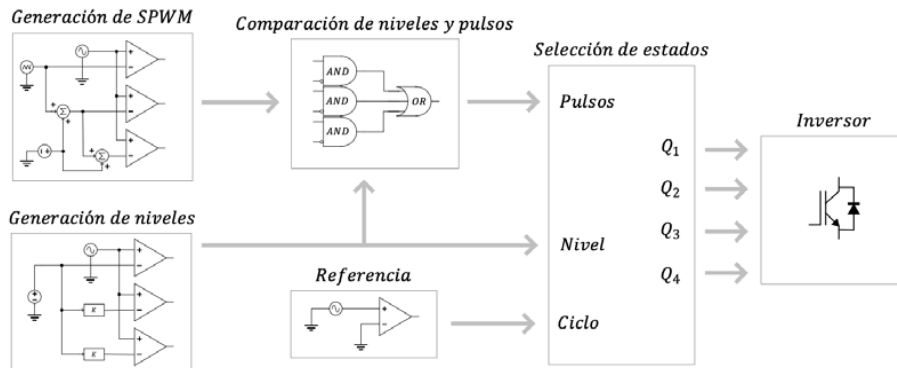
(nn) Nivel.- Determina entre que niveles se deben generar las transiciones.

(p) Pulsos.- Esta señal determina en qué momento se debe cambiar a un nivel de voltaje superior o inferior.

(c) Ciclo.- Determina en qué momento se cambia del semiciclo positivo al negativo.

Para generar la señal “pulso” se emplea la comparación de las señales multiportadoras con la sinusoidal de referencia y una lógica combinacional. Esta señal determina un salto de nivel, cuando se mantiene en el mismo nivel y cuando se cambia a un nivel superior.

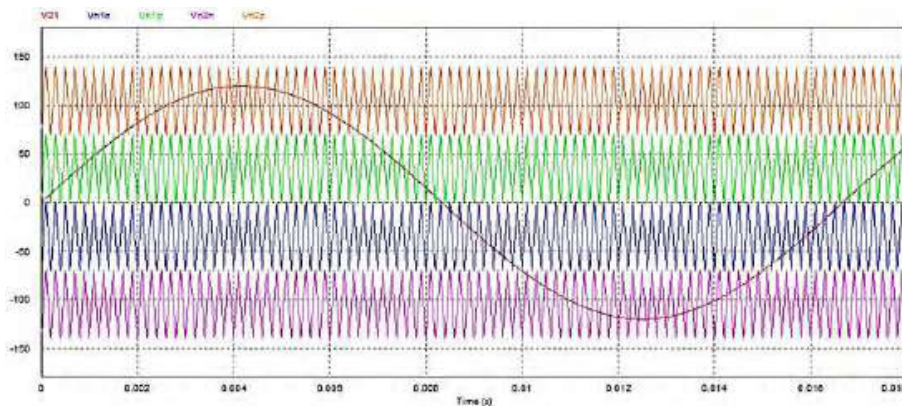
Fig. 4. Diagrama de bloques de las señales de control para activación de los dispositivos de conmutación.



La codificación para los estados de operación, la generación de la señal pulso, el ciclo y la elección del modo de operación de acuerdo al nivel se detallan en [2].

La señal portadora es una señal montada a un cierto nivel de dc que se le denomina “offset”, por lo que, teniendo varias señales, con la misma amplitud, pero diferentes offset se les denomina multiportadoras. Como puede verse en la figura 5 se tienen varias señales triangulares con una amplitud de 70, sin embargo, estas señales tienen diferentes offset, es decir la señal en verde tiene un offset de 0, por lo que llega de 0 a 70, la señal naranja tiene un offset de 70 lo que permite que llegue de 70 a 140, la azul tiene un offset de -70 por lo que llega de 0 a -70 y la señal en rosa tiene un offset de -140 por lo que llega desde -70 a -140. Lo que permite que la onda senoidal tenga un cruce en algún punto con alguna de las señales.

Fig. 5. Señales multiportadoras comparadas con una señal senoidal.

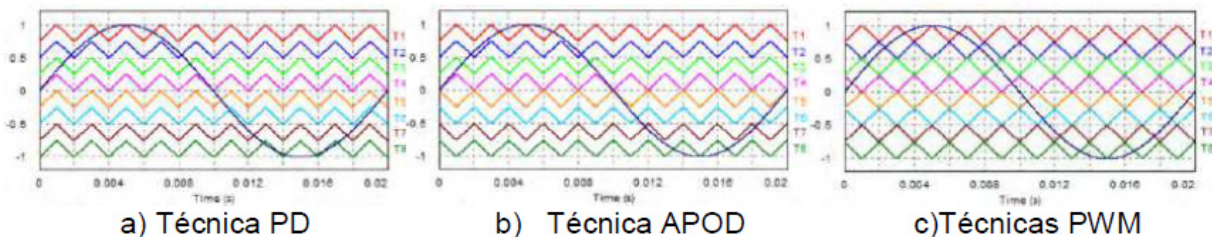


Las técnicas PWM de portadoras triangulares se pueden clasificar en los siguientes grupos según [4-6]:

- Disposición de Fase (PD): todas las portadoras están en fase. Figura 6a).
- Disposición Opuesta de Fase (POD): Todas las portadoras arriba del punto de referencia cero están 180° desfasadas con respecto a las portadoras por debajo del nivel cero. Figura 6b).

c) Disposición Opuesta Alternada de Fase (APOD): Cada portadora está desfasada 180° con respecto a su portadora adyacente.

Figura 6 Técnicas de PWM de portadoras triangulares



### III. MATERIALES Y MÉTODOS

El equipo utilizado cuenta con Windows 10 en su versión más reciente, el procesador es Intel Core i5 de 6 generación, el equipo cuenta con 8 gigas de memoria RAM y un disco de estado sólido por lo que los programas tienen una mayor velocidad de escritura

El inversor multinivel de puentes H en cascada se implementa en software de simulación numérica y es usado para el estudio y la operación del inversor.

Primero, se estudia la operación del inversor multinivel, haciendo un análisis del estado de los dispositivos de conmutación (on-off) y generando la forma de onda escalonada sin aplicar ninguna técnica de modulación.

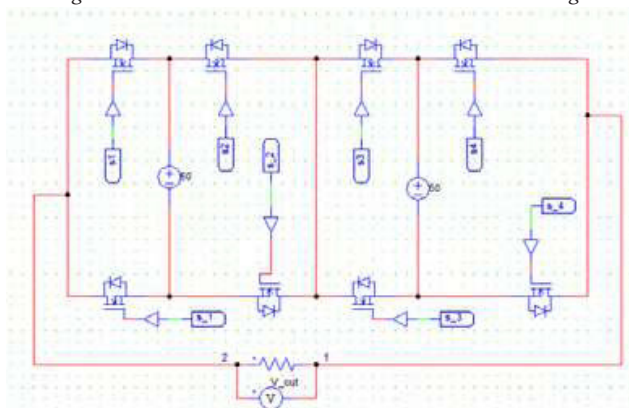
Seguido de esto se estudia cómo se generan las señales multiportadoras mediante software de simulación. Esto se realiza montando una señal (en nuestro estudio en una señal triangular) sobre una referencia (valor de dc) dependiendo de cuántos niveles se requieran para el inversor. Se realiza la codificación en el bloque de código para declarar las entradas y salidas y que se reflejen en la resistencia que actúa como una carga en el inversor.

La técnica de modulación es la modulación PWM de multiportadoras triangulares para el inversor multinivel de 5 niveles.

Se implementaron primeramente pruebas en señales portadoras con la misma fase, amplitud y frecuencia (técnica PD) para posteriormente realizar la técnica POD y APOD.

### IV. RESULTADOS

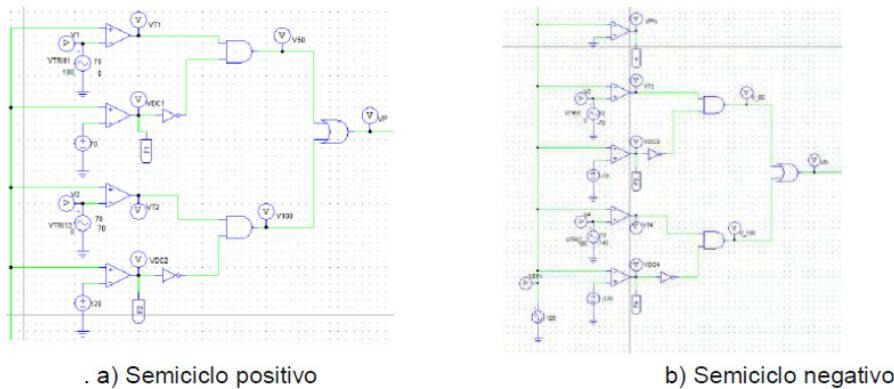
Fig. 7. Circuito del inversor multinivel con resistencia de carga



Para el análisis del inversor multinivel puentes h en cascada se implementó el arreglo de la Fig. 7 en donde primeramente se propusieron fuentes simétricas y posteriormente para activar los dispositivos de conmutación (MOSFETS) se utilizaron etiquetas para mayor entendimiento del circuito por lo que en todas las fases del experimento se presentó un análisis basado en las etiquetas.

Como siguiente punto se diseña un arreglo de comparadores y compuertas lógicas para generar los “pulsos” que permiten conmutar entre un estado y otro. Si el pulso es “0” se queda en el mismo estado y si es “1” cambia el siguiente estado (nivel inmediato superior). Esto se logra mediante la comparación de las señales portadoras triangulares con la sinusoidal, como se muestra en la Fig. 8a.

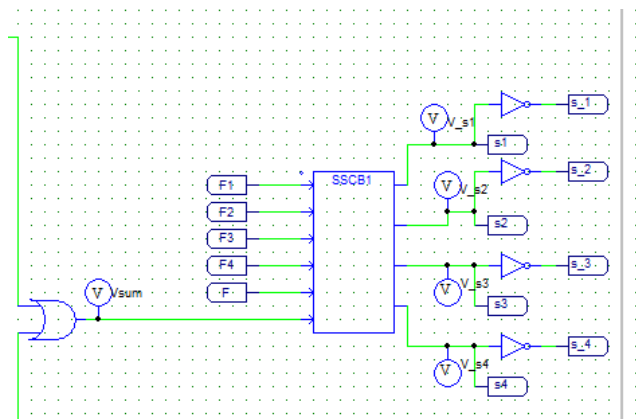
Fig. 8 Arreglo de compuertas y comparadores para



De manera análoga se desarrolla el arreglo de compuertas y comparadores para poder obtener las señales del semiciclo negativo como se muestra en la Fig. 8b.

Una vez teniendo el arreglo de compuertas y comparadores se realizó la conexión hacia un bloque de código en el cual se realizó la programación para determinar la activación de los dispositivos de conmutación mediante las etiquetas como se muestra en la Fig. 9. Donde las señales F1 a F4 indican el nivel en el que se encuentra la señal de referencia, F indica si está en el semiciclo positivo o negativo y Vsum los pulsos generados por las multiportadoras. En la tabla 2 se muestra la lógica de activación de los interruptores para generar la señal de voltaje multinivel de salida del inversor.

Fig. 9. Bloque de codificación y señales de activación de MOSFETS





Las señales multiportadoras que se comparan con la señal senoidal de referencia se muestran en la Fig. 10.

Fig. 10. Comparación de las señales portadoras con la senoidal de entrada

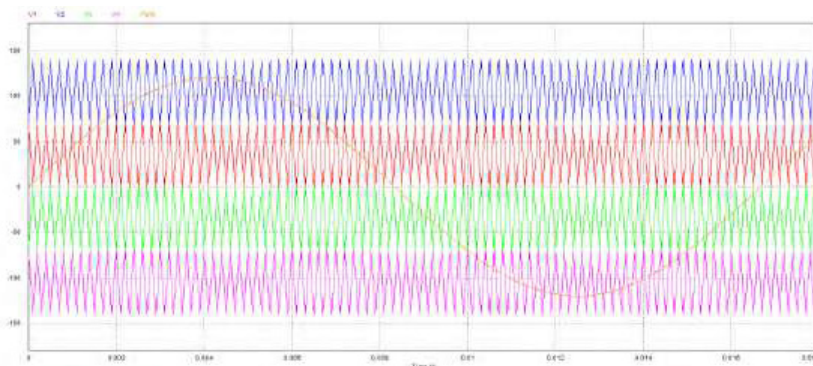


Tabla 2. Lógica de Activación de MOSFETS (semiciclo positivo)

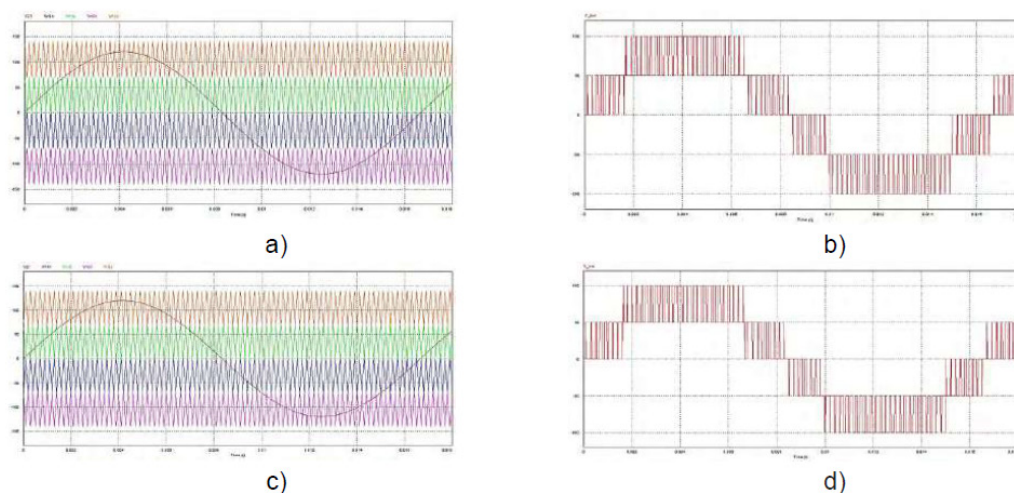
Voltaje	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F	V <sub>sum</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0
70	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0
140	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0

Aplicando la técnica PD al inversor se obtiene la señal de voltaje de salida de la figura 11, en la cual se aprecia la señal a diferentes niveles y la señal pulsante debido a la técnica utilizada.

Fig. 11. Modulación PD-PWM de 5 niveles

Aplicando las técnicas POD y APOD al mismo inversor de 5 niveles se obtuvieron las señales mostradas en la figura 12. La señal que se muestra en la figura 12a) corresponde a la técnica POD y la de la figura 12b) es la señal multinivel obtenida. La figura 12c) corresponde a la técnica APOD, teniendo como señal multinivel la de la figura 12d).

Fig. 12. Técnicas PWM POD y APOD. V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)





Con los resultados basados en la simulación numérica se puede apreciar que las tres técnicas son similares, sin embargo, haciendo un análisis más a detalle, se puede apreciar la diferencia entre las conmutaciones, sin embargo, al determinar la THD como se muestra en la tabla 3, hay una diferencia numérica, casi insignificante pero que puede ser considerada como una mejora.

Tabla 3. Análisis de distorsión (THD) de las técnicas PWM.

Modos de operación	Voltaje
PD	$3.5749370 \times 10^{-1}$
POD	$3.5757987 \times 10^{-1}$
APOD	$3.5764716 \times 10^{-1}$

El trabajo realizado presenta la aplicación de las diferentes técnicas PWM de multiportadoras, validadas mediante simulación numérica y obteniendo la distorsión armónica total (THD de sus siglas en inglés). Se aplicaron las técnicas PD, POD y APOD a un inversor de 5 niveles, los resultados de THD obtenidos a la frecuencia fundamental de la red eléctrica de 60Hz, como se muestran en la tabla 2, donde se puede observar que la técnica PD presenta menor distorsión en comparación a las otras dos técnicas.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El desarrollo de este proyecto y la elaboración del reporte me permitieron ampliar mis conocimientos de electrónica en el área de inversores multinivel, comprender su funcionamiento, así como de las técnicas PWM desarrolladas y de las cuales no se tenía conocimiento. Sin embargo, aún queda pendiente la implementación de la modulación en una tarjeta de desarrollo FPGA y aplicar el conocimiento adquirido, así mismo este proyecto abre una nueva área de investigación, desarrollo e implementación para mí el cual presenta un amplio campo de estudio en el cual me integraré de una manera menos complicada al poseer una introducción en el área de inversores multinivel.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco al comité organizador del Verano de la Ciencia de la Región del Centro por brindarme la oportunidad de realizar el proyecto en este verano.

Así mismo expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato y al M.C. José Juan Alfaro Rodríguez por haberme permitido trabajar en este proyecto.

## REFERENCIAS

- [1] N. Mohan, *Electrónica de Potencia. Convertidores, aplicaciones y diseño*, México D.F.: McGrawHill, 2009.
- [2] J. R.-R. N. V. J. J. A.-. R. A. D. H. J. C. Lopez, «Eight levels multilevel voltage source inverter modulation technique,» *Trans. Latin American*, vol. 16, no 4, pp. 1121-1127, 2018.
- [3] M. H. Rashid, *Electrónica de potencia Circuitos, dispositivos y aplicaciones*, México: Prentice Hall, 1995.
- [4] L. J. B. a. V. G. A. M. Calais, «Analysis of multicarrier PWM methods for a single-phase five level inverter,» *de Power Electronics Specialists Conference, 2001. PESC. 2001 IEEE 32nd Annual, 2001.*
- [5] B. P. M. a. D. G. Holmes, *Multicarrier PWM strategies for multilevel inverters*, *Industrial Electronics, IEEE Transactions on*, vol. 49, 2002.

[6] D. G. H. a. T. A. Lipo, Pulse width modulation for power converters: principles and practice, John Wiley & Sons, 2003.

#### COMITÉ ORGANIZADOR

#### VERANO DE LA CIENCIA DE LA REGIÓN CENTRO PRESENTE

Por medio de la presente hago constar que la alumna TONATHIU HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ con número de control LIS18110182 participo con el proyecto “Técnicas SPWM para Inversor Multinivel” en 23 Verano de la Ciencia de la Región Centro, realizando su estancia del 1 de junio al 9 de agosto de 2021, cumpliendo con el 100% de las actividades encomendadas y habiendo revisado su informe me permito autorizar sea publicado el trabajo realizado.

Sin más por el momento, se extiende la siguiente constancia para los fines legales que al interesado convenga.

A T E N T A M E N T E

Excelencia en Educación Tecnológica® Espíritu de Excelencia en Desarrollo Tecnológico

M.C JOSÉ JUAN ALFARO RODRÍGUEZ

PROFESOR ASOCIADO C

MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO/INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE IRAPUATO

ccp. Archivo

Carr. Irapuato – Silao km 12.5 Colonia El Copal, Irapuato, Guanajuato

C.P. 36821 Tels. 462 6967900 y 6067602

tecnm.mx | irapuato.tecnm.mx

Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

Dirección General

Irapuato, Guanajuato, 20/agosto/2021

Asunto: Constancia de cumplimiento

## SÍNTESIS DE ESPONJAS MAGNÉTICAS DE CONCRETO POLIMÉRICO CON NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS

María Angélica Martínez Rubio  
Tecnológico Nacional de México/ Campus Querétaro  
Av. Tecnológico s/n, Centro,  
C.P 76000, Santiago de Querétaro, Qro.  
*m.angelica.mtz.rubio@gmail.com*

Javier Gustavo Cabal Velarde  
Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato  
Carretera Irapuato-Silao k.m. 12.5, C.P. 36821, Irapuato, Gto.  
*javier.cv@irapuato.tecnm.mx*

Resumen — En este proyecto se evaluó el desempeño de materiales que contribuyen a la separación de aceites en agua contaminada. La fabricación de estos materiales se centra en el desarrollo de esponjas de silicona polimérica y espuma de poliuretano con diluyentes caseros como aceite 3 en 1 (aceite de usos múltiples), aceite de motor y aceite quemado de motor, NaCl de grano y absorbentes de humedad en su estructura, así como materiales de refuerzo como el cemento y nanopartículas de magnetita, dichas pruebas de polimerización se llevan a cabo con la ayuda de un catalizador. Los resultados obtenidos se compararon con una matriz sin diluyentes caseros, esto con la finalidad de la remoción de contaminantes del agua.

Palabras clave — Magnetismo, nanopartículas, compósitos.

Abstract — In this work, the performance of materials that contribute to the separation of oils from contaminated water is evaluated. The fabrication of this materials its centered in the developing of polymeric silicone sponges and polyurethane foam using household diluents such as 3-in-one oil (multi-purpose oil), motor oil and burnt motor oil, grain salt and moisture absorbers in its structure, as well as reinforcement materials, for instance, cement and magnetite nanoparticles, said polymerization tests are performed using a catalyst. The results obtained were compared with a matrix without household diluents, this in order to remove contaminants from water.

Keywords — Magnetism, nanoparticles, composites.

## I. INTRODUCCIÓN

Los materiales magnéticos nanoestructurados ofrecen propiedades novedosas que están revolucionando la tecnología de las aplicaciones magnéticas. Este tipo de material está constituido por partículas magnéticas de tamaño nanométrico (1 a 100 nm) inmersas en una matriz de un material no magnético. La motivación fundamental para su síntesis y estudio es el cambio dramático en sus propiedades magnéticas derivado de las dimensiones nanométricas de los constituyentes magnéticos y la relación área superficial contra volumen existente [1].

Este proyecto se planteó a partir de la idea de contribuir con la conservación del medio ambiente, es por ello que se busca la separación de aceites en agua contaminada, ya que en las últimas décadas la contaminación de los cuerpos de agua ha ido en aumento, sin embargo, también ha incrementado la conciencia sobre la sobreexplotación de los combustibles fósiles y la voluntad de prevenir daños al medio ambiente.

La contaminación de aguas con productos aceitosos produce la escasez de agua potable en regiones pobladas, incluso en regiones donde actualmente se considera abundante, y se prevé que la falta de agua potable será un problema generalizado en todo el mundo en las próximas décadas. En este sentido, para atender dicha problemática se necesitarán de materiales y técnicas avanzadas que separen de manera eficiente las diversas mezclas de agua y aceite [2,3].

Actualmente se empieza a vislumbrar la utilización de nanomateriales o materiales nano-estructurados en aplicaciones de separación de materiales contaminantes, en este caso, de compuestos oleofílicos. La ventaja de la utilización de materiales nanoestructurados radica en su gran área superficial, con lo que es posible la adherencia del material oleofílico en las superficies de las nanopartículas, sin embargo, aunque el material oleofílico pueda ser exitosamente adherido a las nanopartículas, aún queda pendiente el mecanismo de extracción y su posterior recuperación.

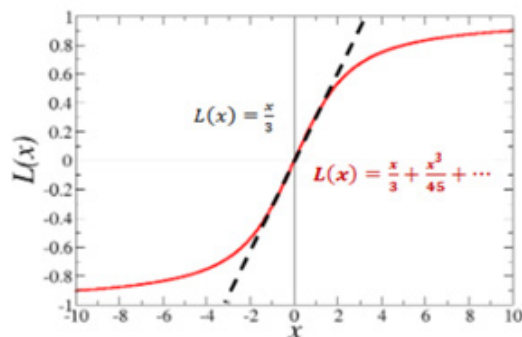
En los últimos años se han realizado progresos en el desarrollo de nanomateriales para la separación de selectiva del compuesto oleofílicos del agua, además, también se han desarrollado novedosos materiales, tal como lo son los hidrogeles [4-5], las esponjas [6-8], nano alambres [9,10], nanopartículas [8-10]. En este sentido, adquiere particular interés los nanocompósitos que presentan propiedades magnéticas, ya que el componente magnético permite la recuperación de los nanomateriales una manera sencilla y, consecuentemente la extracción del material contaminante.

## II. MARCO TEÓRICO

Los polímeros son un tipo particular de macromolécula, que se caracteriza por tener una unidad que se repite a lo largo de la molécula. Las pequeñas moléculas que se combinan entre si mediante un proceso químico, llamado reacción de polimerización, para formar el polímero se denominan monómeros. La unión de todas estas pequeñas moléculas da lugar a una estructura de constitución repetitiva en el polímero y la unidad que se repite regularmente a lo largo de toda la molécula, se conoce con el nombre de unidad constitucional repetitiva (ucr) o unidad monomérica. [11]

Las pequeñas partículas de magnetita de tamaño nanométrico son superparamagnéticas debido a la relajación rápida, que debe ser detectado. Debido a las diversas alineaciones de estos pequeños imanes y dependiendo de varios otros parámetros, se decide un parámetro de histéresis importante como el campo coercitivo (es decir, el campo necesario para desmagnetizarlo) que da una idea y una indicación importante para muchas aplicaciones. Las nanopartículas de magnetita con diámetros menores a 30 nm exhiben un comportamiento superparamagnético, es decir, la curva de magnetización no presenta una curva de histéresis, lo cual significa que, en ausencia de un campo magnético externo, estas partículas tienen magnetización cero y menos tendencia a aglomerarse. [12]

Fig. 1. Función de Langevin que describe el para o superparamagnetismo clásico. La recta de color negro es la aproximación a campos bajos o temperaturas altas  $x \ll 1$ .



Los Compósitos magnéticos se comportan como un material magnético blando y presenta cambios en la variación de la fuerza coercitiva, tanto con el incremento de temperatura como con la variación de porcentaje de volumen de magnetita en la matriz polimérica. El material fabricado puede ser utilizado en aplicaciones donde el compuesto debe ser fácilmente detectable. [13]

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se llevó a cabo una investigación de enfoque cualitativo, centrada en el diseño de formulaciones de nanopartículas de magnetita, silicón, espuma de poliuretano, diluyentes y catalizador, así como la evaluación de sus propiedades mecánicas, magnéticas y adherencia, para identificar su potencial para la fabricación de esponjas magnéticas en una matriz de concreto polimérico para el tratamiento de aguas residuales. Para lo cual se desarrollaron las siguientes actividades:

Preparación de blanco:

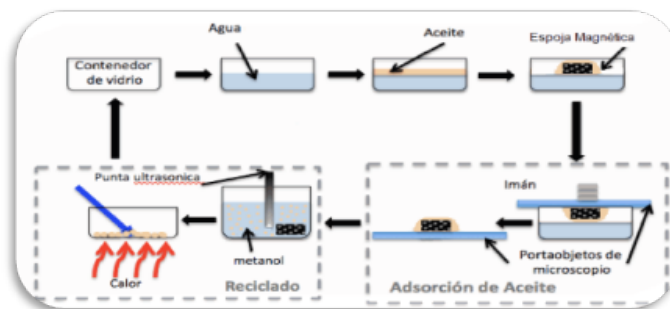
Se realizaron a partir de 55g de monómero de silicón y 35g de diluyente, posteriormente fueron mezclados, se añadieron diversas concentraciones de catalizador a cada una de las formulaciones. Observándose que la muestra polimerizada con mejores propiedades fue la de 5.5% de catalizador.

Elaboración de las esponjas:

Así como también se realizó un estudio sistemático del diluyente con cuatro variantes que presentan diferentes densidades como son el diluyente comercial del silicón, aceite 3 en 1, aceite de motor y aceite de motor quemado. Posteriormente se realizaron la adición del tercer y cuarto elemento de dureza son cemento y nanopartículas de magnetita respectivamente, para la elaboración de las porosidades del polímero con cemento y nanopartículas de magnetita se añadió a tres diferentes porcentajes de 50, 100 y 200% de NaCl, absorbentes de humedad como material de sacrificio con el que generan las porosidades de las esponjas magnéticas.

Para la elaboración de las esponjas de poliuretano se utilizó una mezcla del 50% polioliol y 50% de isocianato, con la adición de un tercer y cuarto elemento de cemento y nanopartículas de magnetita al 10% respectivamente. Posteriormente se realizó una mezcla mecánica para obtener una mezcla homogénea de los elementos, dando como resultado una reacción exotérmica y generando la expansión uniforme de la mezcla formando una esponja con porosidad uniforme, sin la necesidad de un material de sacrificio. Para la caracterización de remoción de sustancias oleofílicas en aguas residuales se realizó la siguiente metodología como se muestra en la Figura 2.

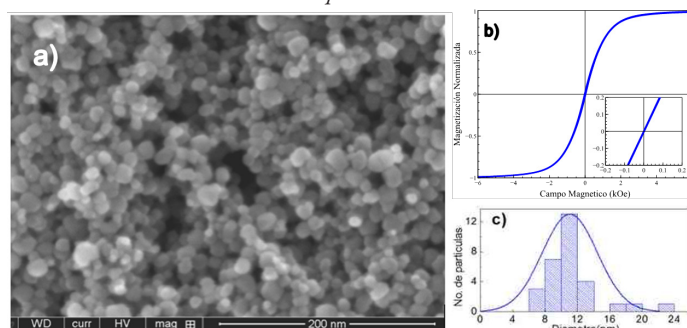
Fig. 2. Procedimiento experimental para la remoción de las sustancias oleofilicas en agua contaminada.



#### IV. RESULTADOS

Con la finalidad de verificar la eficiencia de las esponjas silicón-magnetita realizadas, se aplicó la técnica de caracterización de microscopía electrónica de barrido (MEB) a las nanopartículas de magnetita para observar sus morfologías y tamaños de partícula. En la Figura 3a se observa la imagen de microscopía electrónica de barrido de las nanopartículas de magnetita, en la figura 3b mediante un magnetómetro de fuerza vibrante se obtuvo la caracterización de sus propiedades magnéticas como se muestra en la curva de histéresis que muestra su superparamagnetismo y en la Figura 3c se muestra el histograma correspondiente al tamaño de partícula.

Fig. 3. a) Imagen de microscopía electrónica de barrido de las nanopartículas de magnetita y b) Ciclo de histéresis y c) histograma de distribución del tamaño de partícula.



Se obtuvieron dos muestras, una empleando silicón y la otra espuma de poliuretano. En la Figura 4 se observan las muestras de esponjas magnéticas a las cuales se les aplicó una gota de agua a la derecha y una de aceite a la izquierda, esto se realizó en ambas esponjas. Como se aprecia en la imagen, la gota de agua se mantiene en la superficie de la esponja mientras que la gota de aceite es absorbida, esto comprueba que estas estructuras poseen propiedades hidrofóbicas y oleofilicas.

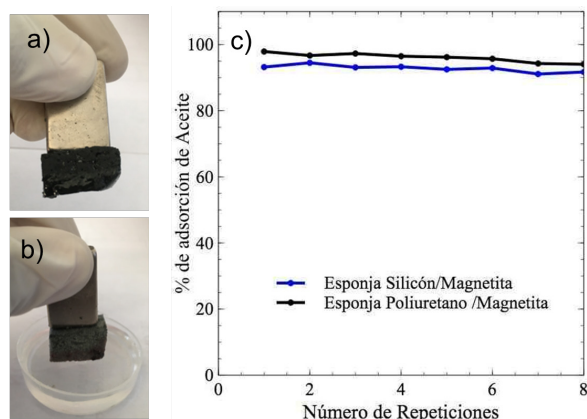
Fig. 4 a) esponja magnética de silicón/ $Fe_3O_4$  con propiedades hidrofóbicas y oleofilicas sobre la esponja magnética b) esponja de poliuretano con nanopartículas de  $Fe_3O_4$  con propiedades hidrofóbicas y oleofilicas.





Se realizaron pruebas de absorción de aceites disueltos en agua con la esponja de silicón/ $\text{Fe}_3\text{O}_4$  y la espuma de poliuretano/ $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , las cuales se graficaron de acuerdo al número de repeticiones, mostradas en la Figura 5, se observa la similitud entre ellas, con una absorción un poco más alta la esponja de poliuretano/ $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

Fig. 5. Grafica del % de absorción de aceite vs el número de reutilizaciones con la esponja silicón/magnética y Esponja poliuretano/magnetita.



## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este proyecto se diseñaron formulaciones para la creación de esponjas poliméricas reforzadas con concreto y nanopartículas de magnetita, basado en una matriz silicón y poliuretano, con potencial para la separación de sustancias oleofílicas de aguas residuales.

El desarrollo de estas estructuras presenta áreas de oportunidad en la implementación eficiente de métodos de remoción de sustancias oleofílicas que contaminan cuerpos de agua, esto debido a la relativamente pequeña cantidad que se requiere para la obtención de un gran volumen de este material.

Un punto muy importante de esta investigación fue la integración de elementos que son comunes en el hogar, los cuales podemos implementar en esta nueva modalidad, haciendo uso del concepto HomeLabs, ya que se desarrolló el proyecto de forma satisfactoria, donde las esponjas absorbieron un porcentaje mayor al 80% de aceite. Lo que comprueba su utilidad en la remoción de aguas contaminadas.

## VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento al Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato y al Tecnológico Nacional de México/Campus Querétaro, por el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano, a Salvador Rocha Solache, por su colaboración en el desarrollo de diseño mecánico.

## REFERENCIAS

- [1] García-Cerda, L. A., Escareño-Castro, M.U., & Salazar-Zertuche, M.. (2006). Preparación de compósitos magnéticos mediante la síntesis in situ de nanopartículas magnéticas dentro de una matriz polimérica. *Superficies y vacío*, 19(1),
- [2] P.-C. Chen, Z.-K. Xu, Mineral-Coated Polymer Membranes with Superhydrophilicity and Underwater Superoleophobicity for Effective Oil/Water Separation, *Scientific Reports*, (2013).
- [3] W. Westermeyer, Oil spill response capabilities in the United States, *Environmental Science & Technology*, 25 (1991).
- [4] C. Teas, S. Kalligeros, F. Zanicos, S. Stournas, E. Lois, G. Anastopoulos, Investigation of the effectiveness of absorbent materials in oil spills clean up, *Desalination*, 140 (2001).

- [5] J. Zhang, S. Seeger, Polyester Materials with Superwetting Silicone Nanofilaments for Oil/Water Separation and Selective Oil Absorption, *Advanced Functional Materials*, 21 (2011).
- [6] Z. Xue, Y. Cao, N. Liu, L. Feng, L. Jiang, Special wettable materials for oil/water separation, *Journal of Materials Chemistry A*, 2 (2014).
- [7] J. Ju, T. Wang, Q. Wang, A facile approach in fabricating superhydrophobic and superoleophilic poly (vinylidene fluoride) membranes for efficient water–oil separation, *Journal of Applied Polymer Science*, 132 (2015).
- [8] Q. Zhu, Q. Pan, F. Liu, Facile Removal and Collection of Oils from Water Surfaces through Superhydrophobic and Superoleophilic Sponges, *The Journal of Physical Chemistry C*, (2011).
- [9] M. O. Adebajo, R. L. Frost, J. T. Kloprogge, O. Carmody, S. Kokot, Porous Materials for Oil Spill Cleanup: A Review of Synthesis and Absorbing Properties, *Journal of Porous Materials*.
- [10] W. Zhang, Z. Shi, F. Zhang, X. Liu, J. Jin, L. Jiang, Superhydrophobic and Superoleophilic PVDF Membranes for Effective Separation of Water-in-Oil Emulsions with High Flux, *Advanced Materials*, 25 (2013).
- [11] López-Carrasquero, Francisco. . *FUNDAMENTOS DE POLÍMEROS*, (2014).
- [12] A.K. Bandyopadhyay, *Nano Materials*, New Age International, (2008).
- [13] Salinas Tacumá, F. E., Landinez Téllez, D. A., Garzón Posada, A. O., & Roa Rojas, J. (2019). Caracterización magnética de material compuesto con matriz de resina epoxi y llanta en desuso reforzado con magnetita en diferentes proporciones. *Tecnológicas*, 22(44), 83-97.

## AJUSTE DE DATOS CINÉTICOS DE CRECIMIENTO MICROBIANO UTILIZANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Zapata Banda Estefania  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí  
Álvaro Obregón 64, Centro, 78300  
San Luis Potosí, S.L.P.  
*a253211@alumnos.uaslp.mx*

Cortez González Jazmín  
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato  
Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821  
Irapuato, Gto.  
*jazmin.cg@irapuato.tecnm.mx*

Resumen — Una de aplicaciones de la biotecnología es representar los procesos microbiológicos con modelos cinéticos que puedan describir el comportamiento de la producción de biomasa, metabolito o consumo de sustrato. Es necesario el ajuste de datos experimentales de cinéticas microbianas, para ellos se propone generar una interfaz gráfica de usuario en Matlab capaz de ajustar datos experimentales para cualquier cinética microbiana, a través de la linealización de datos en la fase exponencial. Para el cálculo de los parámetros cinéticos se utilizó la ecuación de Monod, que será dependiente de la concentración de sustrato. Se obtuvo como resultado 3 GUIDE que pueden analizar muchos datos simultáneos y de todos obtener los parámetros cinéticos, ya que estos experimentos se realizan con las mismas condiciones.

Palabras clave — cinética microbiana, modelo de Monod, ajuste de datos.

Abstract — One of the applications of biotechnology is to represent microbiological processes with kinetic models that can describe the behavior of biomass production, metabolite or substrate consumption. The linearization of experimental data is necessary, which will be done in the traditional way by applying the natural logarithm to the growth to find the exponential phase. The Monod equation is used for the calculation of the kinetic parameters, which will be dependent on the substrate concentration. The result was 3 GUIDE that can analyze many simultaneous data and obtain the kinetic parameters from all of them, since these experiments are carried out under the same conditions.

Keywords — kinetic parameters, Monod model, data fit.

## I. INTRODUCCIÓN

La biotecnología es el conjunto de técnicas que involucran la manipulación de organismos vivos o sus componentes subcelulares, para producir sustancias, desarrollar procesos o proporcionar servicios. La figura principal de un proceso biotecnológico es un biorreactor, el cual es un sistema de contención apropiado, que debe diseñarse para brindar el mejor medio ambiente para el crecimiento celular y actividad metabólica [1].

En el diseño de experimentos se miden las cinéticas (determinación y cuantificación de las reacciones bioquímicas dentro del sistema), para predecir el transcurso del bioproceso, evaluar velocidades de consumo y producción, rendimientos y productividades. Toda esta información, al final es útil para establecer estrategias de producción al escalar un proceso optimizado, y ser implementado para generar producto. En concreto, la finalidad de este proyecto es analizar datos experimentales a diferentes pH y concentraciones de sustrato para que proporcionen información del modelo cinético [1].

Monod fue el primero en investigar el efecto de la concentración de sustrato sobre la rapidez de crecimiento, y encontró que la velocidad específica de crecimiento de las células durante las fases de crecimiento y desaceleración depende de la concentración de nutrientes existentes en el medio. [5] La expresión más empleada es la ecuación de Monod para crecimiento exponencial (1):

$$r_x = \frac{dC_x}{dt} = \mu_{max} * \frac{C_x * C_s}{K_s + C_s} \quad (1)$$

Donde:

- rx: es la velocidad de crecimiento de la célula.
- $\mu_{max}$ : velocidad máxima de crecimiento microbiano.
- $K_s$ : afinidad del sustrato con el microorganismo.
- $C_x$ : es la concentración de células.
- $C_s$ : es la concentración de sustrato.

Para un mejor ajuste de los datos experimentales, se procede a la linealización tradicional de datos experimentales pasando los valores en una gráfica semi-logarítmica (fig. 4a) [3]. Los valores de la fase exponencial forman una línea recta, donde al ubicarlos, se puede conocer los valores de  $\mu$ , que van a corresponder a los valores de las pendientes. Se procede a calcular los valores inversos de  $1/\mu$  y el inverso de la concentración de sustrato propuesta ( $1/s$ ).

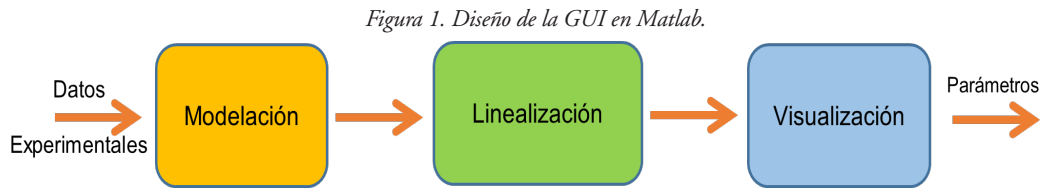
En el eje de las ordenadas se grafica  $1/s$  y en el eje de las ordenadas se grafica  $1/\mu$ , y los valores de la pendiente y ordenada nos ayudan a obtener los parámetros cinéticos buscados.

$$\mu_{max} = \frac{1}{b} \quad (2)$$

$$K_s = \mu_{max} * m \quad (3)$$

## II. MÉTODO

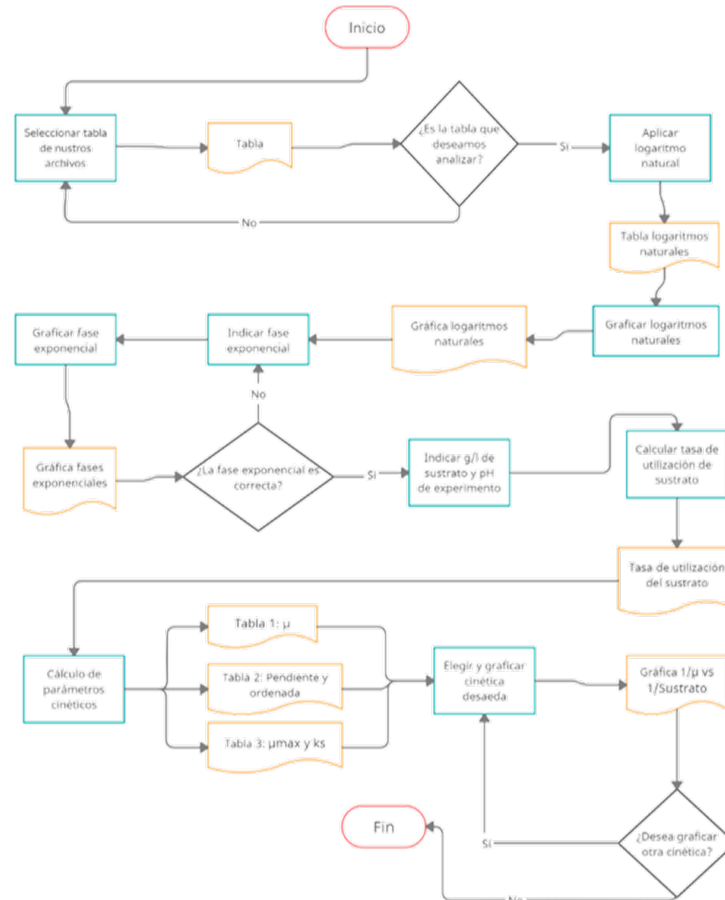
Se propuso una metodología para el desarrollo de una interfaz gráfica de usuario capaz de ajustar datos experimentales de cinéticas microbianas y obtener los parámetros cinéticos para el modelo de Monod, tal como se presenta en la Fig. 1. Se proponen 3 etapas: la modelación, que consiste en codificar el modelo de Monod, la segunda etapa que se refiere al ajuste de datos cinéticos en la fase exponencial mediante la linealización de datos experimentales y por último la visualización de los resultados.



Posteriormente, se planteó un diagrama de flujo (Fig. 2) para conocer las necesidades del trabajo y de esta manera la elaboración de la GUIDE se represente de la manera más eficiente y clara para el usuario.

## II. RESULTADOS

*Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de la GUIDE.*



Se pensó las necesidades de la GUIDE y de cómo manejarlo de la manera más fácil, el diseño de un diagrama de flujo es fundamental para que al programar la GUIDE no se comentan errores.

En el primer paso la GUIDE 1 le pide al usuario seleccionar un archivo desde su servidor. Se corre la tabla y después de corroborar los datos a analizar, con un push-button se procede a aplicar el logaritmo natural la tabla, con la finalidad de encontrar la fase exponencial. Aquí se abre la GUIDE 2, donde con un push-button se grafican los logaritmos contra el tiempo, y a partir de esta gráfica, encontramos los datos que nos dan una línea recta, se introducen en un cuadro de texto editable y se grafica la fase exponencial con otro push-button.

Una vez que la fase exponencial encontrada sea correcta, se despliega la GUIDE 3 donde podemos hacer el

cálculo de los parámetros cinéticos. El usuario introduce el pH del experimento y la cantidad de sustrato inicial. Con un push-button se calcula la tasa lineal de consumo de sustrato, y con un segundo push-button se calculan los parámetros deseados, repartiendo la información en tres tablas:

Tabla de lectura de tiempo, consumo de sustrato y  $\mu$  a cada hora en la fase exponencial por replica.

Tabla de pendiente y ordenada al origen de cada replica.

Tabla de parámetros cinéticos:  $K_s$  y  $\mu$  Max para cada replica.

Por último, el usuario puede graficar el modelo de su preferencia al introducirlo en el recuadro solicitado y volver a presionar el push-button.

Se obtuvieron las siguientes GUIDE de acuerdo con la figura 1:

Figura 3: GUIDE 1 "final" para seleccionar el archivo a evaluar.

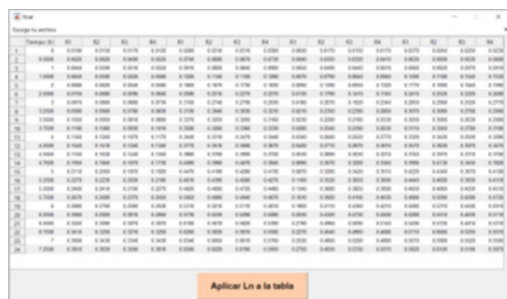


Figura 4: Se seleccionan los datos que corresponde a la fase exponencial. a) gráfica de todos los datos linealizados. b) gráfica de fase exponencial linealizada.

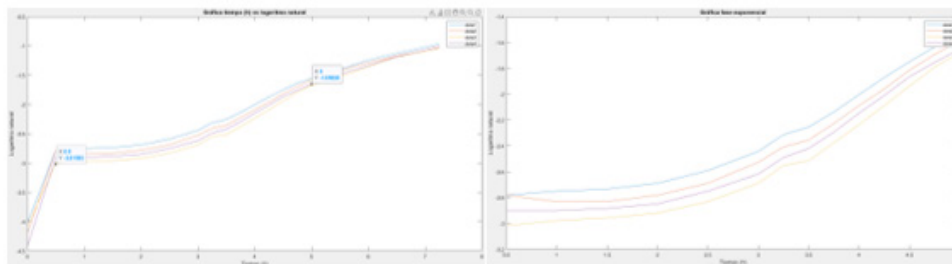


Fig 5: GUIDE 3 "mu" Apreciación de tres tablas donde en tabla 3 se encuentran los parámetros cinéticos buscados. A partir de aquí se pueden cambiar las condiciones del experimento, como el pH y concentración de sustrato.

#### IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Al analizar los valores experimentales con Matlab y con Excel, se puede decir que ambos coinciden en resultado, por lo que nuestra aproximación a los resultados es correcta.

El meter un experimento con tantas columnas de datos analizados, al mostrar la gráfica a partir de la cual se encuentra la fase exponencial, es muy difícil distinguir una diferencia significativa entre las cinéticas, por lo que se



puede llegar a un error al elegir los tiempos donde empieza y termina la fase exponencial si no tenemos claridad en qué cinéticas queremos evaluar. El encontrar una fase exponencial general para todas las cinéticas, puede no ser tan efectivo si estas tienen comportamientos diferentes. Al calcular  $\mu$  en la tabla 1 de la GUIDE 3, en algunos de los tiempos  $\mu=0$ , por lo que en esos casos no se pueden calcular los parámetros cinéticos.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se obtuvo como resultado 3 GUIDE que pueden analizar muchos datos simultáneos y de todos obtener los parámetros cinéticos, ya que estos experimentos se realizan con las mismas condiciones. Será a consideración del usuario analizar sus réplicas y limpiar datos que no sean congruentes al comportamiento de la cinética antes de ingresar sus archivos. Se le recomienda al usuario introducir a la interfaz una tabla donde las cinéticas tengan el mismo comportamiento y que no contenga más de 8 columnas de cinéticas experimentales, para poder distinguir correctamente las fases exponenciales.

Se le recomienda al usuario encontrar el rendimiento del sustrato en el crecimiento microbiano, ya que en los cálculos se analizó como si éste se estuviera consumiendo linealmente, cuando en realidad lo hace exponencialmente como el crecimiento. Este error en el consumo del sustrato explica los valores negativos de  $K_s$  y  $\mu_{max}$  de algunas cinéticas y el comportamiento de la gráfica de la GUIDE 3.

## VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradecimiento a la doctora Jazmín Cortez González por la enseñanza, por permitirme ser parte de esta experiencia y formar parte de un equipo lleno de gente muy talentosa, y a mis compañeros del verano de la ciencia, por su apoyo e instrucción para que pudiera ser posible concluir este proyecto.

## REFERENCIAS

- [1] R. Cuevas García, Obtención y análisis de expresiones de cinética química. Universidad Nacional Autónoma de México, México, Dic 2020. DOI: 10.22201/ceiich.24485691e.2021.26.69639.
- [2] A. León Martín, Desarrollo de Modelos Cinéticos para Bioprocesos: Aplicación a la Producción de Xantano. Universidad Complutense de Madrid, Madrid 1999.
- [3] A. Trinidad Bello, Modelos de crecimiento en biología, su significado biológico y selección del modelo por su ajuste. Universidad Autónoma Metropolitana, México, D.F. junio 2014.
- [4] Pauline M. Doran. (1995). Bioprocess Engineering Principles. London: Academic Press. Capítulo 11: Homogeneous Reactions (pag: 257-292); Capítulo 13: Reactor Engineering (pag: 333-386).
- [5] Mpho Muloiwa, Stephen Nyende-Byakika, Megersa Dinka. Comparison of unstructured kinetic bacterial growth models., South African Journal of Chemical Engineering, Volume 33, 2020, Pages 141-150, (doi.org/10.1016/j.sajce.2020.07.006.)

# OBTENCIÓN DE MATERIALES BASE-GRAFENO A PARTIR DE BIOMASA

Christopher Alan Monsivais Mancha  
Instituto Tecnológico Superior de México campus Monclova  
Carretera 57 km 4.5 Unidad Tecnológica y, Universidad, 95245 Monclova, Coah.  
*H18050535@monclova.tecnm.mx*

Dra. Rocio Martínez Flores  
Instituto Tecnológico Superior de México campus Monclova  
Carretera 57 km 4.5 Unidad Tecnológica y, Universidad, 95245 Monclova, Coah.  
*rocio.mf@monclova.tecnm.mx*

Resumen — En los últimos años, el grafeno y sus derivados han desatado en el área científica e industrial, debido a sus sorprendentes propiedades eléctricas, térmicas y mecánicas. Sin embargo, sus aplicaciones aún se encuentran limitadas debido a sus altos costos de producción. En el presente trabajo se estudia la obtención de materiales base grafeno a partir de biomasa, disponible en la Región Centro de Coahuila, mediante tratamiento térmico. Como primera aproximación, se seleccionó la biomasa de partida y se evaluó su rendimiento a tres diferentes temperaturas de degradación. El desarrollo de materiales avanzados de carbono de alto valor agregado, a partir de biomasa, representa una atractiva oportunidad para impulsar una economía sustentable de la Región Centro de Coahuila.

Palabras clave — Grafeno, biomasa, tratamiento térmico.

Abstract — In the last years, graphene and its derivatives have been standing out in the scientific and industrial area, due to their outstanding electrical, thermal, and mechanical properties. However, their applications are still limited due to high production cost. In the present work, the obtaining of graphene-based materials from biomass, available in the Central Region on Coahuila, by thermal treatment is studied. As a first approximation, we selected the starting biomass and evaluated its yield at three different degradation temperatures. The development of advanced materials with added value, from biomass, represents an attractive opportunity to promote a sustainable economy in Central Region on Coahuila.

Keywords — Graphene, biomass, thermal treatment.

## I. INTRODUCCIÓN

El gran desarrollo tecnológico del siglo XXI, la crisis energética, el deterioro ambiental y las crecientes necesidades de la población han obligado a la comunidad científica e industrial a desarrollar nuevos materiales con excelentes propiedades mecánicas, eléctricas y térmicas. En este sentido, una de las más grandes revelaciones ha sido el grafeno, el cual ha atraído enormemente la atención debido a sus excepcionales propiedades convirtiéndolo en un material con un gran potencial para aplicaciones tan diversas como; baterías de iones de litio, impresión de dispositivos flexibles, celdas solares, biomedicina, electrónica orgánica, tratamiento de aguas residuales, entre muchas otras más.

Recientemente, diversos grupos investigación han logrado obtener óxido de grafeno (GO) y óxido de grafeno reducido (rGO) a partir de biomasa [1]. Sin embargo, aún existe un gran camino por recorrer en el desarrollo de nuevos procesos de producción (más eficientes, escalables, de bajo costo y amigables con el medio ambiente) de materiales base-grafeno a partir de biomasa. El presente proyecto de investigación tiene como objetivo principal identificar las principales fuentes de biomasa de la Región Centro de Coahuila, para utilizarlas como material de partida en la síntesis de óxido de grafeno mediante tratamiento térmico. La producción de novedosos materiales base-grafeno a partir de componentes orgánicos de uso secundario, será indudablemente un excelente punto de partida para impulsar una Economía Circular en el Estado de Coahuila.

## II. MARCO TEÓRICO

El grafeno es un nuevo material nanométrico bidimensional, obtenido en 2004 por exfoliación micromecánica del grafito. Es una hojuela cuasi plana con pequeñas ondulaciones, dando la apariencia de un panal de abejas, con un grosor de un átomo de carbono (0.1 nm). Un comportamiento como semiconductor y ausencia de localización electrónica, entre otras, las cuales se vislumbran que serán de gran utilidad en áreas tales como computación, electrónica y medio ambientales.

Una serie de trabajos sobre los métodos de obtención del grafeno se han reportado desde 2004. Entre ellos, la exfoliación micromecánica (método de “scotch-tape”), a través de la cual el grafeno en estado libre fue obtenido por primera vez [2]. La exfoliación es la separación de las capas más externas de un sólido en laminillas, hojuelas o escamas.

La síntesis de grafeno se lleva a cabo en dos etapas importantes: oxidación y reducción. Cada una de estas etapas conlleva diferentes métodos y reactivos, los cuales le confieren propiedades y características propias a los productos transitorios del grafeno. Estos productos mejor conocidos como óxido de grafeno (GO, por sus siglas en inglés) y óxido de grafeno reducido (rGO, por sus siglas en inglés) han ido tomando relevancia en la investigación. El óxido de grafeno tiene propiedades interesantes y diversas, algunas de las características de este compuesto es que se comporta como un buen aislante, además se le atribuyen propiedades antibacterianas [3]. Los métodos de oxidación para el grafito generan cambios en su estructura química y depende de los reactivos utilizados para su elaboración; el método de Hummers resulta ser el más eficiente para la oxidación del grafito [4].

Después del proceso de oxidación el siguiente paso de preparación de grafeno, es la reducción del óxido de grafeno. Los métodos de reducción de GO puede clasificarse en dos grupos: métodos químicos y métodos térmicos, obteniéndose productos que se aproximan al grafeno en diferentes grados estructurales y en consecuencia en sus propiedades eléctricas, térmicas y mecánicas [5][6]. La ventaja del método térmico es que permite reducir o exfoliar el GO directamente en un solo paso. A pesar de que el rGO presenta menor conductividad eléctrica que el grafeno, se le puede dar un enfoque diferente para aplicaciones que no serían posibles para el grafeno.

### III. MÉTODOLÓGIA

El desarrollo experimental para estudiar el rendimiento de la biomasa a diferentes temperaturas se realizó en un horno marca Furnace 1400 Barnstead Thermolyne y se describe a continuación:

A) En esta primera prueba se utilizaron 9.97 g de carrizo, posteriormente las muestras se sometieron a un tratamiento térmico (TT) a una de temperatura de 300°C durante 15 minutos con una rampa de calentamiento del 30 °C/min. En la figura 1 se pueden distinguir las características iniciales de la biomasa, antes del TT.

*Fig. 1. Imagen de la biomasa seleccionada para la obtención de materiales base-grafeno mediante tratamiento térmico.*



B) Para la segunda muestra se pesaron 9.97 g, de la misma biomasa, pero ahora la muestra se sometió a un tratamiento térmico de mayor temperatura 400°C a 15 minutos con una rampa de calentamiento del 30 °C/min, lo anterior con la finalidad de estudiar el efecto del cambio de temperatura sobre el rendimiento final de la muestra.

C) En el caso de la tercera muestra se pesaron 9.96 g a una temperatura de 500°C con el mismo tiempo de residencia y rampa de calentamiento que las muestras anteriores.

Una vez terminado cada uno de los procesos térmicos mencionados anteriormente, las muestras se sacaron del horno y se dejaron enfriar durante 24 horas a temperatura ambiente (Fig. 2a), y se pesaron (Fig. 2b) para su posterior almacenamiento.

*Fig. 2. Fotografía del proceso de enfriamiento de la muestra con un TT a 400°C (a); imagen representativa del proceso de pesado después del TT de la misma muestra (b).*



a)



b)

#### IV. RESULTADOS

Las características finales de la biomasa después de ser sometida a los diferentes tratamientos térmicos se presentan en la figura 3. Como se puede observar en la imagen la muestra 1 (300 °C) presenta una combustión parcial del material, en contraste, en la muestra 2 (400 °C) se puede distinguir la biomasa de un color negro, lo cual sugiere que la muestra reaccionó en un grado mayor respecto a la muestra 1. Para el caso de la muestra 3 (500 °C), se puede apreciar que la biomasa inicio el proceso de desintegración debido a que perdió la estructura inicial e incluso se pueden observar cenizas (color blanco) lo cual sugiere que la muestra presenta una combustión total.

El análisis del rendimiento de cada una de las muestras mencionadas anteriormente se presenta en la tabla 1. De acuerdo con los resultados la muestra 1 presenta un rendimiento de 38.21%, mientras que la muestra 2 obtuvo 19.85% y la muestra 3 14.30%, estos valores tienen mucho sentido debido a que a mayor temperatura una mayor cantidad de compuestos contenidos en la biomasa volatizan impactando en el rendimiento final.

300 °C 400 °C 500 °C

Fig. 3. Imagen de la biomasa después de la aplicación de los 3 diferentes tratamientos térmicos.

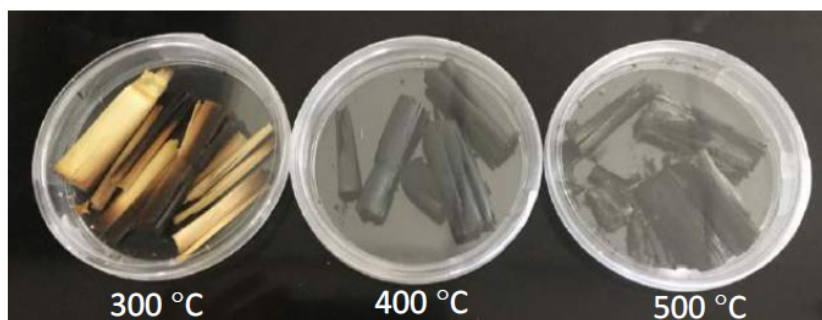


Tabla 1. Tipos de letra, justificación y tamaño

Descripción	Temperatura	Peso inicial (g)	Peso Final (g)	Rendimiento (%)
Muestra 1	300 °C	9.97	3.81	38.21
Muestra 2	400 °C	9.97	1.98	19.85
Muestra 3	500 °C	9.93	1.42	14.30

#### V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El estudio del efecto de temperatura sobre la combustión de la biomasa, como primera aproximación nos permitió identificar que el tratamiento térmico a 300 °C no es viable para la obtención de materiales base-grafeno debido a que una cantidad considerable de la biomasa no reaccionó. Analizando los resultados de la muestra 2 y 3, se considera que posiblemente 400 °C sea la temperatura ideal para la obtención de materiales base-grafeno debido a que la muestra después del TT mantiene su estructura inicial y a simple vista no se aprecian cenizas como en la muestra 3, lo cual es un indicador de que la muestra comburió completamente, perdiendo carbono durante el proceso.

#### VI. CONCLUSIONES

De esta primera serie de experimentos se puede concluir que la muestra 2, sometida a un TT de 400 °C, presentó interesantes características físicas para la síntesis de materiales base-grafeno. Sin embargo, se recomiendan

la caracterización del material obtenido mediante Espectroscopía Raman, con la finalidad de analizar el orden estructural de material de carbono obtenido. Asimismo, se recomienda realizar una nueva serie de experimentos con una rampa de calentamiento menor para estudiar el efecto de la velocidad de calentamiento sobre las características y propiedades finales del material. Mediante el presente proyecto de investigación se logró identificar y estudiar una biomasa local con potencial aplicación para el desarrollo de materiales avanzados de carbono.

## VII. AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a la Dra. Rocio Martínez por haberme brindado la oportunidad y la confianza de trabajar en el presente proyecto, lo cual incrementa mi interés de seguir trabajando en el área de las ciencias. También, agradezco al Instituto Tecnológico Superior de Monclova por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

## REFERENCIAS

- [1] N. Raghavan, S. Thangavel, and G. Venugopal, "A short review on preparation of graphene from waste and bioprecursors," *Appl. Mater. Today*, vol. 7, pp. 246–254, 2017.
- [2] K. S. Novoselov et al., "Two-dimensional atomic crystals," *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, vol. 102, no. 30, pp. 10451–10453, 2005.
- [3] C. Botas et al., "Optimization of the size and yield of graphene oxide sheets in the exfoliation step," *Carbon N. Y.*, vol. 63, pp. 576–578, 2013.
- [4] C. Botas et al., "Graphene materials with different structures prepared from the same graphite by the Hummers and Brodie methods," *Carbon N. Y.*, vol. 65, pp. 156–164, 2013.
- [5] K. K. H. De Silva, H. H. Huang, R. K. Joshi, and M. Yoshimura, "Chemical reduction of graphene oxide using green reductants," *Carbon N. Y.*, vol. 119, pp. 190–199, 2017.
- [6] S. Mao, H. Pu, and J. Chen, "Graphene oxide and its reduction: Modeling and experimental progress," *RSC Adv.*, vol. 2, no. 7, pp. 2643–2662, 2012.



# INVERSOR MONOFÁSICO FOTOVOLTAICO DE TRES NIVELES PARA INYECCIÓN DE POTENCIA A LA RED SIN TRANSFORMADOR

Carlos Nieto Espinoza  
Tecnológico Nacional de México / ITS de Irapuato  
Carretera Irapuato - Silao km 12.5 Colonia El Copal  
*LIS17110977@irapuato.tecnm.mx*

Gerardo Vázquez Guzmán  
Tecnológico Nacional de México / ITS de Irapuato  
Carretera Irapuato - Silao km 12.5 Colonia El Copal  
*gerardo.vg1@irapuato.tecnm.mx*

Resumen — En este documento, se propone una topología de un inversor fotovoltaico sin transformador monofásico de tres niveles de voltaje a la salida, el cual se valida en lazo abierto y se demuestra que permite mitigar las corrientes de fuga. Estas corrientes de fuga se generan debido a la interacción del voltaje de modo común y las capacidades parasitas que se forman entre la superficie del panel fotovoltaico y el semiconductor. Para reducir la magnitud de la corriente de dispersión este trabajo tiene como objetivo proponer una topología de un inversor fotovoltaico, la cual a través de la operación propia de la estructura permitirá disminuir la magnitud de las corrientes de fuga. Se presenta un análisis del inversor propuesto mediante simulaciones y se valida el comportamiento respecto a la generación de la corriente de modo común.

Palabras clave — Inversor fotovoltaico sin transformador, corrientes de fuga, red eléctrica.

Abstract — In this document, it is proposed a single-phase transformerless photovoltaic inverter with three voltage levels at its output. The inverter is mainly designed to deal with the leakage ground current that can cause several problems in the system. The common mode current is generated by the interaction of the common mode voltage and the parasitic capacitances formed between the PV panel surface and the PV panel frame. Therefore, this research work proposes a single-phase inverter to deal with this issue. The proposed topology is analyzed and validated by means of simulations.

Keywords — Transformerless photovoltaic inverter, leakage current, electric grid.

## I. INTRODUCCIÓN

La energía solar fotovoltaica se obtiene al convertir la luz solar en energía eléctrica, mediante tecnología basada en el efecto fotoeléctrico. Esto es, en el panel fotovoltaico incidirán fotones en la superficie para generar una corriente eléctrica. La energía solar es una energía renovable e inagotable que puede utilizarse para producir energía eléctrica en instalaciones que pueden diseñarse usando pequeños generadores hasta grandes plantas fotovoltaicas. Los dispositivos para transformar fotones en energía eléctrica se llaman celdas fotovoltaicas, estas pueden estar hechas de silicio monocristalino, policristalino o amorfo u otros materiales semiconductores de capa fina [1].

En algunos países como Honduras, Italia y Grecia se genera una parte de la energía eléctrica que consumen mediante paneles fotovoltaicos [2], aunque no es un porcentaje muy elevado en la energía total generada, en algunos casos, llega a tener una importante relevancia para el sistema eléctrico en cuestión. Si bien la energía solar en México no tiene una gran capacidad con respecto a otros países, es significativo su crecimiento acelerado en los últimos años pasando de una capacidad de almacenamiento de energía de 145 MW a 214 MW del año 2016 al año 2017. La energía fotovoltaica es una fuente de energía renovable que actualmente tiene una tasa de crecimiento anual importante respecto a otras fuentes de energía limpia [3].

Existen dos tipos de sistemas fotovoltaicos: aislados y conectados a la red. El sistema aislado no se conecta a la red eléctrica generalmente se componen de un arreglo de paneles fotovoltaicos, controladores y baterías. Por otro lado, los sistemas fotovoltaicos conectados a la red están conformados por un panel fotovoltaico y un inversor, esto permite inyectar la energía generada directamente a la red eléctrica. En este trabajo se presenta el diseño de un inversor para un sistema conectado a la red eléctrica sin transformador.

## II. MARCO TEÓRICO

Uno de los principales problemas que tienen las estructuras no aisladas son las corrientes de fuga que suelen ser, en algunos casos, peligrosas para la operación del sistema ya que pueden producir descargar eléctricas a los usuarios, mayores pérdidas de potencia, disparo indeseado de protecciones, entre otras. Por tal motivo, este tipo de sistemas no fue permitido inicialmente en diversos países. Sin embargo, dado que este tipo de sistemas permiten mejorar el aprovechamiento de la energía generada en los paneles solares, las distintas normativas internacionales se han ido adaptando para permitir la introducción de estos sistemas en el mercado de la generación eléctrica. En la Figura 1 se presenta la topología de un inversor conectado a la red sin transformador conocido comúnmente como HERIC (High Efficiency and Reliable Inverter Concept, por sus siglas en inglés). La topología HERIC se ha comercializado por la empresa Sunways Inc, su eficiencia nominal puede alcanzar el 95%, y su eficiencia máxima es 95.6%, además es importante decir que la corriente de modo común medida para esta topología es de alrededor de 22 mA [4].

El inversor HERIC es uno de los inversores más usados en la práctica, ya que tiene una alta eficiencia. En la Figura 2 se presenta un esquema simplificado de su estrategia de modulación. El objetivo de la estrategia de modulación es generar los estados de operación del inversor, los cuales permitirán obtener, a partir de una señal en corriente directa (CD) una señal en corriente alterna modulada. Dentro de estos estados de operación, existen particularmente dos estados de libre circulación, los cuales tienes como objetivo mantener el voltaje de modo común constante para mitigar las corrientes de modo común. En las Figuras 3 a) a la 3 d) se muestran los estados de operación.

Figura 1. Inversor HERIC.

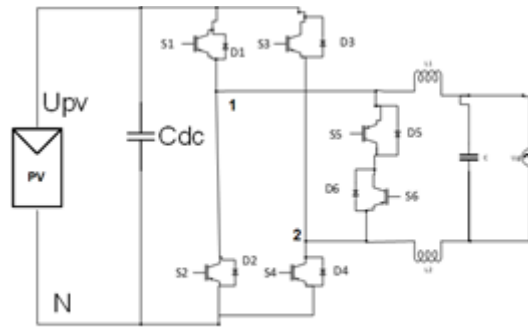


Figura 2. Estrategia de modulación del inversor HERIC.

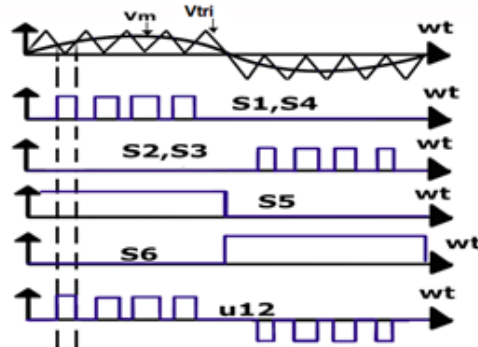
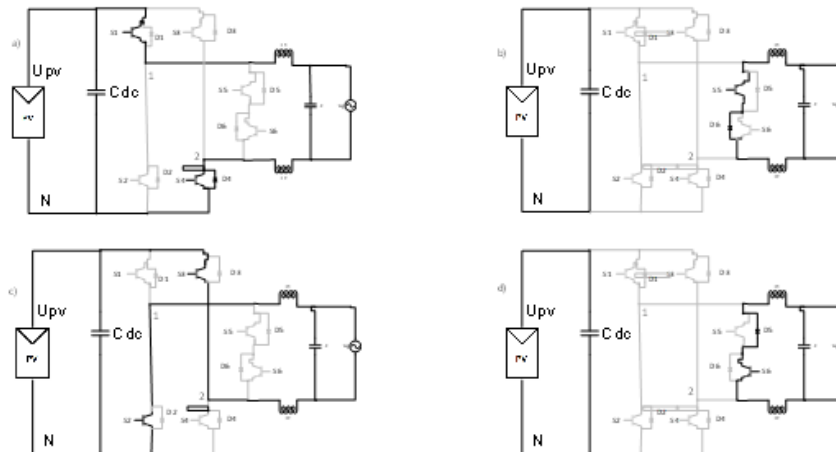


Figura 3. Estados de operación del inversor HERIC.



### III. METODOLOGÍA

El esquema simplificado del inversor monofásico fotovoltaico propuesto se muestra en la Figura 4. Como puede observarse, el inversor consta de cuatro interruptores IGBT, así como 4 diodos. En esta topología, los interruptores S1 y S2 se utilizan para proporcionar los vectores activos a la carga y para desacoplar el inversor de la fuente de alimentación. Por otro lado, los interruptores S3 y S4 permiten la circulación de la corriente durante los intervalos de libre circulación y además evitan un corto circuito entre los terminales de los capacitores de enlace.

Los diodos D1, D2, D3 y D4 se utilizan durante el desacoplo del inversor y proporcionan la trayectoria para la circulación de la corriente durante los intervalos donde se aplican los vectores nulos a la carga.

Figura 4. Estructura de la topología DCHB5.

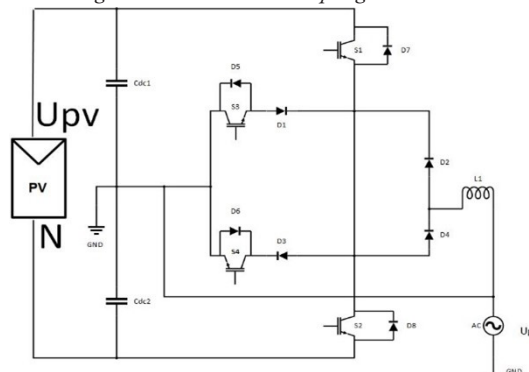
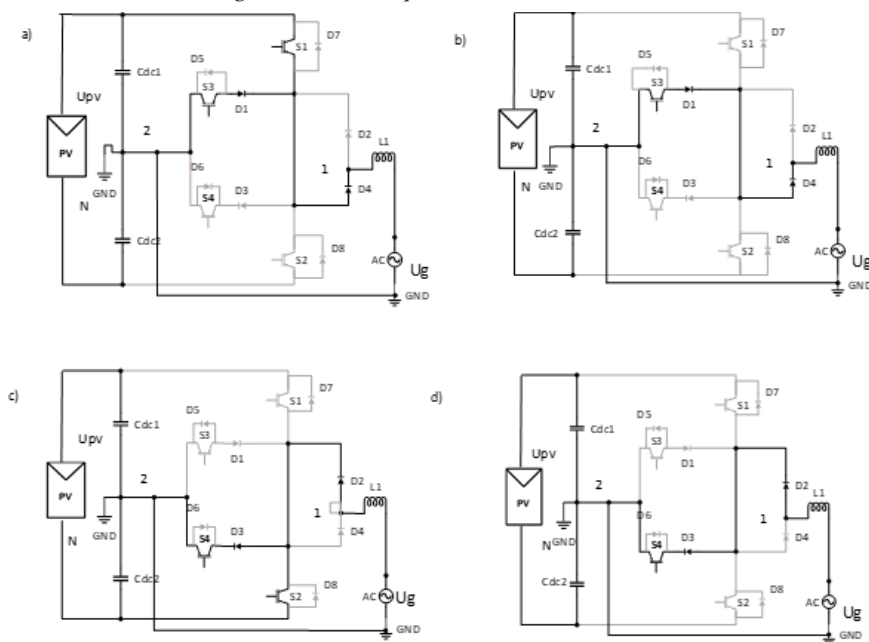


Figura 5. Estados de operación del inversor DCHB5.



El inversor cuenta con cuatro estados de operación los cuales se presentan en los incisos a), b) c) y d) de la Figura 5. Durante el semiperiodo positivo, el voltaje de salida  $V_{AB}=V_{DC}/2$  se genera al encender el interruptor S1, así como el diodo D1. En este caso, es posible dejar encendido S3 durante este semiperiodo ya que durante el estado nulo permitirá la circulación de la corriente de la carga. Mientras que los interruptores S3 y S4, así como los diodos D2 y D3 están apagados durante este intervalo, en este caso, la corriente fluye a través de S1 y D4 hacia la carga y regresa al punto medio de los capacitores de entrada como se presenta en el primer estado de operación, Figura 5 a).

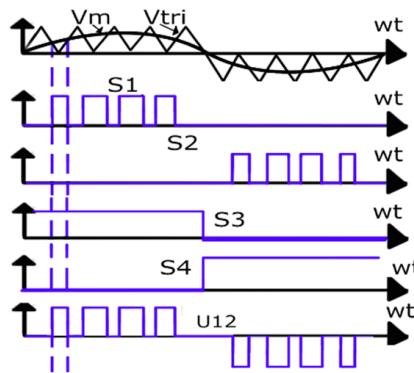
El voltaje  $V_{AB}=0$  (la etapa de libre circulación) se logra apagando el interruptor S1, dejando S3 encendido y manteniendo los demás interruptores apagados como se presenta en el segundo estado de operación Figura 6 b). En este caso la corriente circula por el circuito debido a la fem en el filtro L que la impulsara a fluir a través del interruptor S3 y los diodos D1 y D4 como se presenta en el segundo estado de operación, Figura 6 b).

Durante el semiperiodo negativo de la modulación, el vector activo  $V_{AB} = -V_{AB}/2$  se genera al encender los interruptores S2 y S4, así como los diodos D2 y D3, además se debe de apagar el interruptor S3 y los diodos D1 y D4 del estado anterior, de esta manera la corriente de carga fluye a través de los interruptores hacia la carga y regresa por el punto medio de la fuente dividida por los capacitores.

La trayectoria de libre circulación durante este semiperiodo es proporcionada por el interruptor S4 y los diodos D2 y D3, mientras que el resto de los dispositivos están apagados generando en este caso el vector nulo  $V_{AB} = 0$  como se presenta en el cuarto estado de operación en la Figura 6 d).

Se agregó una fuente de CD en paralelo a los capacitores Cdc1 y Cdc2 para minimizar la ondulación del voltaje, los valores de capacitancia en Cdc1 y Cdc2 son de 235 $\mu$ F debido a que se requiere un divisor de voltaje a la mitad de  $U_{pv}$  además de tener una inductancia de 2mH en L para minimizar el rizado de la corriente en la carga.

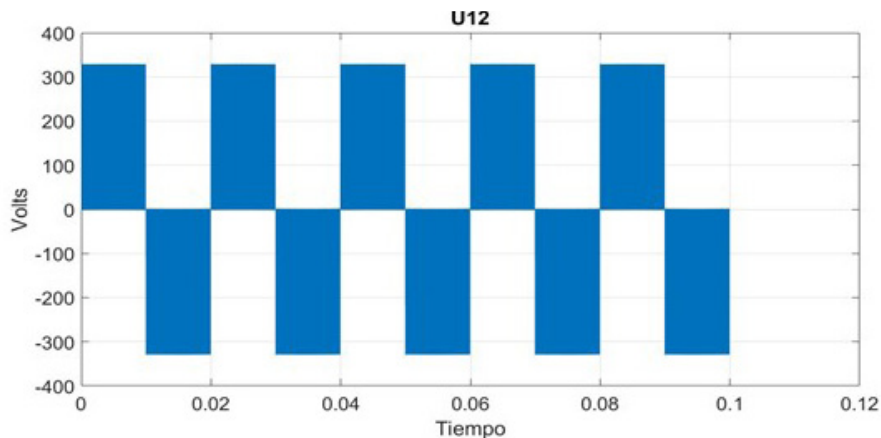
Figura 6. Estrategia de modulación para el inversor DCHB5.



#### IV. RESULTADOS

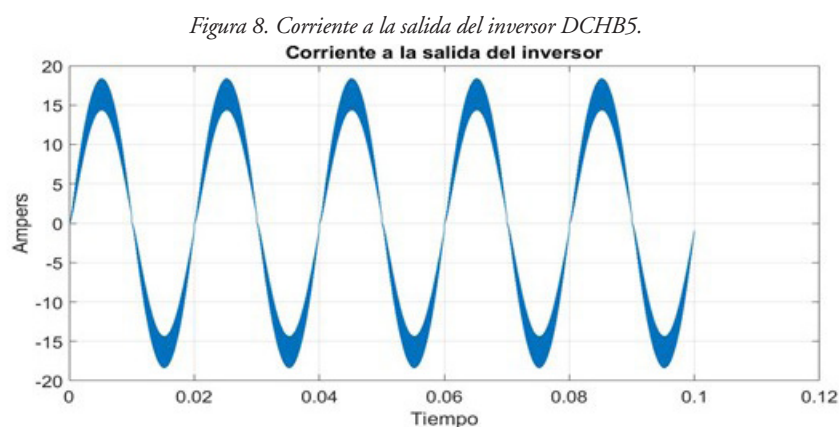
Con la finalidad de demostrar el correcto funcionamiento del inversor, se realizaron algunas simulaciones considerando algunas características a la salida del inversor usando el software PSIM, con el fin de corroborar su correcto funcionamiento. En la Figura 7 se presenta los tres niveles de voltaje a la salida los cuales tienen una amplitud de  $U_{pv}/2$  como ya se mencionó anteriormente, formando así los 3 niveles de voltaje a la salida del inversor.

Figura 7. Voltaje de salida del inversor DCHB5.

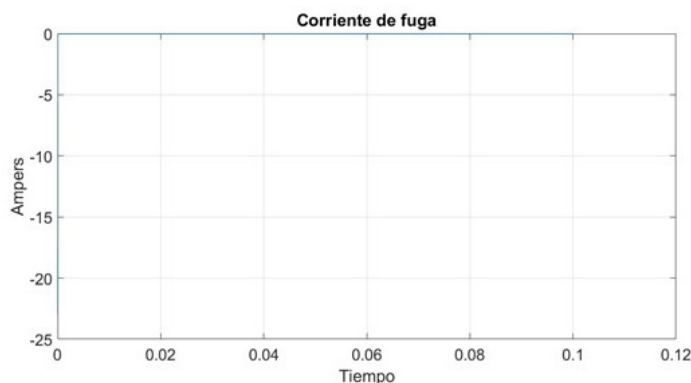


La corriente de salida del inversor se presenta en la Figura 8. Como puede observarse, la señal de corriente tiene una forma de onda senoidal con un rizado asociado debido al valor del filtro de primer orden y de la frecuencia de conmutación. De igual forma, se puede observar que existe una distorsión en el cruce por cero, esto se debe a que la forma en la que se está operando el inversor no permite la operación en los cuatro cuadrantes, es decir el inversor deberá conectarse a la red eléctrica usando un sistema de control que permite garantizar la operación del inversor con factor de potencia unitario.

En cuanto a las corrientes de modo común generadas entre la superficie del panel fotovoltaico y el semiconductor, se puede observar que la amplitud es muy baja, en la Figura 9 se presentan dichas corrientes de modo común presentes en el sistema.



*Figura 9. Corriente de fuga del inversor DCHB5.*



## V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se tiene una pequeña distorsión en el cruce por cero del inversor, sin embargo, los niveles de corrientes de modo común son relativamente bajos, de esta manera se corroboró el correcto funcionamiento del inversor fotovoltaico. Por otro lado, la operación del inversor garantiza una eficiencia adecuada, debido a que se usa un número reducido de interruptores si se compara con otras topologías.

## VI. CONCLUSIONES

En este proyecto se propuso y simuló un Inversor monofásico fotovoltaico de tres niveles para inyección de potencia a la red sin transformador, el cual transforma la energía de CD a CA, para la inyección de potencia a la red eléctrica atenuando la magnitud de las corrientes de modo común en el sistema.



Con la finalidad de evaluar la eficiencia del inversor, se realizaron simulaciones para comprobar el funcionamiento, como los niveles de voltajes a la salida, la corriente en la salida del inversor, además de las corrientes de modo común.

Los resultados obtenidos en la corriente a la salida del inversor presentan una pequeña distorsión de un cruce por cero, sin embargo, cuenta con buenas características en su rizado, así como en las corrientes de modo común. Como trabajo futuro se propone la implementación física del inversor para la comprobación de su funcionamiento de manera experimental.

## VII. AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Tecnológico Nacional de México / ITS de Irapuato por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia dentro del evento Verano de la Ciencia de la Región Centro 2021.

## REFERENCIAS

- [1] V. H. Bonilla. (2021, Marzo, 01). ¿Cómo funcionan las plantas fotovoltaicas?, [Online]. Available: <https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/que-es-energia-fotovoltaica>.
- [2] K. E. Elliot and C. M. Greene, “RENEWABLES 2020 GLOBAL STATUS REPORT”, Paris, Divulcation, (2021).
- [3] PRODESEN, PROGRAMA DE DESARROLLO DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL”, SENNER, MÉXICO, DIBULGACION, 2018.
- [4] H. Xiao, X. Wang, Transformerless Photovoltaic Grid-Connected Inverters. (1ra) Edition. China. Springer, 2021.

## EVALUACIÓN DE EFICIENCIA ANTIFÚNGICA EN UN COMPUESTO DE PU Y NANO PARTÍCULAS DE PLATA

Brenda Ameyally Gerardo Vergara  
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón  
Blvd. del Valle #2301 Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413  
*LBS13460375@purisima.tecnm.mx*

Asesor: Armando Mares Castro  
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón  
Blvd. del Valle #2301 Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413  
*armando.mc@purisima.tecnm.mx*

Resumen — El poliuretano (PU) es un material de moda en la actualidad debido a sus características, como la flexibilidad, resistencia y adaptabilidad. Su tecnología ha avanzado desde su descubrimiento, incorporando elementos para obtener más propiedades e incrementar sus aplicaciones. Uno de los elementos que se ha agregado y aún se encuentra en estudio, es el uso de nanopartículas de plata (NP Ag), gracias a la nanotecnología se pueden obtener estos materiales con diferentes características, lo que cambia la interacción con los microorganismos. En este trabajo se tiene como objetivo un ensayo de laboratorio en el cual se muestre la interacción macroscópica con el hongo *A. Brasiliensis* a diversas concentraciones y tamaños de nanopartículas en muestras de poliuretano.

Palabras clave — Poliuretano (PU), Nanopartículas de planta (NP Ag), *A. Brasiliensis*.

Abstract — Polyurethane (PU) is a fashionable material today due to its characteristics, such as flexibility, resistance, and adaptability. Its technology has advanced since its discovery, incorporating elements to obtain more properties and increase its applications. One of the elements that has been added and is still under study is the use of silver nanoparticles (NP Ag), thanks to nanotechnology these materials can be obtained with different characteristics, which changes the interaction with microorganisms. The objective of this work is a laboratory test in which the macroscopic interaction with the fungus *A. Brasiliensis* is shown at various concentrations and sizes of nanoparticles in polyurethane samples.

Keywords — Polyurethane (PU), Plant Nanoparticles (NP Ag), *A. Brasiliensis*.

## I. INTRODUCCIÓN

El poliuretano es un material de moda en la actualidad debido a sus características, ya que proporciona flexibilidad, resistencia y adaptabilidad, además, es reciclable y ligero, lo que ayuda a su aplicación en diversas industrias siendo con ello un material idóneo en este tiempo, donde la sostenibilidad y ecología son indispensables

En este punto, una alternativa es la aplicación de nanopartículas de plata en este material, para así agregar propiedades antibacterianas y antifúngicas. Esta implementación se da gracias a la nanotecnología, la cual ha desarrollado nanopartículas inorgánicas con efectos microbicida sobre microorganismos como lo son virus, hongos y bacterias. Esta capacidad está dada por la naturaleza del material, sus dimensiones y la relación área – volumen, la cual permite la interacción con los microorganismos aplicación de NPs Ag es que, a diferencia de los antibióticos, los microorganismos no puedan [2,3].

Un atractivo clave para la generar resistencia con facilidad

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomó como referencia la metodología descrita para determinación de la resistencia de los materiales poliméricos sintéticos a los hongos (ASTM G21-15), adaptando el proceso a las condiciones otorgadas en el ITSPR.

El procedimiento consistió en selección de muestras de PU para la determinación de las propiedades pertinentes, inoculación de las muestras con hongo *Aspergillus Brasiliensis*, exposición de las muestras inoculadas en condiciones favorables para el crecimiento, clasificación del crecimiento visual, extracción de las muestras y observaciones para el ensayo.

Para la inoculación se vertieron 20ml de agar con sales nutritivas en cajas Petri estériles, proporcionando una capa de agar solidificado de 3 a 4 mm de profundidad. Solidificado el agar, las muestras se colocaron en la superficie; estas muestras deben tener un diámetro de 2 pulgadas o 50mm como lo establece la norma. Se inoculó la superficie, incluida la superficie de las muestras de ensayo, con la suspensión de esporas previamente obtenida con una concentración de  $1 \times 10^6$  y analizada en cámara de Neubauer, esparciendo la suspensión en tres gotas de 50 $\mu$ l de modo; dos gotas en distintos puntos del agar y una en superficie de la muestra [1]. Se protegieron las muestras de prueba inoculadas con Parafilm, incubando a 26 ° C.

Para un control de viabilidad se colocó una pieza cuadrada de papel de filtro esterilizado, de 25 mm (1 pulg.) según lo establece la norma, sobre agar con sales nutritivas en placas de Petri separadas. Se inoculo junto con los elementos de prueba con la suspensión de esporas de la misma manera y en las mismas condiciones de incubación, se examinándose a la par de las muestras. Hubo un crecimiento abundante en las muestras de control de papel de filtro indicando viabilidad para las pruebas, la ausencia de tal crecimiento requiere la repetición de la prueba [1].

Para efectos visibles se deben clasificar las muestras según su crecimiento descrito en la norma.

Tabla 1.- Crecimiento observado en muestras Crecimiento observado en muestras

Crecimiento observado en muestras	Clasificación
Ninguno	0
Rastros de crecimiento (menos del 10%)	1
Crecimiento ligero (10 a 30%)	2
Crecimiento medio (30 a 60%)	3
Fuerte crecimiento (60% para completar la cobertura)	4

### III. RESULTADOS

#### A. Pruebas control (Blancos)

##### 1) Prueba de viabilidad

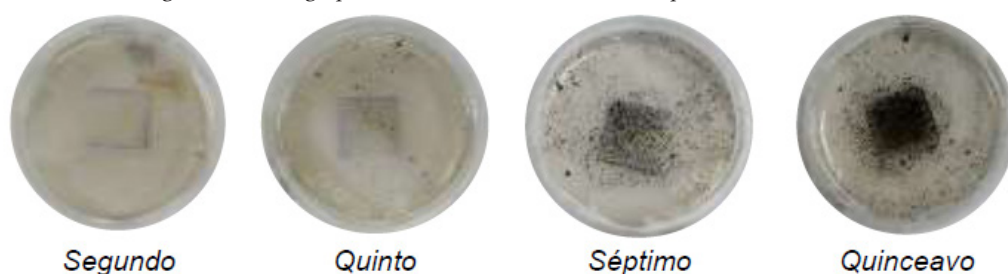
Consiste en un ensayo donde se expone a condiciones establecidas la solución de esporas para comprobar su efectividad para el ensayo en muestras.

Al segundo día de inocular el papel filtro se observa un crecimiento con formas circulares de color negro (Figura 1), se toma una muestra y se confirma un resultado positivo para viabilidad.

El crecimiento fue exponencial, como se puede ver en la figura 1; En el quinto día de la inoculación hay una expansión del hongo en el papel filtro y sus alrededores, manteniendo este comportamiento hasta el día 15, donde se percibe la mayor parte de la biomasa del hongo en concentrada en el papel filtro.

Segundo Quinto Séptimo Quinceavo

Figura 1.- Cronología por día; Crecimiento *A. Brasiliensis* en prueba de viabilidad.



##### 2) Muestra control

La muestra no presentaba nanopartículas de plata. A diferencia del papel filtro el crecimiento se presentó a quinto día, como se muestra en la figura 2, presentado desde el séptimo día zonas cercanas a la muestra donde el hongo no se desarrolló (Figura 3). Sin embargo, el poliuretano tuvo crecimiento del hongo a partir del quinceavo día, manteniéndolo hasta el día 22 (Figura 2).

Figura 2.- Cronología por día; Crecimiento *A. Brasiliensis* en muestra control.

Figura 3.- Zonas con ausencia de crecimiento.



## B. Nanopartícula de plata de 10-20nm

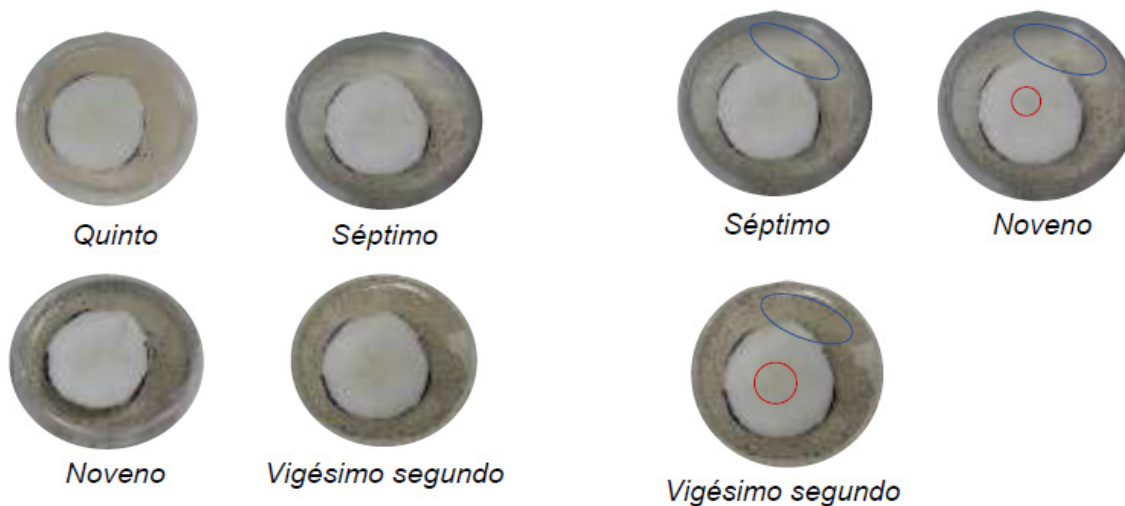
Se observó el crecimiento hasta el quinto día (Figura 4 y 6), de la misma forma que en la muestra control.

### 1) Concentración baja

Para el día 7 el medio presentaba zonas donde el crecimiento del hongo era menor, sin embargo estas áreas fueron disminuyendo hasta el día 22, como se ve en la figura 5. Para el día 9 se ve que el poliuretano tiene crecimiento del hongo, se ve una ligera mancha amorfa de tonalidad café, pasados los días se hace más visible (Figura 5).

Figura 4.- Cronología por día; Crecimiento *A. Brasiliensis* en PU con concentración baja.

Figura 5.- Azul) Zonas sin crecimiento del hongo. Rojo) Crecimiento del hongo en PU.

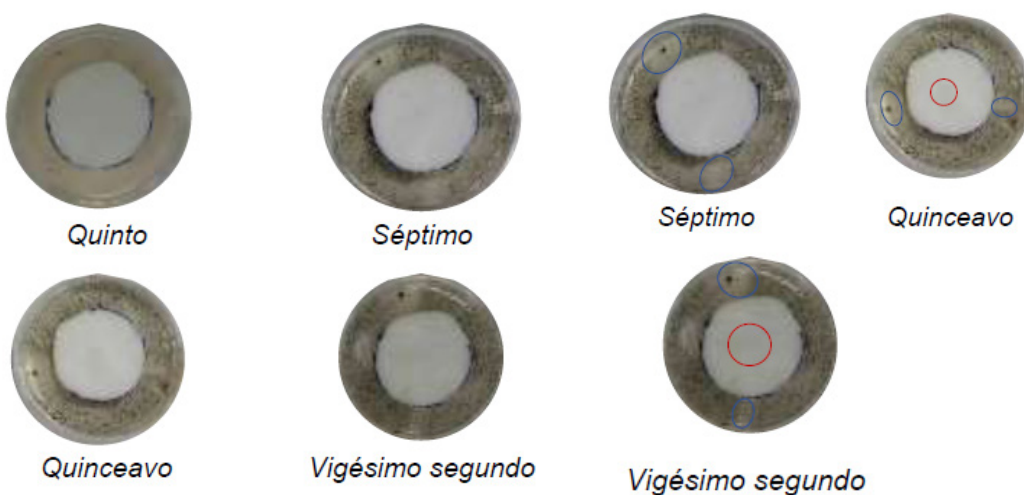


### 2) Concentración alta

Desde el séptimo día se ven zonas con poco crecimiento del hongo en comparación con su entorno, estas zonas fueron disminuyendo (Figura 7). El poliuretano presentó crecimiento del hongo con una tonalidad café en la zona central de la muestra (Figura 7).

Figura 6.- Cronología por día; Crecimiento *A. Brasiliensis* en PU con concentración alta.

Figura 7.- Azul) Zonas con poco crecimiento del hongo. Rojo) Crecimiento del hongo en PU.



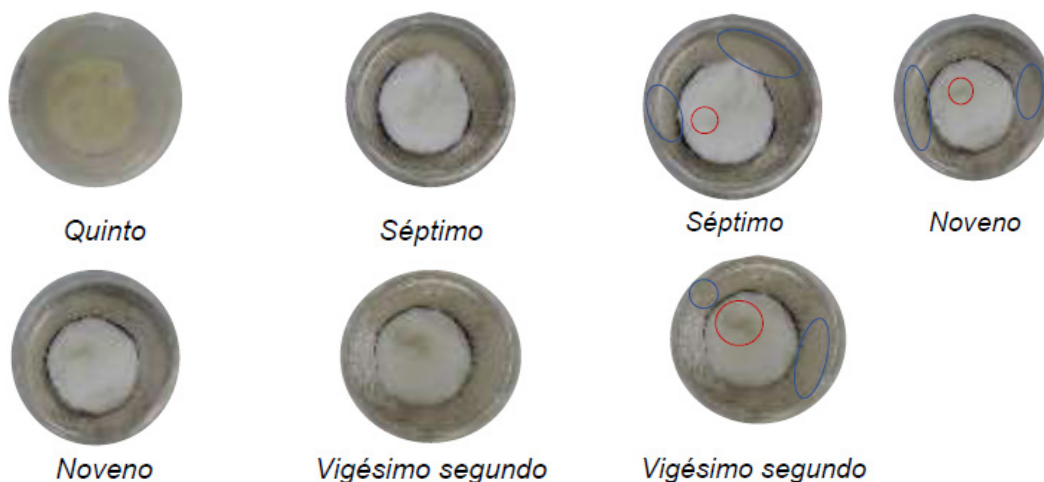
### C. Nanopartícula de plata de 40-50nm

Se observó el crecimiento hasta el quinto día (Figura 8 y 10), de la misma forma que en la muestra control.

#### 1) Concentración baja

A diferencia de las otras pruebas, se presenta la coloración café en la superficie del PU desde el día 7, también se apreciaron las zonas con poco crecimiento del hongo en comparación con su entorno. Estas zonas redujeron su perímetro al pasar de los días, mientras que la tonalidad café fue aumentando en tamaño e intensidad.

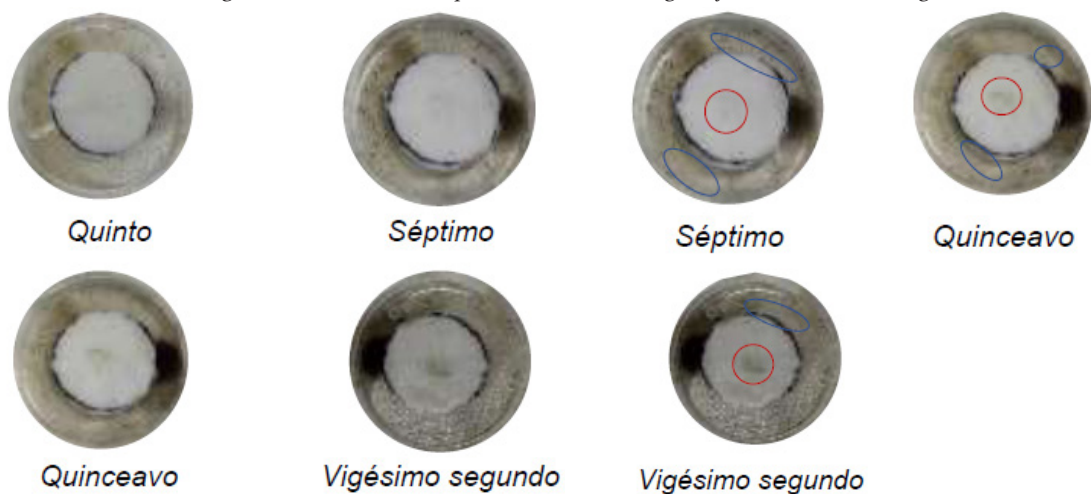
Figura 8.- Cronología por día; Crecimiento *A. Brasiliensis* en PU con concentración baja.  
Figura 9.- Azul) Zonas con poco crecimiento del hongo. Rojo) Crecimiento del hongo en PU.



#### 2) Concentración alta

El Poliuretano (PU) tuvo crecimiento del hongo desde el séptimo día ya que se presentaba una tonalidad café al centro de la superficie, sin embargo, el agar también presentaba zonas donde el crecimiento del hongo era poco o nulo. Esta muestra presentó contaminación por un MO, se analizó en microscopio parte de la tonalidad café, confirmando *A. Brasiliensis* como el causante.

Figura 10.- Cronología por día; Crecimiento *A. Brasiliensis* en PU con concentración alta.  
Figura 11.- Azul) Zonas con poco crecimiento del hongo. Rojo) Crecimiento del hongo en PU.





#### IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Las nanopartículas de plata interactúan con bacterias y hongos, teniendo efectos en la reproducción y desarrollo de los microorganismos. La inhibición de la actividad en microorganismos está ligada a sus diferentes formas y dispersiones en el material donde se aplique. El efecto de las nanopartículas de plata puede ser truncado por la diferencia en el área de superficie con respecto a la relación del volumen, o en su caso con las aglomeraciones ocasionadas por una dispersión no óptima[3,4,5].

#### V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El tamaño de la partícula afecta propiedades del material del poliuretano como se menciona en los artículos citados. Las nanopartículas, al no tener un tratamiento previo que pueda hacer que se dispersen de manera uniforme, crean aglomeraciones en determinadas regiones del poliuretano. Esta consecuencia se ve en las pruebas in vitro, donde se presentan zonas cercanas a la muestra con menor crecimiento del hongo.

Con las pruebas in vitro realizadas se comprobó que la concentración y tamaños de partícula aplicados fueron deficientes para un tratamiento antifúngico para *A. Brasiliensis*, también se vio indicio del comportamiento de las nanopartículas de plata. Analizando los diferentes resultados y comportamientos, se recomienda aplicar diferentes métodos de dispersión (Mecánicos o ultrasónicos) y evaluar su eficiencia. Un punto importante puede ser la aplicación de pruebas para la inhibición de hongos dermatofitos, proyectándolo como un producto a industrias y tomando en cuenta las propiedades del producto final.

#### VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco el apoyo del ITSPR por el apoyo y las facilidades otorgadas, así como a mis asesores Dr. Armando Mares y Dr. José de Jesús Flores Sierra por el apoyo y la confianza brindadas durante el desarrollo de este trabajo. Dra. Anayansi Estrada, por su apoyo, soporte y guía en el transcurso del proyecto.

#### REFERENCIAS

- [1] ASTM G21-15(2021)e1, Standard Practice for Determining Resistance of Synthetic Polymeric Materials to Fungi, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2021, [www.astm.org](http://www.astm.org)
- [2] Kim, T., Kim, M., Park, H., Shin, U., Gong, M., & Kim, W. (2012). Size-dependent cellular toxicity of silver nanoparticles. *J. Biomed. Mater. Res*, 1033-1043.
- [3] Pourjavadi, A., & Soleyman, R. (2011). Novel silver nano-wedges for killing microorganisms. *Mater. Res. Bull.*, 1860-1865.
- [4] Sadeghi, B., Garmaroudi, F., Hashemi, M., Nezhad, H., Nasrollahi, A., & Ardalán, S. (2012). Comparison of the anti-bacterial activity on the nanosilver shapes: Nanoparticles, nanorods and nanoplates. *Advanced Powder Technology*, 22-26.
- [5] Slawson, R., Trevors, J., & Lee, H. (1992). Silver accumulation and resistance in *Pseudomonas stutzeri*. *Arch. Microbiol.*, 398-404.

# MECANISMO DE EXTRACCIÓN DE PIEZAS AUTOMOTRICES IMPRESAS EN 3D

Valerio Pérez Erick Alexander

Universidad Politécnica de Querétaro El Marqués, Querétaro  
*019029940@upq.edu.mx*

Zea Pérez José Marcos

Universidad Politécnica de Querétaro El Marqués, Querétaro.  
*marcos.zea@upq.mx*

Resumen — En este artículo se presenta el diseño, fabricación e implementación de un mecanismo de eyección de piezas automotrices fabricadas mediante manufactura aditiva. El diseño de este mecanismo involucra conceptos de modelado 3D, electrónica y métodos de medición directa. El mecanismo es aplicado a una impresora ROBO 3D R1 PLUS para reducir los esfuerzos físicos durante la extracción de piezas evitando deformaciones en la pieza y daños a la cama de impresión. Finalmente se validó el diseño y el funcionamiento del mecanismo mediante la impresión de piezas de diferentes dimensiones teniendo una correcta extracción de las mismas.

Palabras clave — Diseño 3D, Impresión 3D, eyección de piezas automotrices.

Abstract — This paper presents the design, fabrication and implementation of a mechanism for the ejection of automotive parts manufactured by additive manufacturing. The design of this mechanism involves concepts of 3D modeling, electronics and direct measurement methods. This mechanism is applied to a ROBO 3D R1 PLUS printer to reduce the physical efforts during the extraction of parts avoiding deformations in the part and damages to the printing bed. Finally, the design and operation of the mechanism was validated by printing parts of different dimensions having a correct extraction of them.

Keywords — 3D design, 3D printing, automotive parts ejection.

## I. INTRODUCCIÓN

Desde la creación de la primera pieza en 3D en 1983, las tecnologías que han acompañado a la impresión 3D han ido evolucionando de modo que cada vez se tengan resultados más eficaces y precisos. Actualmente se han desarrollado diversas investigaciones referentes al control de parámetros de impresión [1], precisión dimensional [2] y análisis de defectos de impresión [3]. Sin embargo, dado que la impresión 3D es parte fundamental de las tecnologías 4.0, la automatización del proceso es esencial para lograr una integración dentro de la digitalización de procesos industriales. Es por esto que garantizar que las piezas impresas sean expulsadas de una forma sencilla y automatizada es primordial para las empresas del futuro.

Sin duda alguna, la adherencia del material a la cama de impresión es un problema que va relacionado con el tipo de tecnología de impresión. Se trata de un juego de combinaciones que hay entre el tipo de cama de impresión y la tecnología usada en donde se pueden presentar eventos desafortunados como pérdida de la calidad de la pieza al momento de retirarla de la cama o incluso dañar la superficie de la cama al utilizar elementos mecánicos de extracción.

Por lo anterior, se plantea el diseño y construcción de un sistema flexible de banda que pueda ser acoplado a una impresora “Robo 3D R1 PLUS” de modo que la pieza pueda ser retirada con facilidad sin presentar daños al material o a la impresora siendo una alternativa económica y eficiente.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

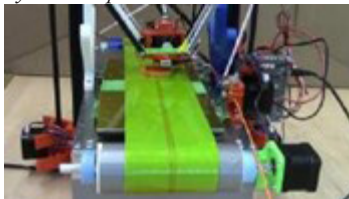
### A. Estudio del arte

Para conocer qué camino tomar en el diseño del sistema primeramente fue necesario hacer una investigación de los trabajos previamente realizados con la misma idea de eyección de piezas. En particular se analizó un sistema el cual se describe a continuación:

La figura 1 muestra un sistema de eyección denominado Automatic 3D Printing Ejection

[4] el cual es un proyecto que busca la automatización de la producción de piezas impresas tomando en cuenta que una impresora no puede imprimir una segunda pieza inmediatamente después de terminar de imprimir la primera y un operador debe remover la pieza manualmente. En este sistema se implementa una banda que al terminar la impresión avanza hasta tener la expulsión de la pieza terminada, además, la banda funciona como la cama de impresión y realiza los movimientos necesarios para el diseño de la pieza. Este sistema implica tener un control más robusto de los motores y un cambio total en el sistema de la impresora con la que se va a trabajar; sin embargo, la idea de que la banda eyecte la pieza resulta una gran alternativa ya que en esencia solo se debía controlar un motor una vez terminada la impresión.

*Figura 1 Eyección de piezas mediante banda transportadora*



### B. Selección y prueba de banda

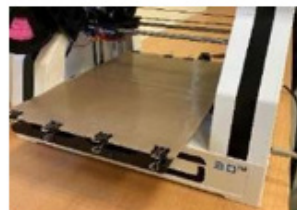
En esta etapa se seleccionó el material de construcción de la banda transportadora considerando principalmente: una resistencia a la temperatura superior a la temperatura típica de extrusión de la impresora, la cual es de 210°C, y que tuviera la adherencia suficiente para mantener el material al momento de la impresión, pero que una vez terminada la impresión sea fácil de remover.

Para comprobar la resistencia a la temperatura y la adherencia del material seleccionado para la banda se imprimieron 2 triángulos equiláteros de 30mm de lado por 2mm de alto (ver figura 2) a una temperatura de extrusión de 210°C, una temperatura de la cama de impresión en 50° y una calidad de impresión baja. El modelo CAD de las piezas fue diseñado mediante SolidWorks®, posteriormente se exportó el archivo con extensión STL para su impresión por medio del software de la impresora denominado MatterControl®.

Figura 2 Pieza de prueba



Figura 3 Preparación de la cama de impresión



Para la prueba de la banda una hoja de teflón de 260mm por 380mm fue colocada sobre la cama de impresión, como se muestra en la figura 3, la cual fue sujeta de cada esquina con clips para tensarla y no tener una superficie irregular que afectara la impresión de la pieza.

### C. Propuesta de diseño

Se diseñó un tipo de banda transportadora con dos ejes, uno con movimiento libre y otro que debía ser accionado por un motor de CD. Por lo tanto, se debían de tener cuatro soportes, dos para un eje y dos para el otro. El tipo de acoplamiento se propuso de forma que quedarán justos los soportes, esto para evitar que se movieran de lugar con los movimientos generados al momento de la impresión.

#### 1) Modelo 3D del sistema

La figura 4 muestra el diseño CAD del sistema propuesto, el cual cuenta con soportes impresos en PLA en los extremos y en las laterales. Para dar mayor soporte y asegurar una rigidez suficiente para evitar el pandeo de la base de impresión se colocaron barras de apoyo y un cristal de 6mm de ancho. Adicionalmente, el diseño muestra la posición del motor.

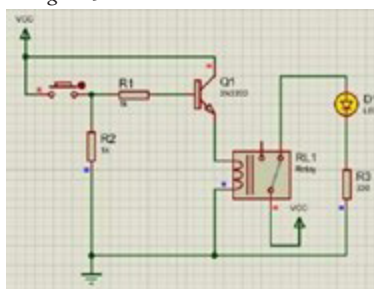
### D. Diseño eléctrico

Figura 4 Diseño de ensamble final en SolidWorks



La figura 5 muestra el diseño del circuito para la activación y desactivación de la banda transportadora. El circuito fue diseñado en Proteus y contempla el uso de un push button, un relevador a 5V, un transistor 2n2222, 1 LED, 1 resistencia de 330  $\Omega$  y otras dos de 1K  $\Omega$ .

Figura 5 Diseño del circuito de control



### III. RESULTADOS

#### A. Simulación de la eyección de la pieza impresa

Se imprimieron las piezas triangulares y se observó una buena adherencia de las capas de impresión. Una vez concluida la impresión de la pieza se procedió a simular la forma en cómo sería removida. Esto se realizó, en la esquina de una mesa en la cual se deslizó la hoja de teflón simulando los movimientos de una banda transportadora, en la figura 6 se muestra como la pieza se va despegando uniformemente.

*Figura 6 Simulación de eyección*



#### B. Ensamble y pruebas con piezas finales

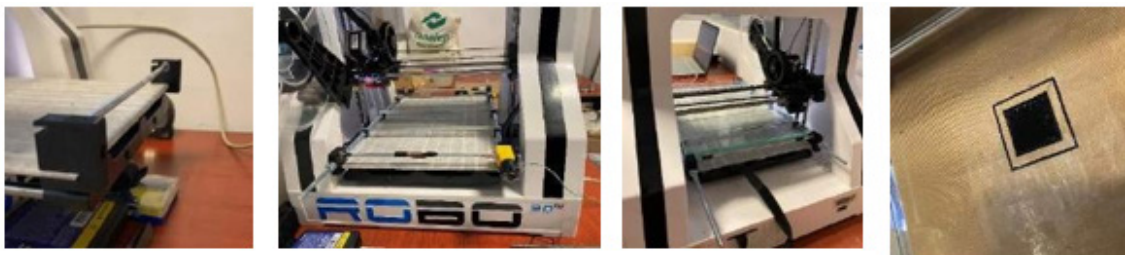
Para ensamblar el sistema se consiguieron 2 barras de acero inoxidable de 23.4cm de largo por 5mm de espesor. El ensamble de un par de soportes se muestra en la figura 7 a, para el eje del motor fue necesario hacer un cople el cual se hizo con un tubo de cobre de 6mm con una longitud de 10mm para que entrara 5mm en el eje del motor y 5mm en el eje de la banda.

Teniendo ambos soportes con su respectivo eje se colocaron los espárragos de cada lado (ver figura 7 b), posterior a estos se colocaron los soportes intermedios sobre el espárrago, 3 de cada lado y sobre cada par de esto se colocó una varilla de acero inoxidable de 252mm de largo por 5mm de espesor, la cual ayuda a darle mayor rigidez y soporte al vidrio del sistema.

Se colocó el cristal sobre los soportes, cómo se muestra en la figura 7 c, para evitar que quedara suelto y que alguno de los movimientos generados por la cama de impresión hiciera que se saliera de su lugar se colocó un poco de cinta doble cara en cada soporte para mantener el vidrio fijo.

Una vez ensamblado en su totalidad el sistema se realizó una impresión de prueba de un cuadrado de 30mm de lado por 3mm de ancho (ver figura 7 d).

*Figura 7 Ensamble a) Ensamble de soporte con eje, b) Montaje de soportes con eje, c) Montaje del vidrio y d) Impresión de pieza prueba*



a)

b)

c)

d)

#### C. Prueba final

En la figura 8 y 9 se muestra la prueba del sistema con 2 piezas de diferentes dimensiones, en la figura 8 se muestra la impresión de un cuadrado de 30mm de lado por 3mm de ancho y en la figura 9 la impresión de un cubo de 20mm de lado.



Figura 8 Prueba final con cuadro de 20mm x 3mm a) Pieza impresa, b) Pieza al final de la banda, c) Pieza parcialmente despegada y d) Pieza eyectada.

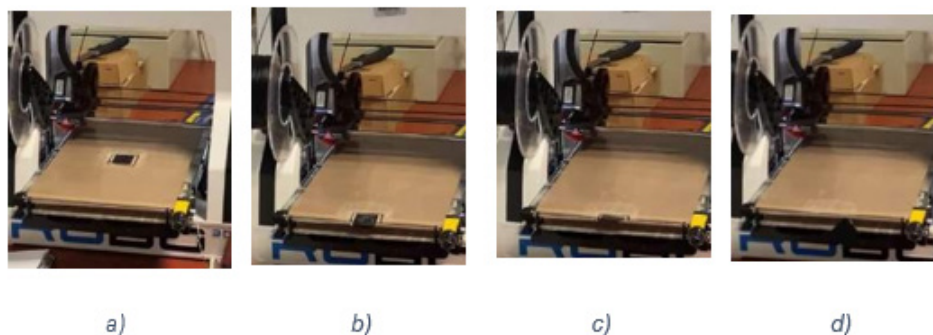
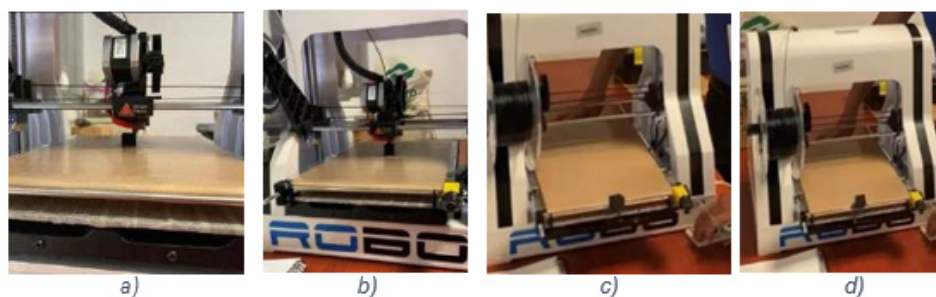


Figura 9 Prueba con cubo de 20mm a) impresión del cubo, b) impresión terminada, c) eyección parcial de la pieza y d) eyección total

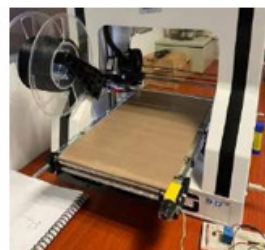


Finalmente, como principales resultados se obtuvo el modelo CAD del sistema elaborado en SolidWorks (ver figura 10), el sistema construido (ver figura 11) el cual es flexible ya que permite ser instalado como un accesorio de la impresora porque se puede instalar y desinstalar fácilmente.

Figura 10 Imagen renderizada del sistema



Figura 11 Sistema implementado



#### IV. CONCLUSIONES

Este sistema permitió comprobar que se puede tener un sistema de eyección de piezas que reduce los esfuerzos mecánicos además de que permitió probar nuevos materiales para la implementación en este sistema. Este trabajo fue una gran oportunidad de explotar la imaginación ya que permitió diseñar, probar y analizar cada idea que se proponía, además de que fue una gran experiencia poder ver materializadas las ideas y verlas interactuar en un sistema funcional.

#### V. RECONOCIMIENTOS

Primeramente, quiero agradecer al programa de Verano de la Ciencia por la oportunidad de permitirme participar y explorar el área de investigación aplicada dentro de una universidad. También quiero agradecer a la univer-



sidad politécnica y en especial a la dirección de mecatrónica por el apoyo brindado en cuanto a la disponibilidad de las instalaciones y uso de la impresora 3D. Finalmente, quiero agradecer a mi familia por el apoyo brindado.

## VI. REFERENCIAS

- [1] G. Hernández, G. Sánchez, and J. Luis, “Desarrollo de un sistema de control de una impresora 3D” Accessed: Jul. 16, 2021. [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/211096887.pdf>.
- [2] M. Uya Muntaña, “Estudio comparativo de la precisión dimensional de diferentes impresoras 3D,” Treball Final de Grau, UPC, Escola d’Enginyeria de Barcelona Est, 2017.
- [3] “Defectos de impresión 3D en FDM y cómo solucionarlos,” Abax Innovation Technologies, Jan. 13, 2021. <https://abax3dtech.com/2021/01/13/defectos-de-impresion-3d-en-fdm-y-como-solucionarlos/> (accessed Jun. 18, 2021).
- [4] “| Details | Hackaday.io,” Hackaday.io, 2018. <https://hackaday.io/project/114738-automatic-infinite-3d-printer/details> (accessed Jun. 24, 2021).

# APLICACIÓN DE LAS ESPUMAS METÁLICAS EN EL SECTOR AUTOMOTRIZ

Salma Denisse Medina García  
Universidad Politécnica de Querétaro  
Carretera Estatal 420 S/N, El Rosario, 76240, 76240 Santiago de Querétaro, Qro  
*019033015@upq.edu.mx*

Alondra Anahí Verdín Verdín  
Universidad Politécnica de Querétaro  
Carretera Estatal 420 S/N, El Rosario, 76240, 76240 Santiago de Querétaro, Qro  
*alondra.ortiz@upq.mx*

Resumen — En el presente trabajo se describen algunas técnicas existentes y que han marcado la historia de la investigación para la obtención de las espumas metálicas. Haciendo un análisis en base a las necesidades de la industria automotriz con las técnicas propuestas por diversos investigadores para exponer un modelo de materiales como el aluminio, cobre y bronce de manera positiva por sus propiedades, así como que estos tengan un buen desempeño, además de ser resistentes a pruebas que se someterán en los sectores en los que se busca implementar tanto el material como la técnica para asegurar de forma estratégica el cómo funcionan y como crearlas en base a la comparación, para obtener un complemento entre calidad-precio sobre estos materiales avanzados e innovadores.

Palabras clave: materiales, espumas metálicas, sector automotriz.

Abstract — The following work describes some existing techniques that have marked the history of research for obtaining metal foams. Making an analysis based on the needs of the automotive industry with the techniques proposed by various researchers to expose a model of materials such as aluminum, copper and bronze in a positive way for their properties, as well as that these have a good performance, besides being resistant to tests that will be subjected in the sectors in which it seeks to implement both the material and the technique to seek strategically to know how they work and how to create them based on the comparison, to obtain a complement between quality-price on these advanced and innovative materials.

Keywords: materials, metal foams, automotive sector.

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la industria automotriz en México y el mundo ha tenido un crecimiento exponencial y con ello se crea la necesidad del sector automotriz para el desarrollo constante de nuevos materiales ligeros y resistentes. Todo ello representa una nueva oportunidad para la innovación y desarrollo de nuevos materiales atendiendo las necesidades de la industria manufacturera de autopartes. Por lo anterior las espumas metálicas se perfilan para ser una opción en la aplicación del sector automotriz.

Las espumas metálicas son materiales celulares que están constituidas por una aleación o un metal, con propiedades de un sólido convencional. Las espumas metálicas pueden presentarse como aquellas que cuentan con una estructura de poros cerrados o abiertos y estos tendrán un tamaño (poro) en unidades de  $\mu\text{m}$  (Micrómetro). [1] En el caso de las espumas de poro abierto o esponjas, la estructura consiste exclusivamente en una red de bordes (similares a vigas), que son las aristas del poliedro que define la forma de cada celda, y que se conectan en nodos o vértices. Las espumas de poro cerrado presentan una estructura similar, pero existen además las caras o paredes que, conectadas a los bordes, separan completamente cada poro de su vecino inmediato. [2]

Propiedades generales que caracterizan a las espumas metálicas:

Se presentan como una innovación, ya que estas contienen una gran cantidad de aplicaciones debido a sus propiedades y características como:

### PROPIEDADES FÍSICAS

Dentro de las propiedades físicas se la densidad, esta dependerá del material con el que se busca fabricar, pero principalmente en el caso de las espumas metálicas de aluminio se tiene una densidad muy baja, lo que permite que al momento de su producción exista una estructura ligera y muy bien conformada, lo que asegura como resultado final obtengan una resistencia elevada junto a la rigidez. [3]

Propiedades acústicas

Las espumas de aluminio poseen la capacidad de absorber o rechazar parte de la energía sonora que les llega. La incidencia de una onda acústica en un paramento recubierto con este material, permite definir el coeficiente de absorción sonora por unidad de superficie ( $\alpha$ ) a la relación entre la energía sonora absorbida por un material y la energía sonora incidente sobre dicho material. [4] [3]

## II. MARCO TEÓRICO

Dentro de su funcionalidad las espumas metálicas tienen mayor aplicación en las áreas de la industria automotriz y aeronáutica. Permitiendo que este tenga una gran reducción de consumo de combustible y contaminación. Se han realizado muchas investigaciones con el objetivo de que en su proceso de producción pueda estar elaborado de aluminio y magnesio por lo cual puedan tener esta estructura homogénea, uniforme de la espuma y con un precio más bajo por la producción. Las aplicaciones y propiedades dependerán de la densidad, su tamaño y distribución de las partículas en la estructura por ende la morfología de los poros de la espuma. Suele tener varios términos que logran clasificar a este nuevo tipo de material siendo así; Espuma metálica, metal celular, esponja metálica y metal poroso. [1] [2]

### MÉTODOS DE FABRICACIÓN DE LAS ESPUMAS METÁLICAS

Existen diferentes métodos para su producción que son considerados como los principales, así como que existe una subclasificación entre estos y se mencionan a continuación:

- Por metal líquido.
- Por metal sólido en forma de polvo.
- A partir de (vapor) deposición por compuestos metálicos gaseosos.

- Solución de iones de metal.

A continuación, se realizará una breve descripción de dos métodos de los cuales suelen ser de los más usados por parte de los investigadores que se mostraran más adelante:

#### **POR LA PULVIMETALURGÍA O METAL SOLIDO EN FORMA DE POLVO**

Este método es característico por la compactación de aquellos polvos metálicos, así como que en este caso se utiliza otro compuesto importante llamado “agente espumante” el cual es una sustancia química con propiedades surfactantes (tensoactivo) que cuando se encuentra presente en pequeñas dosis en una disolución facilita la generación de espuma. Como es mencionado en el artículo de Lecturas de Ingeniería Espumas metálicas de M. en I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez “El material es montado en una espuma, y después es calentado para formar un sólido con estructura porosa.” [4]. Así como al aplicar este método directamente con espumas de aleación de aluminio tiene una proximidad de porosidad de entre un 63% y 89%. En este método existen variantes o alternativas al momento de mezclar los polvos ya que puede estar compactada en caliente a una temperatura por debajo de la que provoca la descomposición del agente espumante o una extrusión en frío. Los autores J.A. Gutiérrez Vázquez y J. Oñoro en su artículo de espumas de aluminio, fabricación, propiedades y aplicaciones. Establecen sobre el mismo método una aplicación sobre otros materiales como son; bronce y cobre, con 0,5 y 1 % de hidruro de titanio o bicarbonato sódico como agentes espumantes. [3] Como resultado se comprende que este método al ser utilizado para la producción de las espumas tendría por un bajo porcentaje de porosidad que este ya dependerá del material a usar, así como las aplicaciones y características que se busquen, pero este suele no ser una opción muy usada debido a que tiene un costo elevado por la constante producción, mezclado y utilización de polvos metálicos finos.

#### **POR DEPOSICIÓN DEL METAL**

El procedimiento CVD (Chemical Vapor Deposition) o como ya mencionamos deposición química por evaporización o electrodeposición, consiste en un tratamiento de recubrimiento a partir de la reacción de una mezcla de gases que es llevada a cabo en una cámara de vacío para dar así la creación de una capa delgada sobre el material o compuesto sometido al proceso. En la mayoría de los casos de experimentación del proceso se ha utilizado un polímero de células abiertas en donde a este es al que se le aplique la deposición de un metal. Como en el caso de (INCO) DEPOSITACIÓN DE METAL EN PREFORMAS CELULARES POR EVAPORACIÓN. En el artículo de Lecturas de Ingeniería Espumas metálicas de M. en I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez toma el tema en donde hace mención que “En el proceso de INCO, el níquel se deposita por la descomposición de carbonato de níquel  $\text{Ni}(\text{CO})_4$ . En el proceso de INCO un precursor de polímero es introducido dentro de un reactor CVD y es aplicado el carbonato de níquel, a los  $100^\circ\text{C}$ .” [4] Teniendo como resultado un desfase sobre el monóxido de carbón y níquel, así como que utilizando un láser logrando calentar las preformas y así se obtiene las uniones dentro del proceso de la espuma metálica con un poro variando alrededor 100 - 300  $\mu\text{m}$ .

También dentro de las investigaciones en comparación a los resultados anteriores tenemos el caso de la producción de espumas metálicas por el proceso de electrodeposición, donde de la misma forma el objetivo es colocar una capa fina o película sobre otro material metal, pero el proceso tiene un giro ya que el fenómeno se rige a partir de una electrólisis donde el principal elemento es por la electricidad se emplea para producir cambios químicos; mediante una reacción redox no espontánea, donde se hace pasar una corriente eléctrica.

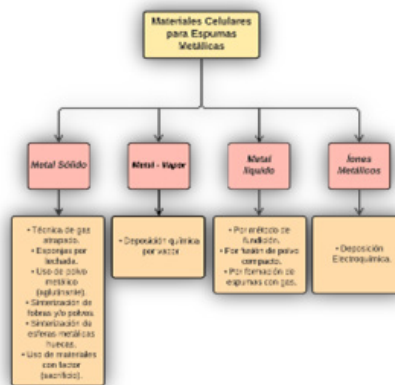
Como es apreciable en los resultados vistos por parte de J.A. Gutiérrez-Vázquez y J. Oñoro en el artículo llamado Espumas de aluminio. Fabricación, propiedades y aplicaciones. Donde “La electrodeposición se realiza sobre una espuma de poliuretano de poro abierto, la cual es sumergida en un fluido coloidal de negro de carbono.

Se calienta para remover el polímero, dejando una red de poro abierto con canales huecos. Este proceso se usa, comercialmente, para producir espumas de níquel de poro abierto con el 95 % de porosidad y tamaño de poro entre 400 y 5.000  $\mu\text{m}$ .” [3] [6] Es notable el alcance y resultados que tienen los diferentes procesos o métodos que son usados para la producción de espumas metálicas, cada uno tiene un valor potencial distinto sobre los demás así como las necesidades sobre las cuales se buscan trabajar, ya que a lo largo de la historia del estudio de las espumas metálicas y sus aplicaciones por las áreas tecnologías, se ha buscado introducir la interacción de diferentes materiales, sus propiedades y precios, así como su comportamiento en base a la calidad y efectividad de los mismos procesos.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

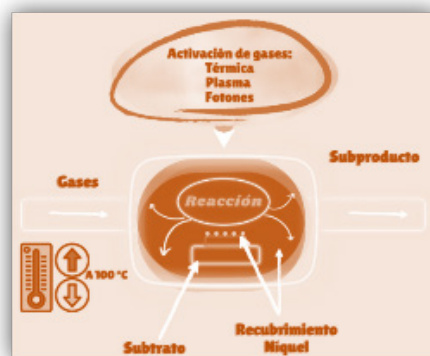
En la figura 1 se muestra un esquema de los materiales celulares para la creación de espumas metálicas, de forma que se hace un esquema estructurado con una clasificación general de los materiales por los que se procede su creación. Así como una subclasificación de los métodos por los cuales se pueden trabajar los antes mencionados.

Fig. 1. Esquema de materiales y métodos para la fabricación de espumas metálicas.



En la figura 2 se muestra un esquema general de fabricación de las espumas metálicas por el método de (INCO) DEPOSITACIÓN DE METAL EN PREFORMAS CELULARES POR EVAPORACIÓN, donde el níquel se deposita por la descomposición de carbonato de níquel  $\text{Ni}(\text{CO})_4$ . siendo este uno de los métodos retomados en específico por ser uno de los más usados por los investigadores e ingenieros mencionados.

Fig. 2. Esquema del proceso de producción de espumas metálicas por el método de (INCO) DEPOSITACIÓN DE METAL EN PREFORMAS CELULARES POR EVAPORACIÓN.



#### IV. RESULTADOS

En las pruebas y experimentos realizados por algunos investigadores a lo largo de los años las espumas metálicas de aluminio representan una alta rigidez con respecto a la masa del componente. Haciéndolo más ligero, permitiendo tener un control del calor y el impacto del ruido. Las necesidades dentro de la industria de la automotriz abarcan la seguridad, reducción del consumo de combustible, elementos absorbedores de impactos, reducción de emisiones acústicas y componentes de alta emisión del calor, hacen de las espumas de aluminio un material idóneo para muchas aplicaciones. El uso de espumas de aluminio en la estructura de los automóviles es un fenómeno bastante reciente. La empresa Cymat fabrica Cymat SmartMetal, espuma de aluminio. Este material ofrece una mejor relación propiedades: resistencia-peso, absorción de energía, aislamiento térmico y acústico, reciclabilidad y un relativo bajo coste de producción y son aplicadas en partes absorbentes de impacto, vigas laterales de puertas, cajas de impacto, cierres de partes de motor, turbinas, etc. [3] Así como que en específico con el producto de amortiguadores en base a las espumas metálicas en su aplicación logran hacerlo más ligero, permitiendo tener un gestión del calor y el impacto del ruido. [7]

Suele tener una gran resistencia por lo que es utilizada en componentes con fines de absorción de energía (mecánica). Soportando así grandes deformaciones por someterlas en un régimen de esfuerzo contantes. Se logra generar una permeabilidad a diferentes fluidos. [8]

Paneles: Estos con funcionalidad de absorción de energía y una resistencia a la corrosión, presenta una capa porosa y dos paneles sólidos. Con un diseño especial en base a el espesor de los paneles secundarios y densidad de la porosidad necesaria. [9]

#### V. CONCLUSIONES

En base a al análisis bibliográfico que se realizó de las espumas metálicas se concluye que son materiales con un alto potencial para ser utilizados en la industria automotriz. El material para fabricar espumas que presenta una alta probabilidad de aceptación en el sector manufacturero de autopartes es el basado en el aluminio por las excelentes propiedades que reportan los investigadores, sin embargo, es importante y necesario la fabricación y caracterización físico química y mecánica de las espumas de aluminio para ser propuestas como una alternativa viable de acuerdo a los resultados que obtengan.

#### VI. AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Politécnica de Querétaro por la beca otorgada a Salma Denisse Medina García para la realización de la estancia de investigación en el verano de la ciencia región centro 2021. A la Dra. Alondra Anahí Verdín Verdín por otorgar la oportunidad, confianza y compartir sus conocimientos a través de su trayectoria profesional con la estudiante Salma Denisse Medina García con la que realizo el trabajo seleccionado por parte de la investigación en el verano de la ciencia región centro 2021.

#### REFERENCIAS

- [1] F. J. Fernández, «Diseño y simulación de espumas a escala microscópica.,» 2017-2018.
- [2] C. G. Bernabé, «EFECTOS DE LA ESTRUCTURA CELULAR SOBRE EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE ESPUMAS DE ALUMINIO DE PORO CERRADO OBTENIDOS POR FUSIÓN. APLICACIÓN EN ABSORBEDORES DE ENERGÍA.,» 2015.
- [3] J. Gutierrez Vasquez y J. Oñoro , «Espumas de aluminio. Fabricación, propiedades y aplicaciones.,» REVISTA DE METALURGIA , pp. 8-10.
- [4] I. F. Díaz del Castillo Rodríguez, «Espumas Metalicas,» Lecturas de ingeniería, 2009.
- [5] X. Shenming, Y. Ran , W. Yupeng y X. Jublong , «The esperimental study of a novel metal foam heat pipe



riator.,» 2018-2019.

[6] P. C. L. C. J. Fernández, «Procesos de fabricación de metales celulares. Parte II: Vía Sólida,» REVISTA DE METALURGIA , pp. 10-15.

[7] F. J. d. D. Fernández, «Diseño y simulación de espumas a escala microscópica,» 2017- 2018.

[8] I. A. Irausquín Castro, «CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE ESPUMAS METÁLICAS Y SU APLICACIÓN EN SISTEMAS DE ABSORCIÓN DE ENERGÍA.,» 2012.

[9] I. A. N. P. ,. O. &. L. R. ,. G. Á. Figueroa Vargas, « Espumas Metálicas y sus aplicaciones.,» Materiales Avanzados., Vols. %1 de %224-27.

# IMPLEMENTACIÓN DE MEJORA EN EL PROCESO DE PEGADO DE PIEZAS DE CALZADO Y EVALUACIÓN ESTADÍSTICA FASE I: ANÁLISIS DE MÉTODOS Y CONTROL ESTADÍSTICO

Laura Fabiola Núñez Romero  
 Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón  
 Blvd. Del Valle #2301 Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413  
*LRS18110150@purisima.tecnm.mx*

Dr. Armando Mares Castro  
 Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón  
 Blvd. Del Valle #2301 Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413  
*armando.mc@purisima.tecnm.mx*

Resumen — Se desarrolla el uso de herramientas de control estadístico para comparar los tiempos con tres técnicas diferentes en que tarda en realizarse el proceso de pegado en el área de revolteado en la empresa de calzado “Wisking”. Se pudo desarrollar la toma de tiempos, para posteriormente realizar el análisis de varianza y cartas de control individuales y poder comparar y analizar los tiempos que se ocupan en cada técnica. Vincular el análisis anterior con la necesidad de encontrar la mejor técnica en tiempo y calidad para la empresa se genera la conclusión acerca de que técnica es mejor utilizar en cuanto a mejor control del tiempo utilizado en desarrollarse.

Palabras clave — Control estadístico, toma de tiempos, cartas de control individuales.

Abstract — The use of statistical control tools is developed to compare the times with three different techniques in which it takes to carry out the gluing process in the revolving area in the shoe company “Wisking”. It was possible to develop the time taking, to later carry out the analysis of variance and individual control charts and be able to compare and analyze the times that are occupied in each technique. Linking the previous analysis with the need to find the best technique in time and quality for the company generates the conclusion about which technique is better to use in terms of better control of the time used to develop.

Keywords — Statistic Control, making times, individual control charts.

## I. INTRODUCCIÓN

La industria del calzado, como cualquier otra industria tiene estructurado las fases de su proceso de fabricación, sin embargo, dependiendo del modelo que se produce algunas veces el calzado pasa varias veces en una misma área o tarda más tiempo por todo lo que se tiene que realizar en la misma. Pieza clave para tener un producto de calidad es que durante su proceso se utilice una buena materia prima que aporte lo fundamental al calzado y dentro del área de pegado y revolteado se es indispensable el uso de adhesivo para poder pegar piezas importantes que le dan firmeza al calzado.

En la empresa Wisking SA de CV con anterioridad se usaba un pegamento fuerte para pegar las piezas que le dan soporte al calzado, sin embargo, notaron que el utilizar este pegamento era muy difícil de despegar las piezas por algún mal acomodo haciendo que se dañara el calzado y que tardara en salir del área, posteriormente se ha utilizado una técnica en la cual se rebaja el pegamento fuerte con quita rayas para que sea más fácil de utilizarlo, previo a estas técnicas se utilizó de igual forma un pegamento económico.

En esta industria este producto (pegamento) en el área de pegado y revolteado hace que el empleado se atrase debido a que no es muy manipulable y en otros casos hasta hace que piezas no pasen debido a que se vuelven defectuosas. Es aquí donde está la parte de poder observar y decidir qué adhesivo con que técnica es mejor en el proceso de producción o bien en áreas específicas.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Toma de tiempos

Para poder conocer información acerca de un proceso de producción en el que se tienen varias técnicas y saber cuál es la mejor, es necesario el conocer y tener muestras de la toma de tiempos ya que nos permitirá conocer si la técnica es buena en cuestión del tiempo. Alzate Guzmán & Sánchez Castaño mencionan que la toma de tiempos se puede hacer utilizando un instrumento para la medición del tiempo observado. De la tarea o movimiento que se está estudiando, se valora la velocidad con la cual el operario realiza la tarea o movimiento. [1] Allauca Vizúete relata que el cronometraje con vuelta a cero consiste en tomar los tiempos de manera directa de cada operación, es decir, al acabar cada operación se hace volver el reloj a cero, y se lo pone de nuevo en marcha inmediatamente para cronometrar la operación siguiente. [2]

### B. Análisis de varianza

El diseño completamente al azar (DCA), que es el más simple de todos los diseños que se utilizan para comparar dos o más tratamientos, dado que sólo consideran dos fuentes de variabilidad: los tratamientos y el error aleatorio. El análisis de varianza (ANOVA) es la técnica central en el análisis de datos experimentales. La idea general de esta técnica es separar la variación total en las partes con las que contribuye cada fuente de variación en el experimento. El objetivo del análisis de varianza en el DCA es probar la hipótesis de igualdad de los tratamientos con respecto a la media de la correspondiente variable de respuesta:

$$\begin{aligned} H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k = \mu \\ H_A: \mu_1 \neq \mu_j \text{ para algún } i \neq j \end{aligned} \quad (1)$$

la cual se puede escribir en forma equivalente como:

$$\begin{aligned} H_0: T_1 = T_2 = \dots = T_k = 0 \\ H_A: T_i \neq 0 \text{ para algún } i \end{aligned} \quad (2)$$

donde  $T$  es el efecto del tratamiento  $i$  sobre la variable de respuesta. Si se acepta  $H_0$  se confirma que los efectos sobre la respuesta de los  $k$  tratamientos son estadísticamente nulos (iguales a cero), y en caso de rechazar se estaría

concluyendo que al menos un efecto es diferente de cero. [3]

Tabla 1: Tabla ANOVA para DCA

FV	SC	GL	CM	$F_0$	Valor-p
Tratamientos	$SC_{TRAT} = \sum_{i=1}^k \frac{Y_i^2}{n_i} - \frac{Y_{..}^2}{N}$	$k - 1$	$CM_{TRAT} = \frac{SC_{TRAT}}{k - 1}$	$\frac{CM_{TRAT}}{CM_E}$	$P(F > F_0)$
Error	$SC_E = SC_T - SC_{TRAT}$	$N - k$	$CM_E = \frac{SC_E}{N - k}$		
Total	$SC_T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{N}$	$N - 1$			

### C. Carta de control individuales

La carta de individuales se emplea en procesos lentos, es un diagrama para variables de tipo continuo, pero en lugar de aplicarse a procesos semimasivos o masivos, se emplea en procesos lentos, en los cuales para obtener una muestra de la producción se requerirían periodos relativamente largos, de aquí que lo más razonable sea hacer el control basándose directamente en las mediciones individuales. [4]

$$LCS = \bar{X} + 3 \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (3)$$

$$LC = \bar{X}$$

$$LCI = \bar{X} - 3 \frac{\bar{R}}{d_2}$$

$$LCS_R = D_4 \bar{R}$$

$$LC = \bar{R}$$

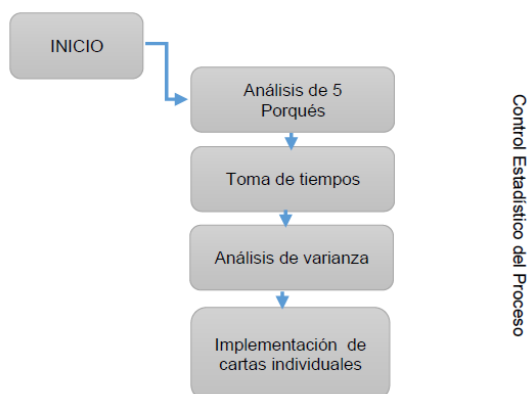
$$LCI_R = D_3 \bar{R}$$

### D. Pruebas de Nelson Rules

Las reglas Nelson son un método en el control de proceso de determinar si alguna variable medida está fuera de control. Son reglas, para la detección de “fuera de control”. Las reglas se aplican a un gráfico de control en la que se representa la magnitud de una variable contra el tiempo.[5] Las reglas se basan en el valor medio y la desviación estándar de las muestras. [6]

## III. METODOLOGÍA

Figura 1. Metodología del Control Estadístico del Proceso



1. Se realizó una visita a la empresa en dónde conocimos el proceso y se nos compartió la información y la necesidad de escoger una de las tres técnicas de pegado de piezas de calzado.

Figura 2. Análisis del proceso de fabricación



2. Teniendo la idea principal para realizar el análisis en la empresa se procedió a realizar la técnica de los 5 Porqués.

Tabla 2. Análisis de los 5 porqués

ANÁLISIS DE LOS 5 PORQUÉS					
PROBLEMA	Causas Potenciales				
	1. ¿Por qué ?	2. ¿Por qué?	3. ¿Por qué?	4. ¿Por qué?	5. ¿Por qué?
La empresa Wisking SA de CV no sabe si la tecnica de pegado que utiliza es la mejor en cuestión de calidad y tiempo.	Durante un tiempo la empresa ha utilizado tres técnicas diferentes de pegado de piezas.	Se utilizo algun tiempo un pegamento económico debido a que era de bajo coste, pero al momento del pegado este no aportaba gran firmeza al calzado.	No aportaba firmeza debido a su baja calidad, se opto por comprar un pegamento fuerte para el pegado de las piezas que al poco tiempo se decidió rebajar.	Se rebaja debido a que cuando se utilizaba solo el pegamento fuerte y se requería el despegado de piezas por algun mal acomodo, las piezas se dañaban.	Actualmente se utiliza una técnica de pegado que consiste en pegamento fuerte rebajado con quita rayas.

3. Posteriormente se nos permitió el realizar la toma de muestras a 2 lotes por cada técnica. Cada lote consta de 24 pares. La técnica 1 es utilizar un pegamento económico, la técnica 2 es el pegamento fuerte y la técnica 3 es pegamento fuerte rebajado con quita rayas.

Figura 3. Toma de tiempos



4. Se realizó un análisis de varianza para poder analizar la variación de tiempos entre las técnicas.
5. Por último, la toma de tiempos se llevó a gráficos de control individuales para analizar y comparar los tiempos de las tres técnicas y llegar a conclusiones.

#### IV. RESULTADOS

Se obtuvieron los siguientes tiempos de cada lote respecto a cada técnica y desde el total de tiempo utilizado en los 24 pares se puede observar que cada técnica utiliza tiempos diferentes.

Tabla 3. Recolección de toma de tiempos

Día 24/06/2021		Día 29/06/2021		Día 24/06/2021		Día 29/06/2021		Día 25/06/2021		Día 30/06/2021	
Lote 1: Pegamento rebajado (económico)		Lote 2: Pegamento rebajado (económico)		Lote 3: Pegamento fuerte (Reactor)		Lote 4: Pegamento fuerte (Reactor)		Lote 5: Pegamento fuerte (Reactor) con técnica		Lote 6: Pegamento fuerte (Reactor) con técnica	
Hora inicio = 1:40 pm		Hora inicio = 12:00 pm		Hora inicio = 3:25 pm		Hora inicio = 2:05 pm		Hora inicio = 3:36 pm		Hora inicio = 11:38 am	
Hora finalización = 2:15 pm		Hora finalización = 12:35 pm		Hora finalización = 4:16 pm		Hora finalización = 2:55 pm		Hora finalización = 4:06 pm		Hora finalización = 12:08 pm	
Par de calzado	Tiempo	Par de calzado	Tiempo	Par de calzado	Tiempo	Par de calzado	Tiempo	Par de calzado	Tiempo	Par de calzado	Tiempo
1	1.47	1	1.43	1	2.11	1	2.12	1	1.25	1	1.25
2	1.44	2	1.46	2	2.12	2	2.12	2	1.25	2	1.27
3	1.46	3	1.44	3	2.13	3	2.12	3	1.24	3	1.26
4	1.45	4	1.47	4	2.12	4	2.12	4	1.24	4	1.24
5	1.47	5	1.45	5	2.11	5	2.12	5	1.25	5	1.24
6	1.46	6	1.46	6	2.12	6	2.12	6	1.26	6	1.23
7	1.45	7	1.47	7	2.11	7	2.12	7	1.25	7	1.26
8	1.44	8	1.45	8	2.1	8	2.12	8	1.26	8	1.25
9	1.46	9	1.43	9	2.13	9	2.12	9	1.24	9	1.23
10	1.45	10	1.46	10	2.12	10	2.12	10	1.25	10	1.25
11	1.47	11	1.45	11	2.14	11	2.12	11	1.25	11	1.26
12	1.44	12	1.44	12	2.12	12	2.12	12	1.25	12	1.25
13	1.46	13	1.45	13	2.12	13	2.12	13	1.26	13	1.25
14	1.45	14	1.46	14	2.13	14	2.12	14	1.26	14	1.26
15	1.44	15	1.44	15	2.12	15	2.12	15	1.26	15	1.24
16	1.48	16	1.47	16	2.11	16	2.12	16	1.25	16	1.25
17	1.47	17	1.46	17	2.13	17	2.12	17	1.25	17	1.26
18	1.48	18	1.48	18	2.15	18	2.12	18	1.24	18	1.23
19	1.46	19	1.45	19	2.14	19	2.12	19	1.27	19	1.24
20	1.45	20	1.5	20	2.11	20	2.12	20	1.24	20	1.25
21	1.47	21	1.48	21	2.14	21	2.12	21	1.25	21	1.24
22	1.46	22	1.48	22	2.15	22	2.12	22	1.25	22	1.26
23	1.45	23	1.45	23	2.13	23	2.12	23	1.24	23	1.26
24	1.47	24	1.47	24	2.14	24	2.12	24	1.24	24	1.27
<b>Tiempo total</b>	<b>35</b>	<b>Tiempo total</b>	<b>35</b>	<b>Tiempo total</b>	<b>51</b>	<b>Tiempo total</b>	<b>50.88</b>	<b>Tiempo total</b>	<b>30</b>	<b>Tiempo total</b>	<b>30</b>

Después de obtener los tiempos de cada muestra y realizar el análisis de varianza se pudo que comprobar el valor  $p$  es 0.000 lo cual es menor que el nivel de significancia de 0.05 lo cual quiere decir que hay diferencia significativa entre las técnicas o métodos. El modelo de regresión se ajusta puesto que  $R$ -cuadrado es alto (99.86%). En la verificación de los supuestos con ayuda de las gráficas se obtiene que en la gráfica de normalidad de los residuos se cumple el supuesto, ya que los datos de residuos se ajustan a la recta y esto se puede confirmar con el histograma que se sigue una distribución normal.

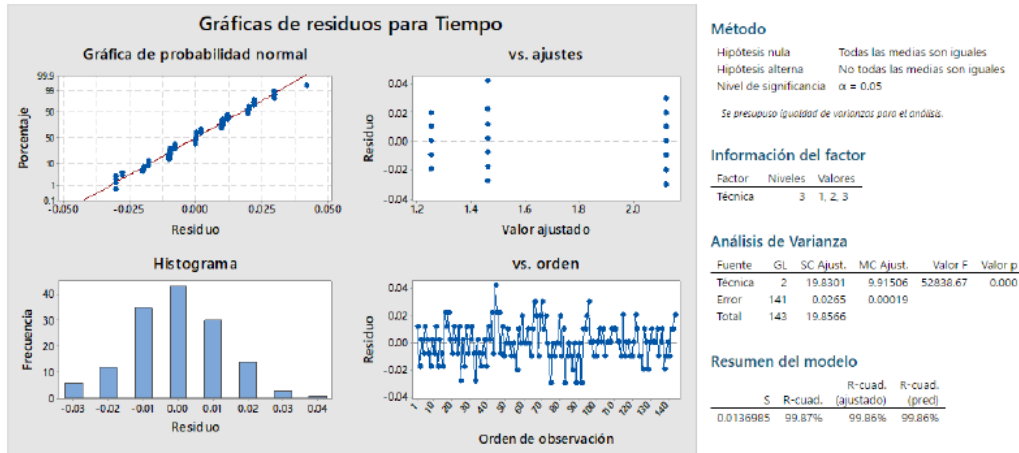
El gráfico de varianza constante no se cumple tanto puesto que no se distribuyen de forma aleatoria, sin embargo, esto no genera tanto problema.

La independencia se cumple puesto que al graficar el orden en que se colectó cada tiempo contra el residuo correspondiente no existe tendencia es decir es aleatorio al eje horizontal por lo que el supuesto también se cumple. Se concluye entonces con el análisis de varianza que hay diferencias significativas entre los tiempos de cada técnica.

Después de poder comprobar que cada técnica es diferente se pudo realizar un gráfico de cartas de control individuales el cual nos ayudará a saber que técnica cuenta con un mejor control en cuestión de tiempo y así esta será más apta de utilizar en la empresa.

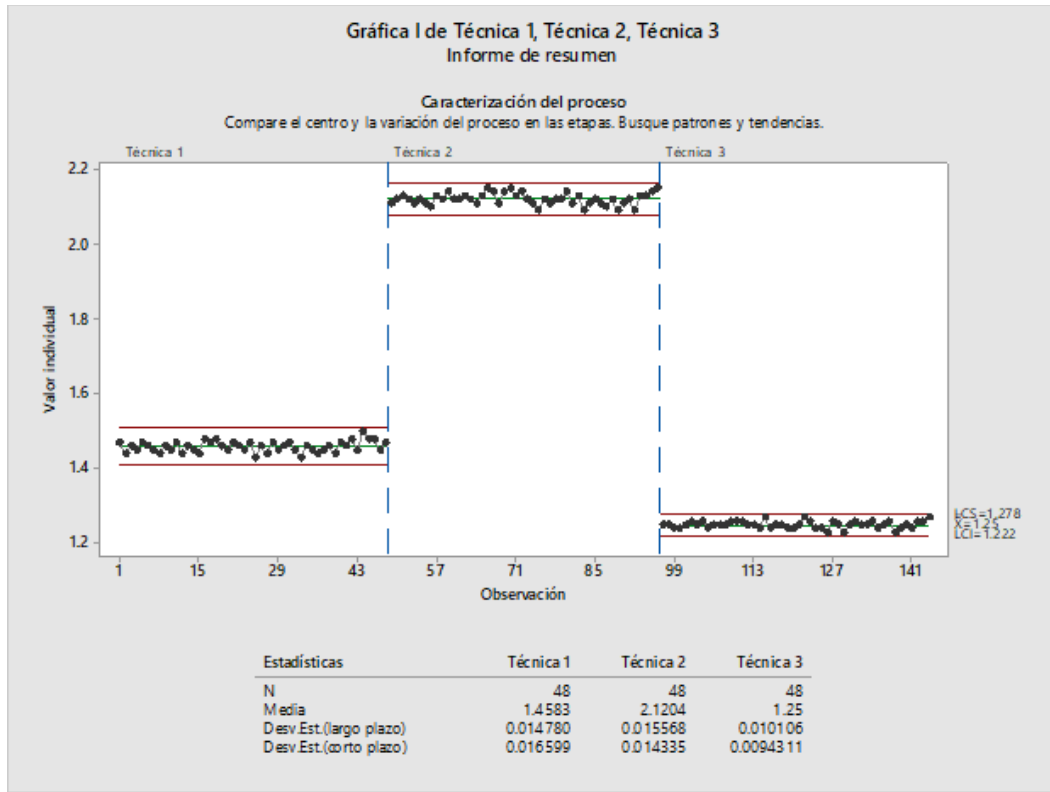


Figura 4. Análisis de Varianza



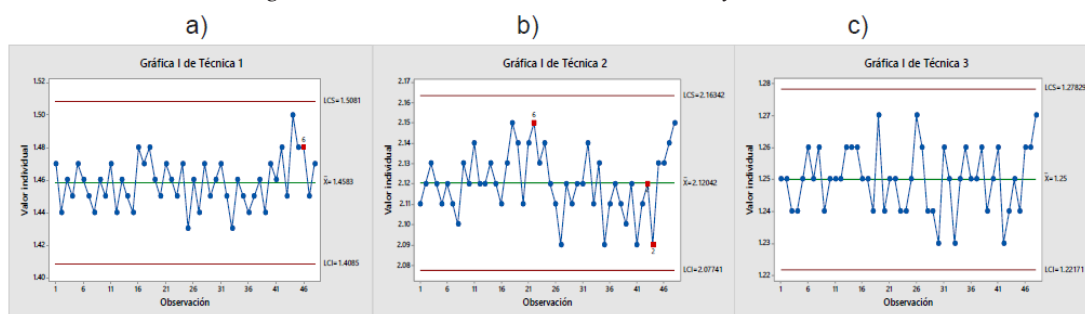
Como se muestra en la Figura 5 hay diferencias entre cada técnica tal como se visualizó en el Análisis de Varianza y a simple vista se observa que cada técnica está dentro de los límites de control de tiempo respectiva de cada técnica.

Figura 5. Análisis de gráficos de control



Para seguir con el análisis de técnicas se obtuvo que las primeras dos técnicas de pegado las cuales son con el pegamento económico y con el pegamento fuerte sin ser rebajado tienen errores en las pruebas de Nelson.

Figura 6. Pruebas de Nelson a) Técnica 1 b) Técnica 2 y c) Técnica 3



En la técnica 1 se encuentra el error 6 ya que cuatro (o cinco) de cinco puntos seguidos son más de 1 desviación estándar de la media en la misma dirección (cambio o tendencia).[7]

En la técnica 2 falla la prueba 2 ya que nueve (o más) puntos seguidos están en el mismo lado de la media (desplazamiento) y falla la prueba 6 igual que en la técnica 1.[7]

En la técnica 3 se muestra que no hay errores en las pruebas de Nelson y que también utiliza el tiempo mínimo en las tres técnicas es por eso que esta se considera la más factible de utilizar en la empresa, ya que los tiempos muestran normalidad y aleatoriedad.[7]

## V. CONCLUSIONES

Después de analizar los tiempos con ayuda de los gráficos de control, se determinó que, aunque todos están dentro del control existen errores en el desarrollo de las dos primeras técnicas, pudiendo concluir que realmente es factible el seguir desempeñándose en la técnica 3 la cual consiste en utilizar pegamento del fuerte rebajado con quita rayas. Esto ayuda al operador a realizar la actividad de pegado de la mejor manera, ya que se desenvuelve en un tiempo constante y dentro de un control estadístico. De igual forma la técnica no muestra ninguna prueba de Nelson lo cual nos ayuda a confirmar que la “técnica 3” es la mejor a utilizar, puesto que ninguna variable medida está fuera de control.

En general se arrojó que el tema de investigación y análisis tiene muchas áreas de oportunidad, sin embargo, en este caso solo se muestra el control estadístico vinculado con los tiempos de cada técnica.

## VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la empresa Wisking SA de CV, al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón por permitir el desarrollo de la presente investigación, análisis y toma de tiempos, al Dr. Armando Mares Castro por contribuir al desarrollo del proyecto y por permitirme formar parte de este proyecto y equipo de trabajo. Al 23° Verano de la Ciencia Región Centro que fue el punto central para desarrollar el presente proyecto.

## REFERENCIAS

- Alzate Guzmán, N., & Sánchez Castaño, J. E. Estudio de métodos y tiempo de la línea de producción de calzado tipo “Clásico de dama” en la empresa de calzado Caprichosa para definir un nuevo método de producción y determinar el tiempo estándar de fabricación. Universidad Tecnológica de Pereira, (2013)
- Allauca Vizuete, E.M. Análisis de la cadena de valor del kit de hornos turbo de 110 Volt, 10 bandejas, en la empresa Inox Industrial: Elaboración del manual de procedimientos. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, (2014).
- De la Vara Salazar, R., & Gutiérrez Pulido, H. (2008). Análisis y diseño de experimentos. México, DF: McGraw-Hill.

Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2013). Control estadístico de la calidad y Seis Sigma. México, D.F: McGraw-Hill.

Manual de Control Estadístico de los Procesos Segunda Edición. (Marzo de 2005). Obtenido de <https://es.slideshare.net/Gus567/manual-spc-2da-edicin-2005-espaol>

Romero Obón, M. (2017). Aplicación racional de las Nelson Rules en el Control Estadístico del Proceso. PHARMATECH. Obtenido de <https://www.pharmatech.es/articulos/20170925/aplicacion-racional-nelson-rules-en-control-estadistico-proceso#.YOgCEmhKjIU>

Minitab. (s.f.). Obtenido de [https://www.minitab.com/es-mx/products/minitab/?utm\\_campaign=BFO+-+Mexico+-+ES&utm\\_medium=ppc&utm\\_term=minitab%20online&utm\\_source=adwords&h-sa\\_net=adwords &hsa\\_mt=p&hsa\\_ver=3&hsa\\_grp=77026274877&hsa\\_ad=474427700808&hsa\\_tgt=kwd-310956304296&hsa\\_cam=64478383](https://www.minitab.com/es-mx/products/minitab/?utm_campaign=BFO+-+Mexico+-+ES&utm_medium=ppc&utm_term=minitab%20online&utm_source=adwords&h-sa_net=adwords &hsa_mt=p&hsa_ver=3&hsa_grp=77026274877&hsa_ad=474427700808&hsa_tgt=kwd-310956304296&hsa_cam=64478383)

## OPTIMIZACIÓN EN EL PROCESO DE PEGADO DE PIEZAS DE CALZADO Y EVALUACIÓN ESTADÍSTICA

**Yuliana Hernández Hernández**

Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón

Blvd. Del Valle #2301, Guardarrayas, Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413

*LRS18110078@purisima.tecnm.mx*

**Asesor: Dr. Armando Mares Castro**

Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón

Blvd. Del Valle #2301, Guardarrayas, Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413

*armando.mc@purisima.tecnm.mx*

Resumen — Se aplicaron técnicas estadísticas en el proceso de pegado de piezas de calzado deportivo, el cual se desempeñó en la empresa WISSKING S.A. DE C.V., cuyo propósito fue identificar si la técnica de rebaje de adhesivo que actualmente utilizan es más conveniente que la sustitución de su adhesivo por otro más económico (más baja calidad) y así lograr una optimización del proceso. Por lo cual, se identificó el tamaño de muestra ideal, sus medidas de tendencia central, los intervalos de confianza y se aplicaron pruebas de hipótesis para seleccionar la mejor alternativa. Esta toma de decisión se logró mediante 3 rubros importantes calidad, tiempos de producción y costos.

Palabras clave — Técnicas estadísticas, optimización del proceso, tamaño de la muestra, medidas de tendencia central, intervalos de confianza, pruebas de hipótesis.

Abstract — Statistical techniques were applied in the process of gluing sports shoe parts, which was carried out in the company WISSKING S.A. DE C.V., whose purpose was to identify if the adhesive lowering technique that they currently use is more convenient than replacing their adhesive with a more economical one (lower quality) and thus achieve an optimization of the process. Therefore, the ideal sample size, its measures of central tendency, the confidence intervals were identified, and hypothesis tests were applied to select the best alternative. This decision-making was achieved through 3 important items: quality, production times and costs.

Keywords — Statistical techniques, process optimization, sample size, measures of central tendency, confidence intervals, hypothesis tests.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la industria del calzado se enfrenta a un reto comercial “la competencia”, por lo que deben encontrar la manera de reducir los costos sin ver perjudicada la calidad de su producto al igual que aumentar su producción simplificando procesos o reduciendo actividades, todo con el fin de bajar el precio de su producto y así asegurar un lugar en el mercado comercial. Con esta afirmación, podemos identificar que una manera de lograr esta reducción de costos es mediante el ahorro de insumos y el aumento de la producción. Uno de los insumos más utilizados en esta industria es los “Adhesivos”, y actualmente existe una gran variedad en el mercado, con precios similares, pero calidad preocupante. Por lo cual, es importante identificar cual es la mejor opción para nuestra empresa y de esta manera asegurar obtener el más barato, pero al mismo tiempo no poner en riesgo la calidad del producto. Para lograr esto podemos apoyarnos de diversas técnicas estadísticas y mediciones de control, para asegurar obtener la opción con menor costo, mayor productividad y máxima calidad.

## II. MARCO TEÓRICO

Técnicas estadísticas

Cálculo del tamaño de la muestra

Es importante determinar el tamaño de la muestra adecuado para el estudio de nuestro proyecto, debido a que si son pocos los individuos estudiados seguramente no se podrán obtener datos confiables, por el contrario, si son más de los necesarios podemos derrochar recursos de la empresa. Por lo tanto, optamos por la siguiente técnica: Cálculo del tamaño de la muestra para estimar una media:

A partir de la fórmula del IC de la media se obtiene la fórmula para calcular el tamaño de la muestra necesario para estimar una media:

$$IC \text{ al } 95\% = \bar{x} \pm Z_{\alpha} = \frac{DE}{\sqrt{n}}$$

Donde la precisión es:  $d = Z_{\alpha} \frac{DE}{\sqrt{n}}$

Por tanto, la fórmula resultante para el cálculo del tamaño será :

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * DE^2}{d^2} \quad (\text{Isaz Gallego, 2004})$$

Técnicas de muestreo

Una vez que se han definido las características de los sujetos del estudio y se ha calculado el número necesario, sólo queda determinar la manera en que serán seleccionados de la población a la que pertenecen. Se denomina muestreo al procedimiento mediante el cual se obtiene una muestra de la población. Existen dos tipos de muestreo:

- Probabilístico: Todos los sujetos tienen la misma probabilidad de entrar a formar parte del estudio. La elección se hace al azar.
- No probabilístico: Es aquel en el que no todos los sujetos tienen la misma probabilidad de formar parte de la muestra de estudio.

Para la realización de este proyecto se optó por el tipo de muestreo probabilístico, más específicamente la siguiente técnica de muestreo:

- Muestreo aleatorio simple: Para poder realizar este tipo de muestreo, todos los individuos de la población deben estar numerados en un listado. Normalmente, se hace a partir de un listado de números aleatorios, disponible en casi todos los libros de estadística, con un programa estadístico, o con alguno de los programas para calcular el tamaño de la muestra que tenga la opción de generar listados de números aleatorios. Si no se dispone del listado de individuos, no se podrá utilizar esta técnica de muestreo, por lo que se debe recurrir a otro tipo de muestreo que no precise tener a los individuos identificados. (Isaz Gallego, 2004)

### Técnicas de la estadística inferencial

Para una mejor planeación en la propuesta de optimización de producción es necesario el empleo de técnicas estadísticas las cuales se ocupan de aquellos fenómenos no deterministas donde es imposible predecir los resultados. Dentro de estas técnicas estadísticas se encuentran:

- Intervalo de confianza: El intervalo de confianza describe la variabilidad entre la medida obtenida en un estudio y la medida real de la población (el valor real). Corresponde a un rango de valores, cuya distribución es normal y en el cual se encuentra, con alta probabilidad, el valor real de una determinada variable. Esta alta probabilidad se ha establecido por consenso en 95%. Así, un intervalo de confianza de 95% nos indica que dentro del rango dado se encuentra el valor real de un parámetro con 95% de certeza. (Candia B & Caiozzi A., 2005)
- Prueba de Hipótesis: Las pruebas de hipótesis evalúan la probabilidad asociada a la hipótesis nula ( $H_0$ ) de que no hay efecto o diferencia. La hipótesis nula ( $H_0$ ) es la que se somete a prueba y sobre ella se hace la decisión. Para los propósitos de la prueba se asume como verdadera y se rechaza ó no se rechaza como resultado del proceso de análisis. Por su parte, la hipótesis alternativa se plantearía de tal forma que indique que el nuevo método es mejor que el utilizado actualmente. (Fallas, 2012)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Describir el proceso de producción

##### 3.1.1 Identificación de los insumos utilizados:

- Identificación de la marca y precio de los adhesivos propuestos y el líquido quitarayas que actualmente utilizan.

##### 3.1.2 Determinación de la calidad y el tiempo de las piezas pegadas con Adhesivo “Reactor” (calidad máxima), Adhesivo económico y Adhesivo “Reactor” + quitarayas (técnica de rebaje):

- Realización de las bitácoras de calidad con ayuda del encargado de área:

Ilustración 1: Bitácora de calidad

BITÁCORA DE CALIDAD						
Lote : Adhesivo						
Hora inicio =				Hora finalización =		
Número de par	Tiempo	Pegado firme	Corte limpio	Despegado fácil	Material liso	Puntuación total

Número 3: Excelente calidad

Número 2: Calidad regular

Número 1: Mala calidad (no pasa)

- Identificación de costos y tiempo de producción:

Ilustración 2: Preguntas clave (Adhesivo Reactor)

Preguntas clave a responder:	
1. ¿Cuánto pegamento se gasto?	
2. ¿Cuál es la fuerza de adhesión al tacto?	
3. ¿Tiempo total de producción?	
4. ¿Costo total del adhesivo usado?	
1 lata (15 lts) = \$930.00 solo se vende por lata	

Ilustración 2: Preguntas clave (Adhesivo Reactor)



Ilustración 3: Preguntas clave (Adhesivo económico)

Preguntas clave a responder:	
1. ¿Cuánto pegamento se gasto?	
2. ¿Cuál es la fuerza de adhesión al tacto?	
3. ¿Tiempo total de producción?	
4. ¿Costo total del adhesivo usado?	
1 lt = \$52.00	

Ilustración 4: Preguntas clave (Adhesivo Reactor + quitarayas "con técnica")

Preguntas clave a responder:	
1. ¿Cuánto pegamento se gasto?	
2. ¿Cuánto quitarayas se gasto?	
3. ¿Cuál es la fuerza de adhesión al tacto?	
4. ¿Tiempo total de producción?	
5. ¿Costo total del adhesivo usado?	
6. ¿Costo total del quitarayas usado?	
1 lata (15 lts) = \$930.00 solo se vende por lata	
1 litro = \$28.00	

### 3.2 Aplicar técnicas de estadística.

#### 3.2.1 Demostración de distribuciones muestrales:

- Cálculo de las medidas de tendencia central • Determinación del tamaño de la muestra

#### 3.2.2 Identificación de intervalos de confianza

Determinación de los intervalos de confianza de un 95% de acuerdo a la puntuación de calidad.

#### 3.2.3 Aplicación de pruebas de hipótesis:

- Determinación de las diferencias significativas entre las tres alternativas posibles.

### 3.3 Selección de la mejor alternativa

#### 3.5.1 Comparación de datos estadísticos

- Medidas de tendencia central

#### 3.5.2 Comparación de pruebas de hipótesis:

- Identificación de la menor diferencia significativa.

#### 3.5.3 Justificación de la alternativa seleccionada:

Identificación de los siguientes argumentos para justificar la alternativa seleccionada:

- Puntuación de calidad, varianza y desviación estándar, total de insumos y total de tiempo de producción.

## IV. RESULTADOS

Ilustración 5: Adhesivo Reactor

Adhesivo Reactor  
Costo = \$930.00  
Capacidad = 15 litros



Ilustración 6: Adhesivo económico

Adhesivo Económico  
Costo = \$52.00  
Capacidad = 1 litro



Ilustración 7: Líquido quitarayas

Líquido Quitarayas  
Costo = \$28.00  
Capacidad = 1 litro



Se aplicaron las bitácoras de calidad:

Tabla 1: Bitácora lote 1 "Pegamento Económico"

BITÁCORA DE CALIDAD						24/06/2021
Lote 1: Adhesivo rebajado (económico)						
Hora inicio = 01:40 pm			Hora finalización = 12:15 pm			
Número de par	Tiempo	Pegado firme	Corte limpio	Despegado fácil	Material liso	Puntuación total
1	1.47	1	3	3	2	9
2	1.44	2	3	3	1	9
3	1.46	1	3	3	2	9
4	1.45	2	3	3	2	10
5	1.47	2	3	3	2	10
6	1.46	1	3	3	1	8
7	1.45	2	3	3	1	9
8	1.44	2	3	3	2	10
9	1.46	2	3	3	2	10
10	1.45	1	3	3	2	9
11	1.47	2	3	3	1	9
12	1.44	1	3	3	3	10
13	1.46	1	3	3	3	10
14	1.45	1	3	3	3	10
15	1.44	2	3	3	2	10
16	1.48	2	3	3	1	9
17	1.47	2	3	3	2	10
18	1.48	2	3	3	3	11
19	1.46	2	2	3	1	8
20	1.45	1	2	3	1	7
21	1.47	1	2	3	3	9
22	1.46	1	2	3	2	8
23	1.45	1	2	3	1	7
24	1.47	1	2	3	2	8
<b>Totales:</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	<b>66</b>	<b>72</b>	<b>45</b>	<b>219</b>

Tabla 2: Bitácora lote 2 "Pegamento Económico"

BITÁCORA DE CALIDAD						29/06/2021
Lote 2: Adhesivo rebajado (económico)						
Hora inicio = 12:00 pm			Hora finalización = 12:35 pm			
Número de par	Tiempo	Pegado firme	Corte limpio	Despegado fácil	Material liso	Puntuación total
1	1.43	2	3	3	2	10
2	1.46	2	3	3	2	10
3	1.44	2	3	3	2	10
4	1.47	2	3	3	1	9
5	1.45	1	3	3	1	8
6	1.46	2	3	3	1	9
7	1.47	1	2	3	1	7
8	1.45	2	2	3	2	9
9	1.43	1	2	3	2	8
10	1.46	1	3	3	2	9
11	1.45	1	3	3	2	9
12	1.44	1	3	3	2	9
13	1.45	1	3	3	2	9
14	1.46	1	3	3	3	10
15	1.44	2	3	3	3	11
16	1.47	1	3	3	3	10
17	1.46	2	3	3	3	11
18	1.48	2	3	3	2	10
19	1.45	2	2	3	1	8
20	1.5	2	2	3	2	9
21	1.48	1	2	3	1	7
22	1.48	2	2	3	2	9
23	1.45	1	2	3	1	7
24	1.47	2	2	3	2	9
<b>Totales:</b>	<b>35</b>	<b>37</b>	<b>63</b>	<b>72</b>	<b>45</b>	<b>217</b>

Tabla 3: Bitácora lote 3 "Adhesivo Reactor"

BITÁCORA DE CALIDAD						29/06/2021
Lote 2: Adhesivo Reactor (Máxima calidad)						
Hora inicio = 02:05 pm			Hora finalización = 02:55 pm			
Número de par	Tiempo	Pegado firme	Corte limpio	Despegado fácil	Material liso	Puntuación total
1	2.12	3	3	2	2	10
2	2.12	3	3	2	2	10
3	2.12	3	1	2	2	8
4	2.12	3	3	2	2	10
5	2.12	3	1	2	2	8
6	2.12	3	3	2	2	10
7	2.12	3	3	2	2	10
8	2.12	3	1	2	2	8
9	2.12	3	3	2	2	10
10	2.12	3	3	2	2	10
11	2.12	3	3	2	1	9
12	2.12	3	3	2	1	9
13	2.12	3	1	2	1	7
14	2.12	3	2	2	2	9
15	2.12	3	1	2	2	8
16	2.12	3	2	2	2	9
17	2.12	3	1	1	1	6
18	2.12	3	1	1	1	6
19	2.12	3	2	1	1	7
20	2.12	3	2	1	1	7
21	2.12	3	1	2	1	7
22	2.12	3	1	1	2	7
23	2.12	3	1	1	1	6
24	2.12	3	1	2	2	8
<b>Totales:</b>	<b>50.88</b>	<b>72</b>	<b>46</b>	<b>42</b>	<b>39</b>	<b>199</b>

Tabla 4: Bitácora lote 4 "Adhesivo Reactor"

BITÁCORA DE CALIDAD						24/06/2021
Lote 3 Adhesivo Reactor (Máxima calidad)						
Hora inicio = 03:25 pm			Hora finalización = 04:16 pm			
Número de par	Tiempo	Pegado firme	Corte limpio	Despegado fácil	Material liso	Puntuación total
1	2.11	3	3	2	2	10
2	2.12	3	2	1	2	8
3	2.13	3	1	1	3	8
4	2.12	3	2	1	2	8
5	2.11	3	1	2	2	8
6	2.12	3	2	2	2	9
7	2.11	3	2	2	3	10
8	2.1	3	1	2	2	8
9	2.13	3	2	2	3	10
10	2.12	3	1	2	2	8
11	2.14	3	2	2	1	8
12	2.12	3	1	1	1	6
13	2.12	3	1	1	1	6
14	2.13	3	2	2	2	9
15	2.12	3	1	1	3	8
16	2.11	3	2	2	2	9
17	2.13	3	1	1	3	8
18	2.15	3	1	2	1	7
19	2.14	3	2	1	1	7
20	2.11	3	2	1	3	9
21	2.14	3	1	2	1	7
22	2.15	3	1	1	2	7
23	2.13	3	1	1	1	6
24	2.14	3	2	2	3	10
<b>Totales:</b>	<b>51</b>	<b>72</b>	<b>37</b>	<b>37</b>	<b>48</b>	<b>194</b>

Tabla 5: Bitácora lote 5 "Adhesivo más técnica"

BITÁCORA DE CALIDAD						25/06/2021
Lote 4: Adhesivo Reactor más quitarayas (aplicación de la						
Hora inicio = 3:36 pm			Hora finalización = 4:06 pm			
Número de par	Tiempo	Pegado firme	Corte limpio	Despegado fácil	Material liso	Puntuación total
1	1.25	3	3	2	2	10
2	1.25	3	3	2	2	10
3	1.24	3	3	2	2	10
4	1.24	3	3	2	2	10
5	1.25	3	3	2	2	10
6	1.26	3	3	2	2	10
7	1.25	3	3	2	2	10
8	1.26	3	3	2	2	10
9	1.24	3	3	2	2	10
10	1.25	3	3	2	2	10
11	1.25	3	3	2	3	11
12	1.25	3	3	2	3	11
13	1.26	3	2	2	3	10
14	1.26	3	2	2	3	10
15	1.26	3	2	2	3	10
16	1.25	3	2	2	3	10
17	1.25	3	2	2	3	10
18	1.24	3	2	2	3	10
19	1.27	3	2	2	3	10
20	1.24	3	2	2	3	10
21	1.25	3	2	2	3	10
22	1.25	3	2	2	3	10
23	1.24	3	2	2	2	9
24	1.24	3	2	2	2	9

Tabla 6: Bitácora lote 6 "Adhesivo más técnica"

BITÁCORA DE CALIDAD						30/06/2021
Lote 6 : Adhesivo Reactor más quitarayas (aplicación de la						
Hora inicio = 11:35 am			Hora finalización = 12:08 pm			
Número de par	Tiempo	Pegado firme	Corte limpio	Despegado fácil	Material liso	Puntuación total
1	1.25	3	3	2	2	10
2	1.27	3	2	2	3	10
3	1.26	3	3	2	3	11
4	1.24	3	2	2	3	10
5	1.24	3	2	2	3	10
6	1.23	3	3	2	2	10
7	1.26	3	3	2	2	10
8	1.25	3	3	2	2	10
9	1.23	3	3	2	2	10
10	1.25	3	3	2	2	10
11	1.26	3	3	2	3	11
12	1.25	3	3	2	3	11
13	1.25	3	3	2	3	11
14	1.26	3	2	2	3	10
15	1.24	3	2	2	2	9
16	1.25	3	2	2	2	9
17	1.26	3	3	2	3	11
18	1.23	3	2	2	2	9
19	1.24	3	2	2	3	10
20	1.25	3	2	2	2	9
21	1.24	3	2	2	3	10
22	1.26	3	2	2	2	9
23	1.26	3	3	2	2	10
24	1.27	3	3	2	3	11

Se identificaron los costos y tiempo de producción:

Tabla 7: Costos y tiempos "Adhesivo Económico"

LOTE 1	
1. ¿Cuánto pegamento se gastó?	250 ml
2. ¿Cuál es la fuerza de adhesión al tacto?	Débil
3. ¿Tiempo total de producción?	35 min
4. ¿Costo total del adhesivo usado?	\$13.00
1 lt = \$52.00	
LOTE 2	
1. ¿Cuánto pegamento se gastó?	255 ml
2. ¿Cuál es la fuerza de adhesión al tacto?	Débil
3. ¿Tiempo total de producción?	35 min
4. ¿Costo total del adhesivo usado?	\$13.26
1 lt = \$52.00	
Maxima cáalidad =	576
Gasto de adhesivo =	505 ml
Puntuación calidad =	436
Costo total =	\$26.26
% de calidad =	76%
Tiempo total =	70 min

Tabla 8: Costos y tiempos "Adhesivo Reactor"

Lote 3	
1. ¿Cuánto pegamento se gastó?	210 ml
2. ¿Cuál es la fuerza de adhesión al tacto?	Fuerte
3. ¿Tiempo total de producción?	50 min
4. ¿Costo total del adhesivo usado?	\$ 13.02
1 lata (15 lts) = \$930.00 solo se vende por lata	
Lote 4:	
1. ¿Cuánto pegamento se gastó?	200 ml
2. ¿Cuál es la fuerza de adhesión al tacto?	Fuerte
3. ¿Tiempo total de producción?	51 min
4. ¿Costo total del adhesivo usado?	\$ 12.40
1 lata (15 lts) = \$930.00 solo se vende por lata	
Maxima cáalidad =	576
Gasto de adhesivo =	410 ml
Puntuación calidad =	393
Costo total =	\$ 25.42
% de calidad =	68%
Tiempo total =	101 min

Tabla 9: Costos y tiempos "Adhesivo Reactor + Técnica"

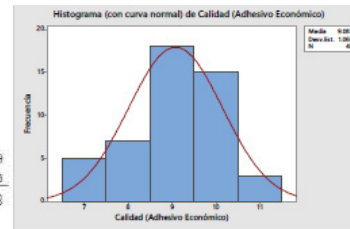
Lote 5:		Lote 6:	
1. ¿Cuánto pegamento se gastó?	235	1. ¿Cuánto pegamento se gastó?	232
2. ¿Cuánto quitarayas se gastó?	15 ml	2. ¿Cuánto quitarayas se gastó?	12 ml
3. ¿Cuál es la fuerza de adhesión al tacto?	Pegajosa	3. ¿Cuál es la fuerza de adhesión al tacto?	Pegajosa
5. ¿Costo total del adhesivo usado?	\$ 14.57	4. ¿Tiempo total de producción?	30 min
6. ¿Costo total del quitarayas usado?	\$ 0.81	5. ¿Costo total del adhesivo usado?	\$ 14.38
		6. ¿Costo total del quitarayas usado?	\$ 0.33
1 lata (15 lts) = \$930.00 solo se vende por lata		1 lata (15 lts) = \$930.00 solo se vende por lata	
1 litro = \$28.00		1 litro = \$28.00	
Maxima cáalidad =	576	Gasto de adhesivo =	467 ml
Puntuación calidad =	481	Costo total =	\$ 30.09
% de calidad =	84%	Tiempo total =	60 min

Se calcularon las medidas de tendencia central:

#### Estadísticos descriptivos: Calidad (Adhesivo Económico)

##### Estadísticas

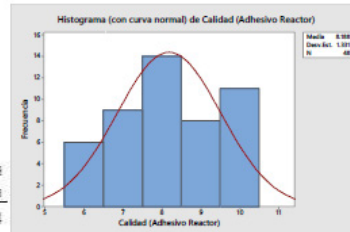
Variable	Conteo total	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Varianza	Mediana	Modo	N para moda
Calidad (Adhesivo Económico)	48	9.083	0.154	1.069	1.142	9.000	9	18



#### Estadísticos descriptivos: Calidad (Adhesivo Reactor)

##### Estadísticas

Variable	Conteo total	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Varianza	Mediana	Modo	N para moda
Calidad (Adhesivo Reactor)	48	8.188	0.192	1.331	1.773	8.000	8	14



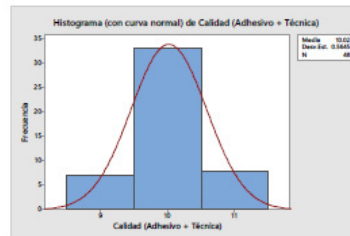
#### Estadísticos descriptivos: Calidad (Adhesivo + Técnica)

##### Estadísticas

Variable	Conteo total	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Varianza	Mediana	Modo
Calidad (Adhesivo + Técnica)	48	10.021	0.0815	0.565	0.319	10.000	10

Variable	N para moda
Calidad (Adhesivo + Técnica)	38



Se identifico el tamaño de la muestra:

#### Tamaño de la muestra para estimación

##### Método

Parámetro	Media
Distribución	Normal
Desviación estándar	10.15 (estimación)
Nivel de confianza	95%
Intervalo de confianza	Bilateral

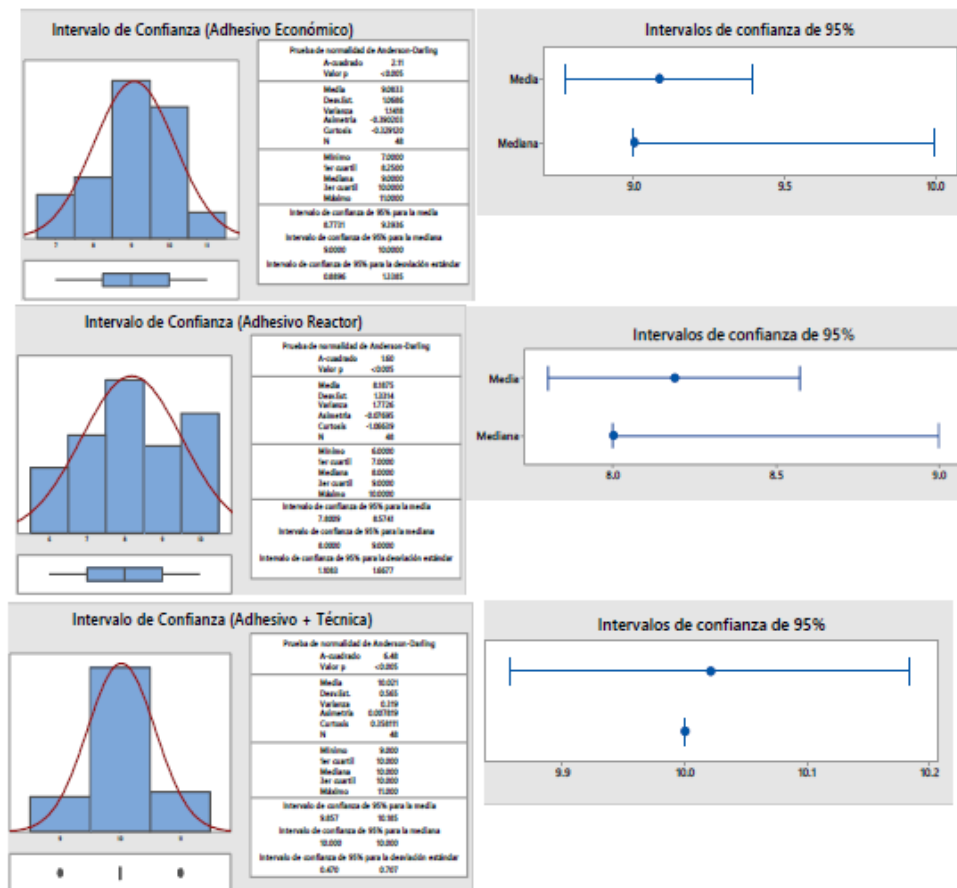
##### Resultados

Margen de error	Tamaño de la muestra
3	47

Se determina un nivel de confianza del 95% y una precisión de 5 (la diferencia entre la media de calidad de la población y la de la muestra, será  $\leq 3$  puntos); y una DE poblacional 10.15.

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 * DE^2}{d^2} = \frac{(1.96^2)(10.15^2)}{3^2} = 46.95 \sim 47 \text{ pares.}$$

Se identificaron los intervalos de confianza:



Se aplicaron las pruebas de hipótesis:

Alternativa	Varianza	Desviación Estándar	Porcentaje de calidad	Total de costos	Total de tiempo de producción
Adhesivo "Económico"	1.14	1.06	76%	\$26.26	70 min
Adhesivo "Reactor"	1.77	1.33	68%	\$25.42	101 min
Adhesivo "Reactor" + Técnica	0.31	0.56	84%	\$30.09	60 min

Se compararon todas las alternativas y se seleccionó la mejor:

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Analizando los estadísticos anteriores podemos identificar que la opción más viable para la empresa es "Adhesivo Reactor + Técnica", debido que presenta el cumplimiento de 4 rubros en comparación de los 5 que se pretenden cumplir. Es verdad que el factor "precio" es importante, pero se compensa perfectamente con factores como: reprocesamiento y devoluciones (mala calidad), atraso de entregas (mucho tiempo en producción) incluso existe un ahorro en energía eléctrica; esto debido a que, si el adhesivo es muy espeso, este necesitará mayor fuerza de aire comprimido, lo que significa que la compresora encenderá más veces. Al seleccionar esta alternativa se opta por un adhesivo menos denso, por lo tanto, baja drásticamente el aire necesario para trabajar. Lo mejor de todo es que se respeta un nivel de calidad óptimo y el tiempo de en producción se optimiza notoriamente.

## VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento a la empresa Wisking SA de CV, al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón por permitir el desarrollo de la presente investigación, al Dr. Armando Mares Castro por contribuir al desarrollo del proyecto y por permitirme formar parte de este proyecto y equipo de trabajo. Al 23° Verano de la Ciencia Región Centro que fue el punto central para desarrollar el presente proyecto.

## REFERENCIAS

- Minitab. (s.f.). Obtenido de: [https://www.mini-tab.com/es-mx/products/minitab/?utm\\_campaign=B-FO+-+Mexico+-+ES&utm\\_medium=ppc&utm\\_term=minitab%20online&utm\\_source=adwords&h-sa\\_n et=adwords&h-sa\\_mt=p&h-sa\\_ver=3&h-sa\\_grp=77026274877&h-sa\\_ad=474427700808 &h-sa\\_tg-t=kwd-310956304296&h-sa\\_cam=64478383](https://www.mini-tab.com/es-mx/products/minitab/?utm_campaign=B-FO+-+Mexico+-+ES&utm_medium=ppc&utm_term=minitab%20online&utm_source=adwords&h-sa_n et=adwords&h-sa_mt=p&h-sa_ver=3&h-sa_grp=77026274877&h-sa_ad=474427700808 &h-sa_tg-t=kwd-310956304296&h-sa_cam=64478383)
- Candia B, R., & Caiozzi A., G. (2005). Intervalos de Confianza. Revista médica de Chile.
- Fallas, J. (2012). Repositorio. Obtenido: [https://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-2/complementarias/prueba\\_hipotesis\\_2012.pdf](https://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-2/complementarias/prueba_hipotesis_2012.pdf)
- Gallego, I., 2004. Cálculo del tamaño de la muestra. [online] Federacion- matronas.org. Obtenido: <<https://www.federacion-matronas.org/wp-content/uploads/2018/01/vol5n18pag5-13.pdf>> [Accessed 12 July 2021].



# ANNYEONG: APLICACIÓN MÓVIL COMO HERRAMIENTA CONTRA EL ACOSO CALLEJERO

Valeria Sthepanía García Hotema

Universidad Autónoma de Coahuila Facultad de Ciencias Políticas y Sociales Carretera Torreón - Matamoros km. 7.5. Ejido El Águila. Ciudad Universitaria. C.P. 27087. Torreón, Coahuila.

*valeria.hotema@uadec.edu.mx*

Estefanía Cerrillo Andrade

Universidad Autónoma de Coahuila Facultad de Ciencias Políticas y Sociales Carretera Torreón - Matamoros km. 7.5. Ejido El Águila. Ciudad Universitaria. C.P. 27087. Torreón, Coahuila.

*estefaniacerrillo@uadec.edu.mx*

Resumen — En este trabajo se presenta el desarrollo de un prototipo de aplicación móvil que contribuirá a la prevención del acoso callejero, la cual tiene como objetivo ayudar a sus usuarios en situaciones de peligro. En primera instancia, la aplicación móvil está dirigida al área de La Laguna, en municipios como Torreón, Gómez, Lerdo y Matamoros, y empleada por cualquier persona, que alguna vez han sufrido acoso callejero y se sienten inseguros en las calles. Se muestra el trabajo del análisis de la aplicación, el cual se obtuvo, a través de entrevistar a la población para la que va dirigida, se diseñó la interfaz en relación con las aportaciones de los futuros usuarios y se eligió el nombre y la imagen de la aplicación.

Palabras clave — Acoso Callejero, Aplicación Móvil, Prototipo, Prevención.

Abstract — This work presents the development of a mobile application prototype that will contribute to the prevention of street harassment, which aims to help its users in dangerous situations. In first instance this mobile application is aimed at the La Laguna area in municipalities such as Torreón, Gómez, Lerdo and Matamoros, and used by people of both sexes, who have at some time suffered street harassment and feel unsafe on the streets. The work of the analysis of the application is shown, which was obtained through interviewing the population for which it is directed, the interface was designed in relation to the contributions of future users and the name and image were chosen of the application.

Keywords — Street harassment, Mobile Application, Prototype, Prevention.

## I. INTRODUCCIÓN

El acoso sexual callejero es una problemática social que ha estado presente en el mundo desde hace décadas, sin embargo, en los años recientes este fenómeno ha incrementado notablemente, afectando principalmente a mujeres, aunque también existen casos donde hombres y niños sufren de este tipo de acoso.

En la Encuesta Nacional de Seguridad Pública Urbana (ENSU), durante el segundo semestre de 2020, se estima que 14.3% de las personas de 18 años fueron víctimas de al menos un tipo de acoso sexual en lugares públicos, a la vez, el 10.6% de las personas de 18 años fueron víctimas de piropos groseros u ofensas de tipo sexual en lugares públicos. [1].

A pesar de las cifras, muy pocas veces se denuncia el acoso callejero o se toman medidas respecto a este. Según las Naciones Unidas, menos del 40% de las mujeres que sufren violencia buscan algún tipo de ayuda. Entre las mujeres que lo hacen, la mayoría recurre a la familia o amistades y muy pocas confían en instituciones y mecanismos oficiales, como la policía o servicios de salud. [2]

Teniendo en consideración los datos anteriores, surge la necesidad de difundir las herramientas e información ya existente que apoya a las víctimas de violencia y a la vez crear herramientas con Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) innovadoras, más completas y de fácil empleo para apoyar y controlar esta problemática de gran magnitud social.

Ante esto, se tiene la hipótesis de que el uso de una aplicación móvil contribuirá a la prevención, sensibilización y disminución del acoso sexual callejero. Asimismo, se tiene como objetivo el desarrollar una aplicación móvil interactiva que contribuya a la sensibilización y disminución del acoso sexual callejero a través del fomento del lenguaje constructivo, la información preventiva, el reporte y el seguimiento a los casos.

Son tres los objetivos planteados para esta investigación, el primero, consiste en analizar los requisitos que debe contemplar la aplicación móvil para prevenir el acoso callejero. El segundo, es diseñar la aplicación móvil en su primera etapa para Sistema Operativo Android; y el tercer objetivo tiene como finalidad diseñar estrategias comunicativas para la divulgación de contenidos, beneficios y usos de la aplicación móvil para prevenir el acoso callejero.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el cumplimiento del primer objetivo: Analizar los requisitos que debe contemplar la aplicación móvil para prevenir el acoso callejero, se indagó en las diferentes aplicaciones ya existentes.

Según, Marissa Revilla, la aplicación de Tux Sin Acoso fue diseñada por el gobierno municipal y desarrollada por el departamento de sistemas de la información de la Coordinación de TIC de Tuxtla Gutiérrez. [3]

En un artículo de la Jornada Maya [4], se exponen las siguientes aplicaciones para reportar la violencia digital hacia las mujeres: Sister-Seguridad mujeres, informa a las comisarías más cercanas, también tiene un modo de prevención que utiliza el GPS.

Entre los servicios para acceder en forma confidencial a mecanismos de denuncia, recibir asesoría sobre temas de violencia de género y acceder a ayuda jurídica y psicológica se encuentran: Caminemos Juntas, de Perú; Ellas App, de Colombia.

Aplicaciones como Hollaback, Sekura y Mapa de acoso, tienen la función de que las mujeres puedan denunciar la situación de acoso o violencia en el transporte o espacios públicos. Para funcionar, requiere acceso a información como la ubicación, la cámara y los contactos, así como un registro del usuario. A través de ella se puede calificar las zonas a partir del nivel de seguridad que las usuarias sienten, con características como la iluminación, la cantidad de personas que pasan o están ahí, la vigilancia, etcétera. También ofrece un apartado en el que se pueden hacer denuncias especificando dónde ocurrió el altercado, en camiones, metros, metrobús o taxis, etcétera. La parte específica en que pasó y la manera en que se presentó: silbidos, comentarios, fotografías u otro tipo de intimidación.

De esta investigación se desarrolla y presenta en la siguiente tabla comparativa:

Fig. 1. Comparación de aplicaciones móviles contra el acoso callejero. Fuente: Elaboración Propia

Tabla comparativa de aplicaciones de acoso callejero													
Nombre	Inicio de sesión	Celular	Email	Registro de acosos previos	Ayuda en situación de emergencia	Contactos de emergencia	Ayuda profesional o asesoría	Números de emergencia de la región	Fácil acceso a la app	Información sobre el funcionamiento de la app	Disponibilidad en celular	Área geográfica	Población a la que va dirigida
#TuxSinAcoso	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✓	Tuxtla Gutiérrez	Mujeres
Hollaback	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	Estados Unidos	Cualquier persona
ZeroAcoso	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✓	colegios registrados	Estudiantes
Sekura	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	Cualquier lugar	Mujeres
Mapa de acosos	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	Cualquier lugar	Cualquier persona
Caminamos Juntas	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✓	Cualquier lugar	Mujeres
Sister	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Cualquier lugar	Mujeres
App-Elles	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Países registrados	Mujeres

En el aporte de, Serrato Mares, Villegas Téllez y Torres Frausto, una aplicación móvil, es un software diseñado para utilizarse en teléfonos inteligentes, tabletas, gadgets y otros dispositivos móviles. Estas aplicaciones pueden venir preinstaladas en los teléfonos celulares desde su manufactura, pueden ser descargadas por usuarios desde las distintas plataformas de aplicaciones móviles (Android, iOS, Windows Phone), también se puede acceder a ellas a través de la web. La creación de aplicaciones móviles comprende desde concebir la idea hasta los resultados posteriores a su publicación en las tiendas. [5]

Para el cumplimiento del segundo objetivo planteado en esta investigación: Diseñar la aplicación móvil en su primera etapa para Sistema Operativo Android.

Al realizar comparaciones entre aplicaciones previas se pueden observar los requerimientos que debe contemplar la aplicación móvil, dando como resultado los siguientes puntos:

1. Tener un inicio de sesión sencillo, sin muchos pasos a seguir, en donde se pueda tener acceso a la aplicación solamente con el número de celular y especificar la zona geográfica a la que se pertenece.
2. Poder brindar información de porque se creó la aplicación, las funciones que esta ofrece y como utilizarla, para poder sacar provecho a la aplicación y entender su funcionamiento rápidamente.
3. Un inicio de sesión único permanente, de esta manera no se tiene que iniciar sesión cada vez que se abra la aplicación, y esto facilita el acceso a la misma y en caso de estar en una situación de riesgo, entrar a las funciones de la aplicación rápidamente.
4. La aplicación en su inicio podría estar disponible para el área de “La Laguna”, aunque no solo para los municipios de Torreón, Gómez y Lerdo, sino también incluir a Matamoros.
5. Funciones que debería tener la aplicación:
  - a. Poder registrar lugares en donde se presentaron acosos previos.
  - b. Fingir recibir una llamada.
  - c. Hacer sonar una alarma estruendosa que pueda alertar a personas cercanas.
  - d. Realizar llamada rápidamente, a través del comando de voz
  - e. Enviar un mensaje de texto (sms o WhatsApp) con la ubicación real o mensajes predeterminados pidiendo ayuda.
  - f. Tener una lista con contactos de emergencia.
  - g. Contar con los números de emergencia de cada región: policía, cruz roja, bomberos y telmujer.

h. Consejos o asesoría sobre qué hacer cuando se encuentran en una situación de acoso o riesgo.

Se empleó el software justmind para el diseño de las interfaces que se mostraron en la sección de resultados.

El prototipo de aplicación móvil en su primer Sprint cuenta con 10 funciones principales, a continuación, se describen:

1. Bienvenida: Ventana con el logo y nombre de la aplicación, es lo primero que se ve al abrir la aplicación móvil.
2. Inicio de sesión: Se abre después de la bienvenida, en esta ventana se da el acceso para abrir las funciones, se necesita registrar un número de teléfono y una contraseña, esta interfaz tiene dos botones, el primero para iniciar la sesión con los datos proporcionados y lanza al usuario a la ventana de menú, y el segundo para registrarse si es la primera vez utilizando la aplicación.
3. Registro: Si es la primera vez dentro de la aplicación es necesario registrarse para abrir una cuenta, en esta interfaz se necesitan proporcionar datos como nombre, teléfono, correo electrónico, municipio de residencia y contraseña, esta pantalla también tiene un botón para guardar el registro, y manda al usuario a la ventana de menú.
4. Menú: En esta ventana se despliegan todas las funciones disponibles en la aplicación, se muestran con los nombres de llamada, mensaje, alarma, llamada falsa, reporte, contactos, líneas de ayuda, consejos y asesorías e información. Cada función despliega otra ventana.
5. Llamada de Emergencia: Realiza una llamada rápida a tus contactos previamente configurados como de emergencia.
6. Mensaje de Emergencia: Envía un mensaje rápido a tus contactos previamente configurados como de emergencia, también cuenta con respuestas predeterminadas pidiendo ayuda y la opción de enviar la ubicación.
7. Reporte de Acosos: Se registran los lugares en donde se presentaron acosos previos, se agrega el lugar, la situación y todos los detalles que podrían ser útiles para advertir a otras personas.
8. Contactos de Emergencia: Se registran los contactos a los que se desea llamar o enviar mensaje en caso de encontrarse en una situación de peligro.
9. Líneas de Ayuda: se muestran los números de emergencia como 9-1-1 y telmujer, esta ventana cuenta con dos botones que se enlazan a la ventana de llamada de emergencia.
10. Consejos y Asesorías: Esta ventana cuenta con cuatro botones que se enlazan sitios externos, de YouTube y páginas web, se brindan consejos sobre defensa personal, primeros auxilios, que hacer en casos de agresión física y asalto sexual o violación.
11. Información: Se muestran un resumen de lo que hace cada función de la aplicación, también se muestran las redes sociales de la aplicación (Facebook e Instagram).
12. Las interfaces de alarma y llamada falsa no cuentan con una pantalla, ya que emiten un sonido, al momento de hacer clic sobre ellas.

En el cumplimiento del tercer objetivo que se presenta en esta investigación: Diseñar estrategias comunicativas para la divulgación de contenidos, beneficios y usos de la aplicación móvil para prevenir el acoso callejero.

Se llevó a cabo el diseño de la imagen de la aplicación, se buscaron estrategias de divulgación para alcanzar al público deseado, optando por emplear las redes sociales como principal medio para la difusión de la aplicación móvil, para llevar a cabo este paso es necesario abrir cuenta de Facebook, Tik-tok e Instagram en donde se subirá información y actualizaciones que podrían ser de interés para los usuarios. A la vez se busca hacer promoción de la aplicación por medio de campañas en escuelas y lugares públicos.

### III. RESULTADOS

Para desarrollar la imagen de la aplicación se tomaron en cuenta diferentes elementos, partiendo de la idea del valor de unidad entre las personas. El nombre de la aplicación viene del coreano “안녕” que se lee como Annyeong, y traducido al español significa hola y adiós, se utilizó esta palabra con la intención que los usuarios de la aplicación puedan salir y regresar a sus hogares a salvo, y puedan decir a las personas que los esperan en casa las palabras hola y adiós, por lo que en el logotipo se ven dos manos entrelazadas.

Fig. 2. Logo de aplicación móvil Annyeong. Fuente: Elaboración Propia.



Se muestran a continuación la interfaz diseñada en el primer Sprint:

Fig. 3. Ventana de Home y de Inicio de Sesión. Fuente: Elaboración Propia.



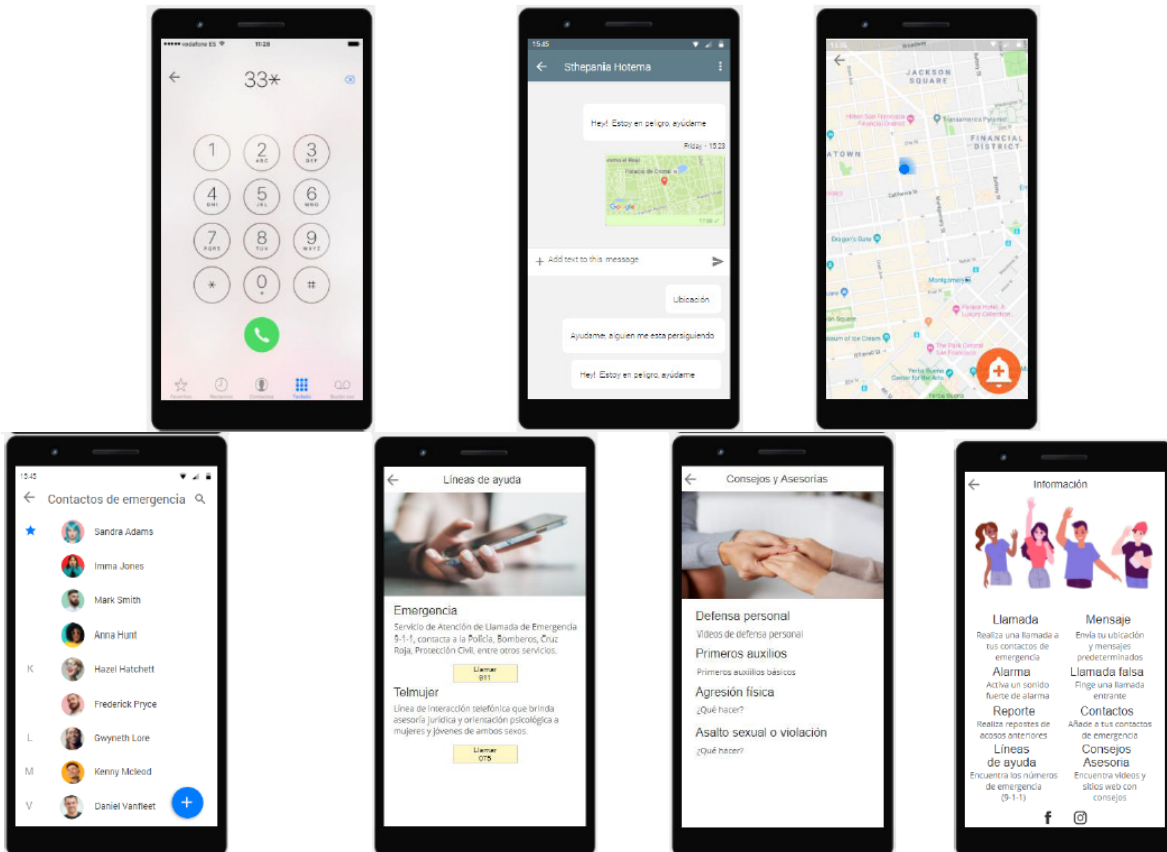
Fig. 4. Ventana Principal de Funciones. Fuente: Elaboración Propia.



Fig. 5. Ventana de Nuevo Registro. Fuente: Elaboración Propia.



Fig. 6. Interfaces de diferentes funciones. Fuente: Elaboración Propia.





Dentro de los resultados de esta investigación se encuentra el favorable apoyo en la suma a la cultura del prevención, sensibilización y disminución del acoso callejero, que presento la aplicación entre sus usuarios y la aceptación de esta.

#### IV. CONCLUSIONES

En este proyecto se propuso y realizó el prototipo de una aplicación móvil para prevenir el acoso sexual callejero que cualquier ser humano puede llegar a sufrir. Con la finalidad de ser de ayuda para las personas que sufren de este tipo de problemas se realizó el diseño de interfaces con los que cuenta la aplicación con las funciones necesarias para la prevención del acoso o situaciones de peligro.

En comparación con otras aplicaciones móviles que siguen el mismo objetivo, el prototipo cuenta con una alta gama de funciones que fueron solicitadas por los futuros usuarios, por lo tanto, se espera que en la aplicación continúa siendo desarrollada y utilizada para prevenir el acoso callejero.

#### V. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Comité del 22° Verano de la Ciencia Región Centro, por la oportunidad de participar, a la Universidad Autónoma de Coahuila, a las personas que aportaron sus ideas para el diseño de este prototipo.

#### REFERENCIAS

- [1] I. N. d. E. y. G. (INEGI), «Encuesta Nacional de Seguridad Pública Urbana (ENSU),» 2021.
- [2] Nations United, The World's Women 2015: Trends and Statistics., New York: Department of Economic and Social Affairs, Statistics Division., 2015, p. 159.
- [3] M. Revilla, «Global Press Journal International News, Reimagined,» Team, 2018.
- [4] L. J. Maya, «Aplicaciones para reportar la violencia digital hacia mujeres,» 2020.
- [5] L. A. Serrato Mares, R. Villegas Téllez y D. A. Torres Frausto, «APLICACIÓN MOVIL PARA EL CONTROL DE ASISTENCIA A EVENTOS APLICANDO TECNOLOGIA RFID,» JÓVENES EN LA CIENCIA. REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA, vol. 3, pp. 156-159, 2017.

# DESPACHO ÓPTIMO AMBIENTAL DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA: MINIMIZACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub> MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DE FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES

Ulises Galeana Padilla  
 Instituto Tecnológico Superior de Irapuato  
 Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.  
*LIS17110304@irapuato.tecnm.mx*

José Miguel García Guzmán  
 Instituto Tecnológico Superior de Irapuato  
 Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.  
*jose.gg@irapuato.tecnm.mx*

Resumen — En este trabajo se analiza el impacto que tiene la integración de las fuentes de energía renovables en la operación económica y ambiental de los sistemas de potencia (SEP). La función de emisiones de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) y los modelos de las fuentes de energía renovable se integran en una formulación de Flujos de Potencia Óptimos (FPO), esto para obtener un despacho económico y medioambiental que considera el impacto de este tipo de fuentes de energía. Diversos casos de estudio se realizan para visualizar el efecto que tiene la integración de las fuentes de energía renovable en la operación de los SEP. Los resultados obtenidos muestran que las fuentes renovables reducen el costo de generación y las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Palabras clave — Sistemas potencia, despacho óptimo medioambiental, fuentes de energía renovables.

Abstract — This paper analyzes the impact of the integration of renewable energy sources in the economic and environmental operation of power systems (EPS). The emissions function of Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) and the renewable energy sources models are integrated in an Optimal Power Flows (OPF) formulation, in order to obtain an economic and environmental dispatch that considers the impact of this type of energy sources. Several case studies are carried out to visualize the effect of the integration of renewable energy sources in the operation of the SEPs. The results obtained show that renewable sources reduce generation costs and CO<sub>2</sub> emissions.

Keywords — Electric power systems, environmental optimal dispatch, renewable energy sources.

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el cuidado del medio ambiente ha cobrado gran importancia en las actividades cotidianas y productivas de la sociedad alrededor del mundo. De modo que, en nuestros días es de gran importancia llevar a cabo tales actividades con la afectación mínima del medioambiente y garantizando la sustentabilidad ambiental. En los sistemas eléctricos de potencia (SEP) las centrales de generación termoeléctricas son una fuente de contaminación considerable, ya que emiten grandes cantidades de gases de efecto invernadero a la atmosfera. En este sentido, se realiza un estudio en el cual se reduce el impacto ambiental negativo que tienen las centrales de generación termoeléctricas a través de la reducción de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en el ambiente. El CO<sub>2</sub> es el gas contaminante que se considera en el estudio porque es el gas de efecto invernadero que se produce en mayor cantidad [1].

El análisis de Flujos de Potencia Óptimos (FPO) permite optimizar una función objetivo sujeta a distintas restricciones, con lo que se determina el estado óptimo de operación en estado estacionario del sistema eléctrico de potencia. Las funciones objetivo pueden considerar aspectos económicos, de seguridad o ambientales del sistema eléctrico [2].

La integración de fuentes de energía renovable en el sistema de generación de potencia activa ofrece energía limpia, de modo que, no emiten gases de efecto invernadero, por lo tanto, contribuyen a satisfacer la demanda eléctrica del SEP reduciendo la huella de carbono que producirían, si únicamente la demanda fuera satisfecha por centrales termoeléctricas.

De acuerdo al escenario antes descrito, en este trabajo se presenta un análisis del impacto que tiene la integración de los modelos de las fuentes de energía renovable en la operación económica y ambiental de los sistemas eléctricos de potencia.

## II. GENERACIÓN DE POTENCIA MEDIANTE FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

### A. Generación de potencia mediante energía eólica

En general, la energía eólica será producida por turbinas o molinos de viento. La energía cinética que existe en el aire en movimiento se convertirá en energía mecánica por la rotación de las palas del aerogenerador y en energía eléctrica por el generador eléctrico. La potencia disponible que es convertida por el aerogenerador es [3],

$$P_{Wind} = 0.5 \times \rho \times A \times v^3 \times C_p$$

Donde  $\rho$  es la densidad del viento con un valor de 1,221 kg/m<sup>3</sup>, A es el área de barrido de las aspas de la turbina de viento en m<sup>2</sup> y v es la velocidad del viento en m/s. El término CP es la constante de Betz o coeficiente de potencia, cuyo valor es igual a 59.3% [4].

### B. Generación de potencia mediante energía solar

La energía solar es una de las más abundantes en el planeta, no genera emisiones que contaminan el medio ambiente, requieren menos mantenimiento y su tiempo de duración es largo. Uno de los puntos importantes para la generación de energía solar es la radiación del sol, la cual es captada por un panel solar que se utiliza para convertir la radiación del sol en energía eléctrica. Una típica celda solar está formada por un diodo semiconductor de unión P-N [5], que trabaja con el principio del efecto fotovoltaico. Cuando la insolación solar es conocida, la potencia de salida generada por una planta solar PSolar puede ser calculada, en KW, cómo sigue [3],

$$P_{Solar} = PR \times GHI \times A_s \times \eta_{PV} \times S_z$$

Donde, PR es la relación de rendimiento, cuyo valor se encuentra entre 0.5 y 0.9, el valor por defecto es de 0.75, GHI es la irradiación global horizontal en kW/m<sup>2</sup>, AS es el área superficial del panel solar en m<sup>2</sup>, PV es

la eficiencia del panel solar cuyo valor es alrededor de 0.15 y SZ es el número de paneles solares que contiene la planta solar.

### III. FORMULACIÓN DE FPO MULTI-OBJETIVO CONSIDERANDO ENERGÍAS RENOVABLES

Las dos funciones a minimizar en el FPO multiobjetivo son el costo de generación de potencia activa y la de emisiones de CO<sub>2</sub>, las cuales se minimizan de forma simultánea. Enseguida se presentan los modelos matemáticos de la formulación de FPO que considera aspectos económicos y ambientales, incluyendo las fuentes de energía renovable.

#### A. Modelo matemático del problema de flujos de potencia óptimos multiobjetivo

La función global multiobjetivo a minimizar se expresa mediante la Ec. (3) como sigue [6, 7],

$$F_T(P_{g,i}) = w_c * F_C(P_{g,i}) - w_E * h * F_E(P_{g,i}) \quad (3)$$

En (3) FC es la función de costo de generación y FE la función de emisiones, las cuales se detallan explícitamente en [2]. Los términos wC y wE son los coeficientes de ponderación para las funciones costo y emisiones, en forma respectiva, mientras que el termino h es el factor de penalización que permite combinar ambas funciones objetivo en una función global.

$$h_i = \frac{F_{Ci}(P_{gi}^{max})/P_{gi}^{max}}{F_{Ei}(P_{gi}^{max})/P_{gi}^{max}}$$

Donde P<sub>gimax</sub> es la potencia máxima del generador i, de modo que las funciones FC<sub>i</sub> y FE<sub>i</sub> son evaluadas en este valor de la potencia generada en el i-ésimo generador.

#### 1) Restricciones de igualdad

Las restricciones de igualdad que permiten modelar el balance de potencia activa considerando las fuentes de energía renovables son dadas enseguida,

$$P_{g,k} + \sum_{i=1}^{Nw} P_{Wind,i} + \sum_{i=1}^{Ns} P_{Solar,i} - P_{D,k} - \sum_{m=1}^{Nb} P_{iny,k} = 0 \quad Q_{g,k} - Q_{D,k} - \sum_{m=1}^{Nb} Q_{iny,k} = 0 \quad (5)$$

Donde {P<sub>g,k</sub>, Q<sub>g,k</sub>}, {P<sub>D,k</sub>, Q<sub>D,k</sub>} y {P<sub>iny,k</sub>, Q<sub>iny,k</sub>} son la potencia activa y reactiva generada, demandada e inyectada en el nodo k, en forma respectiva. El término P<sub>Wind</sub> representa la potencia activa generada por las N<sub>w</sub> centrales eólicas y P<sub>solar</sub> es la potencia generada por las N<sub>s</sub> centrales fotovoltaicas.

#### 2) Restricciones de desigualdad al sistema eléctrico

Las restricciones de desigualdad modelan los límites físicos y operativos del sistema eléctrico, las cuales se modelan mediante las expresiones siguientes,

$$\begin{aligned} \delta_k^{\min} &< \delta_k < \delta_k^{\max} \\ V_k^{\min} &< V_k < V_k^{\max} \\ P_{g,i}^{\min} &< P_{g,i} < P_{g,i}^{\max} \\ Q_{g,i}^{\min} &< Q_{g,i} < Q_{g,i}^{\max} \\ P_{Wind} &= 0; \quad v_{nom} < v_{\min} \\ P_{Wind} &= 0.5 * \rho * A * v^3; \quad v_{\min} < v < v_{\max} \\ P_{Wind} &= P_r; \quad v > v_{\max} \\ P_{Solar} &= 0; \quad GHI < GHI_{\min} \\ P_{Solar} &= PR * \eta * A_s * S_z; \quad GHI > GHI_{\min} \end{aligned}$$

Las restricciones de desigualdad (10) y (11) corresponden a las fuentes de energía renovable [3]. La variable  $P_r$  es la potencia nominal del aerogenerador,  $v_{min}$  es la velocidad mínima del viento de 3.5 m/s y  $v_{max}$  es la velocidad máxima del viento de 20 m/s. Se debe mencionar que la velocidad nominal del viento es de 11 m/s. La variable  $G_{Hmin}$  es la irradiancia mínima del sol mínima cuyo valor es de 5.5 kW/m<sup>2</sup> [8].

#### IV. CASO DE ESTUDIO

En esta sección se presentan diversos casos de estudio que permiten analizar el efecto que tiene la integración de los modelos de la fuente de energía solar y eólica en las emisiones de CO<sub>2</sub> y en el costo de generación de potencia activa de un sistema eléctrico de potencia. En los casos de estudio se emplea el sistema eléctrico de potencia de 9 nodos [9], el cual consta de tres generadores, seis líneas de transmisión y tres transformadores. Los coeficientes de las funciones de costo y de emisiones de dióxido de carbono de las unidades de generación de este SEP se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Coeficientes de las funciones de costo y emisiones del SEP de 9 nodos.

Generador	a (\$/h)	b (\$/MW <sup>2</sup> h)	c (\$/MW <sup>2</sup> h)	d (lb/h)	e (lb/MW <sup>2</sup> h)	f (lb/MW <sup>2</sup> h)
1	140	2.0	0.0060	137.3701	-1.2488	0.0138
2	120	1.5	0.0075	137.3701	-1.2488	0.0138
3	80	1.8	0.0070	363.7048	0.8051	0.0077

Los límites de tensión utilizados en los casos de estudio presentados con este SEP son de 0.95 pu para los límites inferiores y de 1.05 pu para los superiores. Mientras que los valores iniciales de los ángulos de fase de tensión son de 0°. Los límites utilizados para la potencia activa y reactiva para el generador 1 son, en forma respectiva,  $0 \leq P_{G1} \leq 200$  MW y  $-100 \leq Q_{G1} \leq 150$  MVAR; para el generador 2 de  $0 \leq P_{G2} \leq 150$  MW y  $-100 \leq Q_{G2} \leq 300$  MVAR; y para el generador 3 de  $0 \leq P_{G3} \leq 100$  MW y  $-100 \leq Q_{G3} \leq 300$  MVAR.

Para analizar el comportamiento de la operación económica y ambiental de los sistemas eléctricos de potencia se realizan cuatro análisis de flujos de potencia óptimos multiobjetivo con el sistema de 9 nodos. En el primer análisis se obtiene la solución de FPO multiobjetivo sin considerar las fuentes de energía renovable; para el segundo análisis se añade una central de generación eólica en el nodo 7, la cual tiene una generación de 35.7250 MW de potencia activa. En el tercer análisis de FPO se incorpora una central de generación fotovoltaica en el nodo 9, que genera una potencia activa de 48.0942 MW, y finalmente, en el cuarto análisis se incluyen los dos tipos de centrales de generación con fuentes de energía renovable en los nodos antes mencionados. Es importante mencionar que en los análisis de FPO realizados se combina la función de costo y la función de emisiones en la función global con el mismo factor de peso, esto con la finalidad de analizar la operación del SEP dando la misma importancia al aspecto económico y ambiental. Un resumen de los resultados obtenidos de los cuatro análisis de FPO mencionados antes se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Resumen de resultados de los análisis e FPO multiobjetivo.

Parámetros	Sin $P_{wind}$ y $P_{solar}$	Con $P_{wind}$	Con $P_{solar}$	Con $P_{wind}$ y $P_{solar}$
$P_G$ (MW)	318.001	282.586	270.284	234.806
$Q_G$ (MVAR)	5.818	3.379	2.775	0.329
$P_{pérdidas}$ (MW)	3.001	3.311	3.378	3.625
$Q_{pérdidas}$ (MVAR)	-109.182	-111.620	-112.225	-114.671
Costo (\$/h)	1134.055	1024.099	987.661	885.517
Emisiones (lb/h)	845.603	778.677	757.324	702.705

A partir de los resultados mostrados en la Tabla 2, se puede observar que al añadir una fuente energía renovable al sistema eléctrico de potencia ocurre una disminución en el costo de generación debido a que se demanda menos potencia a los generadores para satisfacer la carga y las pérdidas de potencia activa en los elementos de transmisión. Lo mismo ocurre con las emisiones, al producir una menor cantidad de potencia mediante los generadores las emisiones de CO<sub>2</sub> tienden a disminuir, ya que estas dependen de la potencia generada por las centrales de generación termoeléctrica. En forma similar y de acuerdo con la Columna 4 de la tabla en mención, cuando se integran las dos formas de generación de potencia con las fuentes de energía renovable se presenta una disminución aún mayor en el costo de generación y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Por otro lado, con la inclusión de las fuentes de energía renovable se disminuye la generación y las pérdidas de potencia reactiva, lo cual se traduce en una mejora del perfil de tensión nodal del sistema de potencia. También se debe notar que las pérdidas de potencia activa son mayores al añadir fuentes de energía renovables al sistema de potencia.

## V. CONCLUSIONES

Un análisis del despacho óptimo ambiental, donde se minimizan las emisiones de CO<sub>2</sub> y el costo de generación de potencia activa mediante la integración de los modelos de la fuente de energía eólica y solar, se ha presentado. De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que al integrar los modelos de las fuentes de energía renovable se presenta una reducción en las emisiones de dióxido de carbono y en el costo de generación, por lo que, se mejora la operación económica y ambiental del SEP, a pesar del aumento de las pérdidas de potencia activa. De igual manera, se concluye que al integrar las fuentes de energía renovable se presenta una mejora en el perfil de tensión nodal del sistema a causa de una disminución de la generación y pérdidas de potencia reactiva

## REFERENCIAS

- [1] Oceana. (2008) “Gases de efecto invernadero”. [Online]. Disponible: <https://eu.oceada.org/es/>
- [2] D. Corona, H. Elizarraraz, J. A. Márquez y J. M. García, “Flujos de Potencia Óptimos multi-objetivo: Análisis de la operación de sistemas de potencia considerando las emisiones de CO<sub>2</sub>”, *Identidad Energética*, vol. 2, No. 1, Dic. 2019.
- [3] S. S. Mahaboob, S. V. Chintalapudi, S. Sirigiri, “Optimal Power Flow Solution in the Presence of Renewable Energy Sources”, *Iran J Sci Technol Trans Electr Eng*, vol. 45, pp. 61–79, March 2021.
- [4] T. Ackerman, *Wind Power in Power System*, 1st. Ed. New York: John Wiley & Sons Inc Print on, 2005.
- [5] M.R. Patel, *Wind and solar power systems: design, analysis, and operation*, 1st. Ed. New York: CRC Press, 1999.
- [6] P. S. Kulkarni, A. G. Kothari, and D. P. Kothari, “Combined Economic and Emission Dispatch Using Improved Backpropagation Neural Network,” *Electric Machines and Power Systems*, vol. 28, No. 1, pp. 31-44, Nov., 2010.
- [7] Y. Demirel and A. Demiroren, “Economic and minimum emission dispatch,” in *International Conference on Electrical and Electronics Engineering*, Bursa, Turkey, 2003, pp. 1-5, 2003.
- [8] Deloitte México. (2019) “En energía, México debe apuntar al sol”. [Online]. Disponible: <https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/dnoticias/articles/energia-solar-en-mexico.html>.
- [9] P. W. Sauer and M. A. Pai, “Power System Dynamics and Stability”, Champaign, Illinois, USA, Stipes Publishing L.L.C., 1997.



# MODULACIONES DE UN CONVERTIDOR CD-CA MULTINIVEL

Diana Geraldine Castañeda Rubalcaba

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Irapuato Carretera Irapuato-Silao km 12.5, El Copal, 36821 Irapuato, Guanajuato, México.

*gery.rubalcaba@gmail.com*

José Miguel Sosa Zúñiga

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Irapuato Carretera Irapuato-Silao km 12.5, El Copal, 36821 Irapuato, Guanajuato, México.

*jose.sz @ irapuato. tecnm.mx*

Resumen — Este documento presenta el diseño e implementación de diferentes modulaciones de ancho de pulso sinusoidales, con desplazamiento de nivel y de fase, para un convertidor de puente H en cascada de cinco niveles de voltaje. La implementación se realizó en la tarjeta de desarrollo FPGA Terasic DE0-Nano de donde se obtienen las señales

de conmutación del convertidor en lazo abierto, con tiempos muertos y con frecuencias de conmutación de 1 kHz y 16 kHz. Los resultados muestran la correcta generación de las señales de conmutación. Los FPGAs permiten la implementación de diferentes estrategias de conmutación para convertidores multinivel en lazo abierto en un rango amplio de frecuencias de conmutación.

Palabras clave — Inversor multinivel, SPWM, VHDL.

Abstract — This document presents the design and implementation of different sinusoidal pulse width modulations, with level and phase shiftings, for a five voltage level cascaded H-bridge converter. The implementation was carried out on the Terasic DE0-Nano FPGA development board from which the switching signals of the open-loop the converter are obtained with dead times and with switching frequencies of 1 kHz and 16 kHz. The results show the correct generation of the switching signals. FPGAs allow the implementation of different switching strategies for open-loop multilevel converters over a wide range of switching frequencies.

Keywords — Multilevel inverter, SPWM, VHDL.

## I. INTRODUCCIÓN

Los convertidores de electrónica de potencia de corriente directa a corriente alterna, llamados convertidores CD-CA o inversores, requieren una etapa encargada de la conmutación de los dispositivos semiconductores. En esta etapa se implementan diferentes técnicas de conmutación para generar un voltaje de salida del convertidor con ciertas características. Estas técnicas se implementan generalmente en sistemas embebidos como en microcontroladores. Sin embargo, su principal limitante es la ejecución secuencial de comandos, y esto puede ocasionar retardos que afecten al desempeño del convertidor. Una alternativa es usar una matriz de puertas lógicas programable en campo (FPGA), ya que su procesamiento es en paralelo, son reconfigurables y proporcionan una frecuencia de ejecución en el orden de los Mega Hertz (MHz) [1]. Este documento presenta el diseño de un circuito generador de las señales de conmutación que utiliza la técnica de modulación por ancho de pulso sinusoidal (SPWM) para un convertidor puente H en cascada de cinco niveles de voltaje. La técnica SPWM es el método que más se implementa en los convertidores CD-CA de alta o media potencia porque el voltaje de salida tiene menos distorsión armónica y por su fácil implementación. La técnica se basa en la comparación de una señal moduladora a baja frecuencia y una señal portadora triangular a alta frecuencia, que genera secuencias de pulsos para la conmutación de los interruptores en el convertidor. En la práctica los interruptores de un convertidor no son ideales y existen retardos de tiempo en su activación y desactivación por lo que se deben implementar tiempos muertos ya sea mediante hardware o software [2]. El diseño consideró tiempos muertos de  $5 \mu\text{s}$  para evitar cortocircuitos debido a la conmutación no ideal de los dispositivos semiconductores reales. Un parámetro significativo de la SPWM es el índice de modulación  $m \leq 1$  que se define como la relación entre las amplitudes de la señal moduladora y portadora. La SPWM se puede clasificar en técnicas con desplazamiento de nivel (LS-SPWM) y con desplazamiento de fase (PS-SPWM) [3], [4].

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Convertidor puente H en cascada

El convertidor puente H en cascada (CHB) está compuesto por la conexión en cascada de dos o más convertidores puente H y el voltaje de salida está determinado por la conmutación de los dispositivos semiconductores [5]. En la Fig. 1 a) se muestra el convertidor CHB de cinco niveles (5L-CHB) formado por los convertidores HB1 y HB2. Una apropiada secuencia de conmutación de los dispositivos semiconductores  $S$ ,  $\bar{S}$ ,  $S$  y  $112\bar{S}$  para el convertidor HB1 y  $S$ ,  $\bar{S}$ ,  $S$  y  $\bar{S}$  para el convertidor HB2, generan en cada 2 3344 convertidor tres niveles de voltaje diferentes  $+V$ ,  $0V$  y  $-V$ . El voltaje total del CHB es la  $DC DC$  suma de los voltajes de los convertidores HB1 y HB2 resultando en cinco diferentes niveles devoltajeenlasalida,  $+2V$ ,  $+V$ ,  $0V$ ,  $-V$  y  $-2V$ .

$DC DC DC DC$

### B. Técnica de modulación por ancho de pulso sinusoidal con desplazamiento de nivel (LS-SPWM)

La técnica de modulación LS-SPWM se caracteriza por tener  $N - 1$  señales portadoras triangulares de amplitudes iguales  $2/(N - 1)$ , desplazadas vertical y uniformemente en el intervalo de amplitud  $[-1, 1]$ , donde  $N$  representa el número de niveles de voltaje. La frecuencia de las portadoras es la misma y determinará la frecuencia de conmutación del convertidor. La señal moduladora es una sinusoidal centrada en cero y de amplitud pico en el intervalo  $[0, 1]$ . La frecuencia de la señal moduladora será la frecuencia fundamental del voltaje de salida. La técnica compara la señal moduladora con las señales portadoras para generar una secuencia de conmutación por cada señal portadora. La modulación LS-SPWM puede a su vez dividirse en tres, por disposición de fase (PD), por disposición de oposición de fase (POD) y por disposición de oposición de fase alternada (APOD). En la técnica PD todas las señales portadoras están en fase. En la técnica POD las señales portadoras por encima del eje cero están en fase entre ellas, pero en oposición, es decir, con fase desplazada  $180^\circ$ , con respecto a las que están

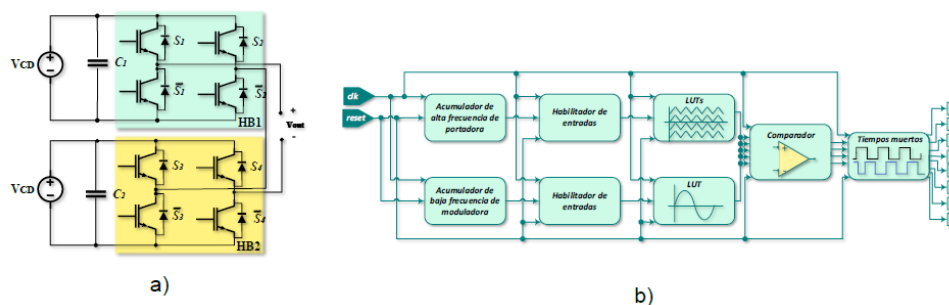
por debajo de cero. En la técnica APOD las señales portadoras tienen un desplazamiento de fase de  $180^\circ$  entre portadoras consecutivas [6], [7], [8].

### C. Técnica de modulación por ancho de pulso sinusoidal con desplazamiento de fase (PS-SPWM)

La técnica de modulación PS-SPWM utiliza la comparación de una señal moduladora con  $N - 1$  portadoras triangulares que tienen su fase desplazada entre sí, generando una secuencia de conmutación por cada señal portadora [5]. La señal moduladora es una sinusoidal centrada en cero, de amplitud pico en el intervalo  $[0, 1]$  y su frecuencia determina la frecuencia fundamental del voltaje de salida. Las señales portadoras tienen amplitudes picos unitarias y valores promedios cero y están desplazadas consecutivamente un ángulo de  $360^\circ/(N - 1)$ , donde  $N$  representa el número de niveles de voltaje [8].

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

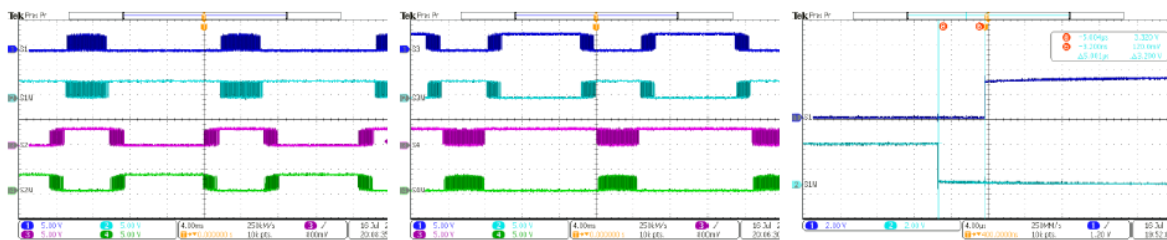
En la Fig. 1 b) se muestra un diagrama a bloques del circuito propuesto para el desarrollo de la modulación PD, diseñado con el software Quartus II. El circuito consta de cinco etapas sincronizadas a partir de dos entradas de un bit: un reloj (clk) y una señal de reinicio (reset). En la primera etapa se encuentran dos acumuladores de frecuencia cuyas salidas son trenes de pulsos de diferentes frecuencias que permiten generar las señales portadoras y moduladora. Su funcionamiento radica en la generación de una frecuencia de referencia  $F = F / (2M F) - 2$ , donde  $F$  denota la frecuencia deseada,  $F$  la frecuencia de *ref FPGA w w FPGA* reloj del FPGA y  $M$  el número de bits de resolución [9], [2]. En seguida se encuentran los habilitadores de entradas cuyas salidas son todos los valores en el rango 0000h y FFFFh que se generan a partir de un contador de 16 bits. Los bloques de la tercera etapa generan las señales portadoras y moduladora a través de tablas de valores LUTs indexadas por los habilitadores de entradas. Las LUTs contienen valores discretizados para el argumento y su correspondiente valor de la función, en un periodo de cada señal, descritos en VHDL. Las LUTs se crearon usando MATLAB mediante el cálculo del valor normalizado de las funciones seno y triangular, con 256 valores para el argumento en el intervalo de  $[0, 2\pi]$  y con una resolución de 16 bits en el formato  $2QN$ ; dos bits son para el entero y el signo, y los catorce bits restantes son de valores decimales [9]. En la creación de las LUTs se especifican la amplitud, fase y offset de las funciones, lo que genera una LUT para la señal moduladora y cuatro LUTs para las señales portadoras. La cuarta etapa es un comparador que, a partir de condicionales, compara la amplitud de las cinco señales y genera las cuatro señales de conmutación para los semiconductores  $S1$ ,  $S2$ ,  $S3$  y  $S4$  en la Fig. 1 a). La última etapa se encarga de generar los tiempos muertos de  $5\ \mu s$  a través de operaciones lógicas y retardos. Las salidas de la etapa de tiempos muertos son las señales de conmutación de todos los semiconductores en el convertidor de la Fig. 1 a). En este diseño se incluyen tiempos muertos como una medida de seguridad para evitar el solapamiento de los tiempos de conducción. El diagrama de la Fig. 1 b) sirve de referencia para la implementación de cada una de las técnicas POD, APOD y PS. Las diferencias están en la etapa tres y corresponden a las diferentes LUTs de las señales portadoras para cada una de las técnicas. Las LUTs se diseñan según las características de las señales portadoras descritas previamente.



#### IV. RESULTADOS

El diseño del circuito se implementó en la tarjeta de desarrollo Terasic DE0-Nano. Los resultados se obtuvieron con dos diferentes frecuencias de conmutación, 1 kHz y 16 kHz, con tiempos muertos de 5  $\mu$ s, en donde se estableció el índice de modulación en 0.8. Los oscilogramas de las Fig. 2 a Fig. 5 muestran los resultados de cada modulación para la frecuencia de conmutación de 16 kHz.

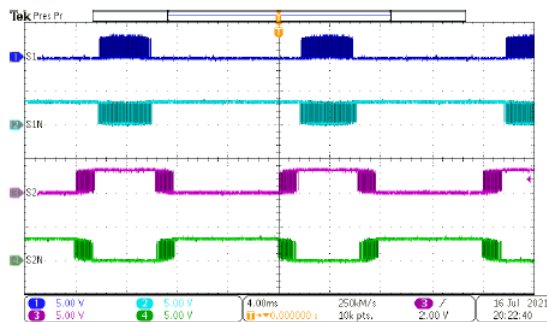
La Fig. 2 corresponde a la modulación PD. En los incisos a), b) de dicha figura se muestran las señales de conmutación de los semiconductores del convertidor HB1 y HB2, respectivamente. La Fig. 2 c) muestra un acercamiento de las señales de conmutación de  $S$  y  $\bar{S}$  que hace posible observar el tiempo muerto de 5  $\mu$ s. Para las modulaciones POD, 11 APOD y PS los resultados se encuentran en la Fig. 3 a Fig. 5. Las gráficas correspondientes al inciso a) de dichas gráficas corresponden a las señales de conmutación de los semiconductores del convertidor HB1 mientras que las gráficas del inciso b) muestran las señales de conmutación para el convertidor HB2.



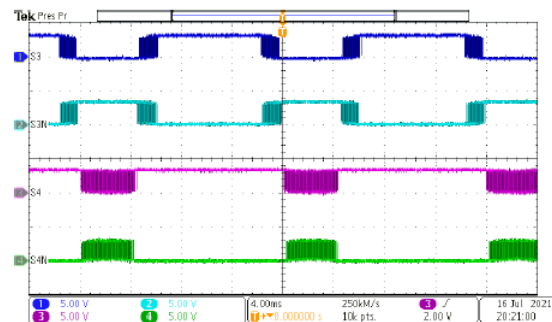
a)

b)

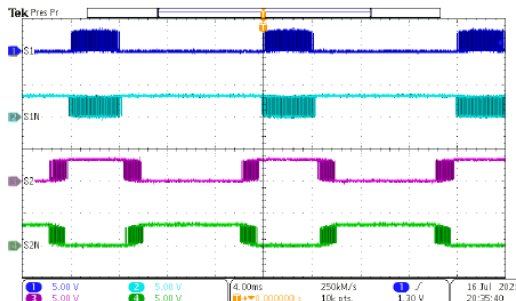
c)



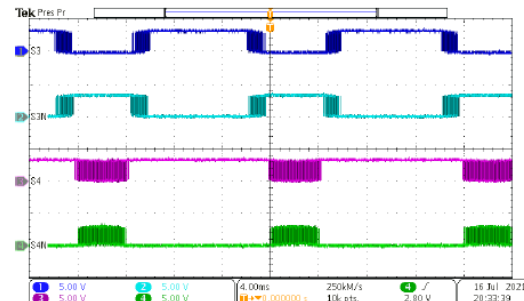
a)



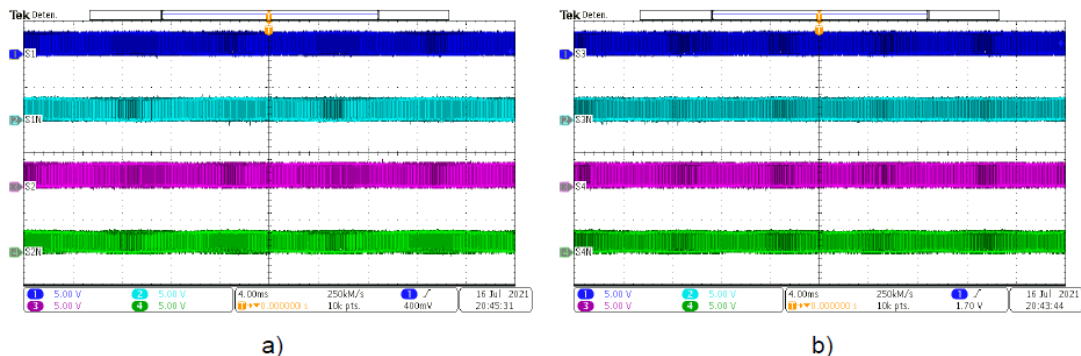
b)



a)



b)



## V. CONCLUSIONES

Este documento presenta la implementación en un FPGA de un circuito generador de diferentes estrategias de conmutación basadas en la modulación por ancho de pulso sinusoidal, para un convertidor puente H en cascada. El uso de la FPGA permitió el diseño e implementación de manera rápida y flexible, lo que brinda una alternativa eficiente y capaz de ser implementada para la operación en lazo abierto de convertidores con mayor número de niveles de voltaje y diferentes estrategias de conmutación. Un diseño de lazo cerrado podría basarse en el diseño presentado, pero usando una señal moduladora que es el resultado de la acción de un controlador.

## VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a Instituto Tecnológico Superior de Irapuato y a los coordinadores del 23° Verano de la Ciencia de la Región Centro por el apoyo otorgado, al profesor J. Sacramento Solorzano Lujano por gestionar el ingreso al Laboratorio de Electrónica de Potencia y principalmente al profesor José Miguel Sosa Zúñiga.

## REFERENCIAS

- [1] B. D. Chavarría, F. D. Chavarría, I. J. Jiménez, L. F. Alvarez. “Desarrollo y programación de señales de conmutación para un inversor trifásico basadas en técnicas SPWM e implementadas en una FPGA”. *Revista de Tecnología Informática* Vol. 3, no. 8, pp. 17-23. 2019.
- [2] G. D. Velázquez “Implementación digital en FPGA de modulaciones SPWM para un inversor monofásico puente H” Tesis de grado de licenciatura. Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. Irapuato, Gto. 2015.
- [3] A. Belkheiri, M. Belkheiri, S. Aoughellanet and A. Rabhi, “FPGA implementation of configurable three-phase SPWM module,” *CCCA12*, 2012, pp. 1-5.
- [4] B. A. Valdez, A. J. Aguayo. “FPGA-Based Digital Implementation of PWM Technique for Cascaded Multi-level Inverter” 2020, *Ingeniería Investigación y Tecnología volumen XXI*, pp. 1-9.
- [5] J. Rodriguez, S. Bernet, B. Wu, J. O. Pontt and S. Kouro, “Multilevel Voltage-Source-Converter Topologies for Industrial Medium-Voltage Drives,” in *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 54, no. 6, pp. 2930-2945, Dec. 2007.
- [6] E. H. E. Aboadla et al., “A comparative study between SPWM and SHE-PWM modulation techniques for DC-AC inverters,” 2017 *IEEE 3rd International Conference on Engineering Technologies and Social Sciences (ICETSS)*, 2017, pp. 1-5.
- [7] L. G. Franquelo, J. Rodriguez, J. I. Leon, S. Kouro, R. Portillo and M. A. M. Prats, “The age of multilevel

- converters arrives,” in IEEE Industrial Electronics Magazine, vol. 2, no. 2, pp. 28-39, June 2008.
- [8] R. Bekhouche, F. Khoucha, A. Benrabah, K. Benmansour and M. E. H. Benbouzid, “Comparison of PWM Techniques for Modular Multilevel Converter: A Comparison Based on Different Voltage Level Waveforms,” 2020 1st International Conference on Communications, Control Systems and Signal Processing (CCSSP), 2020, pp. 460-465.
- [9] R. de J. R. Troncoso, “Electrónica digital y lógica programable” Primera edición. México: Universidad de Guanajuato, 2007.
- [10] DE0-Nano, User manual. Obtenido de: <https://www.terasic.com.tw/cgi-bin/page/archive.pl?Language=English&No=593&PartNo=4>



## ANÁLISIS DE CARGA DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO.

Heber Isidro Morales Lugo

Universidad Politécnica de Querétaro

Ingeniería Mecatrónica

Carretera Estatal 420 s/n C.P. 76240, El Rosario, Querétaro, Qro.

*019030419@upq.edu.mx*

Brenda Santa Dublan Barragán

Universidad Politécnica de Querétaro

Ingeniería Mecatrónica

Carretera Estatal 420 s/n C.P. 76240, El Rosario, Querétaro, Qro.

*brenda.dublan@upq.mx*

Resumen — En este trabajo se demuestra el análisis de carga de un vehículo eléctrico teniendo como base los modelos de carga convencionales existentes, así como los efectos obtenidos debido al gasto mínimo de batería durante la carga. Del mismo modo, se planteó el modelo matemático, con un valor de tensión de entrada, para obtener un valor de corriente en la salida que brinde información del comportamiento del motor deseado. Todo llevado a cabo mediante la implementación de funciones análogas ajustadas a los modelos existentes de carga, así como la aplicación de las leyes de voltaje en circuitos eléctricos conocidas dando como resultado modelos de fácil comprensión para una persona que desee experimentar con los parámetros de los sistemas de manera práctica.

Palabras clave — Sistema de carga, modelo matemático, voltaje, Simulink, Vensim.

Abstract — In this work, the load analysis of an electric vehicle is carried out based on the existing conventional charging models, as well as the effects obtained due to the minimum battery consumption during charging. In the same way, the mathematical model was proposed, with an input voltage value, to obtain a current value at the output that provides information on the behavior of the desired motor. All carried out through the implementation of analogous functions adjusted to existing load models, as well as the application of voltage laws in known electrical circuits, resulting in models that are easy to understand for a person who wishes to experiment with the parameters of the systems. in a practical way.

Keywords — Charging system, mathematical model, voltage, Simulink, Vensim.

## I. INTRODUCCIÓN

A finales del siglo XIX y a inicios del siglo XX, se definió por completo la segunda revolución industrial siendo el surgimiento de la industria automotriz lo que complementó a dicho evento. Las principales características que presentó esta revolución se centran en el establecimiento de la producción en serie, siendo implementado por primera vez a nivel industrial por Henry Ford en la producción del Modelo Ford T. Con base a ello, se logró obtener una gran producción de vehículos en menores tiempos. No solo se logró satisfacer la demanda existente de vehículos, sino que también se incrementó debido a que ahora un vehículo costaba menos producirlo con el modelo de producción en serie. [1 - 2]

Es necesario mencionar que el primer vehículo eléctrico apareció en 1889, ¡El vehículo eléctrico era la alternativa para dejar atrás la movilidad impulsada por animales! Sin embargo, al mismo tiempo apareció el vehículo de motor de combustión interna, siendo el inicio de la producción en serie la que dejó atrás las investigaciones sobre el vehículo eléctrico debido a la baja autonomía relativa que presentaban. A pesar de ello, jamás se dejó completamente en el olvido las investigaciones sobre los vehículos eléctricos, habiendo logrado grandes avances hasta la fecha del día de hoy. [3-4]

Indudablemente, el mayor problema de los vehículos eléctricos era la autonomía en kilometraje respecto a la capacidad y recarga de la propia batería, hoy en día esto es una realidad. En este trabajo se abordará un análisis de la carga de batería de un vehículo eléctrico en función de un modelo de carga ideal para un vehículo eléctrico, así como la consideración de un modelo matemático que defina el comportamiento de la corriente demandada por el motor dado su voltaje de entrada.

## II. MARCO TEÓRICO

Diagrama de carga.

El diagrama de carga que usan la gran mayoría de cargadores de baterías se muestra en la figura 1. A continuación. El modelo de carga típico de una batería no es lineal, se suele tener diferentes fases (en este caso 3) con un comportamiento exponencial.

## III. METODOLOGÍA

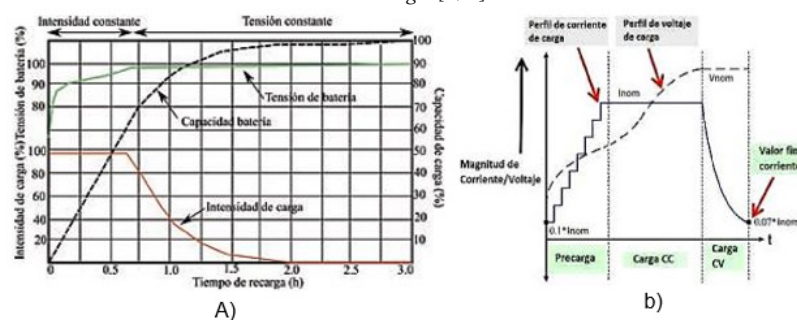
Tomando el modelo de carga de la figura 1 como referencia:

Se establece una función matemática que sea análoga al modelo de carga establecido obteniendo un comportamiento exponencial, por tanto se hará uso de un software de graficación en línea. La función (Ec. (1)) para usar se muestra a continuación:

$$f(x) = (-100 * e^{-2x}) + 100 \quad (1)$$

Ahora se usará Excel para la obtención de valores con una razón de cambio de 0.2 como se muestra en la Tabla 1.

Figura 1. A) modelo de carga de batería con comportamiento exponencial en un tiempo de 3 horas. B) Segmentación por fases o etapas de los sistemas de carga. [5, 6]



Una vez teniendo el software Vensim instalado en la computadora, se abre para dar paso a interactuar con la Interfaz de usuario, en donde primero se seleccionará la opción de File > New Model. Y se abrirá un menú de opciones y parámetros, los cuales se deberán modificar como se muestra a continuación en la figura 2.

Posterior a ello se seleccionará la opción Stock Tool ubicada en la barra de herramientas superior y se coloca dentro del área de trabajo nombrando a la variable como BATERÍA. Y de manera análoga se hará lo mismo, pero se nombrará la nueva variable como MOTOR. Y se unirán mediante el uso de Arrow Tool. Ver figura 3. Ahora se colocarán 3 recuadros de la función de Variable Tool donde 1 deberá llamarse “Gasto durante la carga” y debe ser de tipo constante con un valor de 0. La siguiente variable se llamará “CARGA” y debe ser de tipo auxiliar normal, y, por último, debe haber otra variable llamada “TIPO DE CARGA” de tipo Auxiliar With Lookup. Ver figura 4.

Dentro del cuadro de edición de la variable “TIPO DE CARGA” se dará click en la opción As Graph, y se seleccionará la opción Show Table en la ventana emergente que aparecerá. Al mostrarse la tabla en la parte izquierda se procederá a vaciar los datos obtenidos con la tabla de Excel dependiendo la razón de cambio que se haya seguido como se muestra a continuación. (Ver figura 5.)

Ahora se procede a editar de la misma manera las demás variables, empezando por dándole un valor constante igual a cero a la variable “Gasto durante la carga” en el espacio de edición Equations. Así mismo, en la variable “CARGA” se hará uso del cuadro de edición Equations para establecer la siguiente operación: “TIPO DE CARGA-Gasto durante la carga” quedando de la siguiente forma como se muestra en la figura 6.

Figura 2. Configuración del modelo.

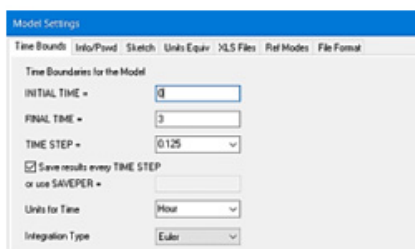


Figura 3. Variables de Bateria y motor.



Tabla 1. Tabulación de valores de salida de la función dada la razón de cambio de 0.2.

Tiempo	Carga=	100 * e <sup>0.2x</sup> - 100
0	Carga=	0
0.2	Carga=	32.9679954
0.4	Carga=	55.06710359
0.6	Carga=	69.88057881
0.8	Carga=	79.8103482
1	Carga=	86.46647168
1.2	Carga=	90.92820467
1.4	Carga=	93.91899374
1.6	Carga=	95.9237796
1.8	Carga=	97.26762776
2	Carga=	98.16843611
2.2	Carga=	98.77226601
2.4	Carga=	99.1770253
2.6	Carga=	99.44834356
2.8	Carga=	99.63021363
3	Carga=	99.75212478

Figura 4. Edición de variable.

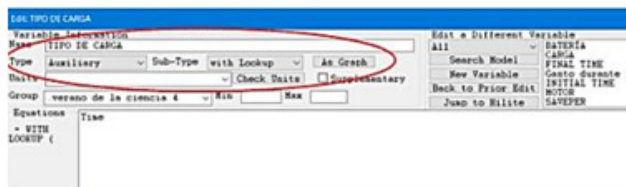


Figura 5. Inserción de los datos a la tabla.

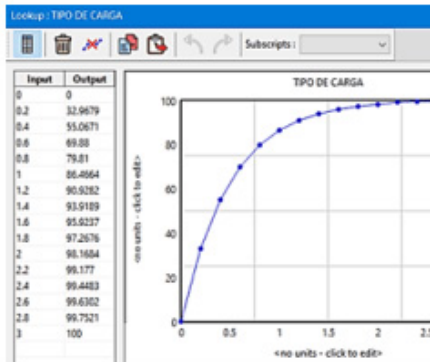


Figura 6. Configuración de la variable CARGA.

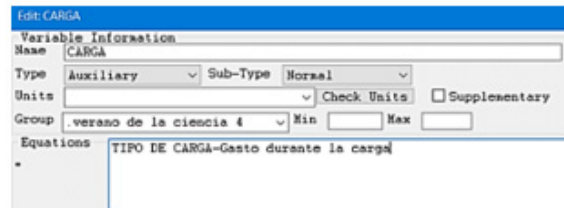
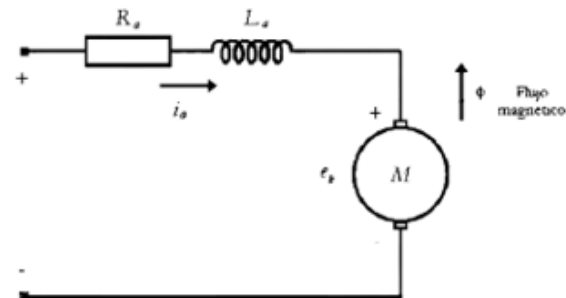
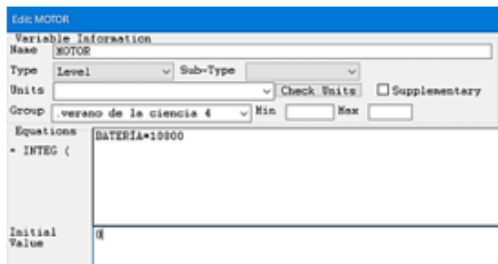


Figura 7. Configuración de la variable MOTOR.

Figura 8. Circuito equivalente por fase del motor de inducción trifásico.



Por último, se editará la variable con el nombre de MOTOR como se muestra en la figura 7.

Se estará usando la función de carga obtenida en la BATERÍA para multiplicarlo por un factor de 10800 definido en función de la siguiente conversión:

$$3 \text{ horas} \times (3600 \text{ segundos}) / (1 \text{ hora}) = 10800 \text{ segundos}$$

Posterior a ello, se tiene el modelo matemático del consumo de corriente del motor de inducción. Para eso se tomó en consideración el análisis mediante la ley de Kirchhoff del circuito equivalente del motor. Ver figura 8. Donde; L es la inductancia;  $di/dt$ , Diferencial de corriente; R, resistencia;  $i(t)$ , corriente;  $e(t)$ , fuerza electromotriz;  $e(t) = K \cdot \Omega(t)$ , donde  $\Omega(t)$ , es la velocidad del motor y  $\Omega(t) = (1 - e^{-t})$ .

$$v(t) = L \cdot di/dt + R \cdot i(t) + e(t) \quad (2)$$

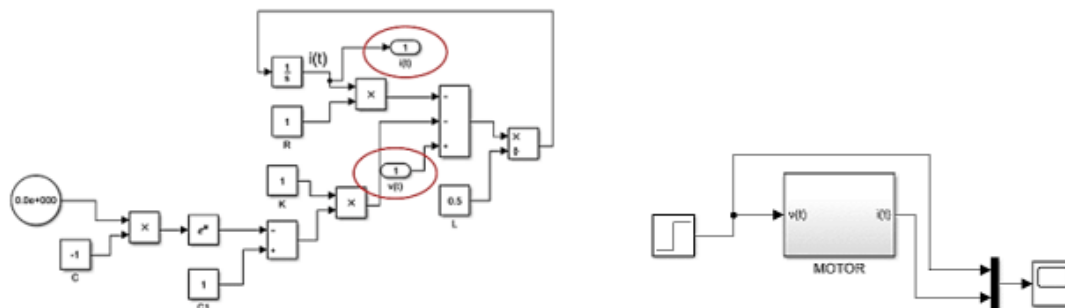
$\therefore$

$$di/dt = (v(t) - R \cdot i(t) - K \cdot (1 - e^{-t})) / L \quad (3)$$

Con base a la ecuación anterior, se definió el modelo matemático en Simulink para la obtención del valor de la corriente en función del tiempo y los parámetros constantes establecidos (figura 9.).

Posteriormente, se agrupó todo ese sistema para dar paso a la obtención de un bloque de funciones que tiene como parámetro de entrada el voltaje y una salida expresada en términos de corriente. (Figura 10.)

Figura 9. Modelo matemático elaborado en Simulink. De rojo se encierran las tomas de salida y entrada para convertir el modelo en un bloque de funciones



### III. RESULTADOS

Vensim.

Se obtuvieron las gráficas del comportamiento de la carga de la batería en función del modelo de carga seleccionado. Debido a que usualmente el gasto durante la carga de la batería es mínimo, las afectaciones son casi imperceptibles. Por otra parte, se tiene un modelo lineal del incremento en el desplazamiento angular del rotor del motor. Ver figura 11.

Figura 11. Gráficas de las variables principales del sistema de carga.

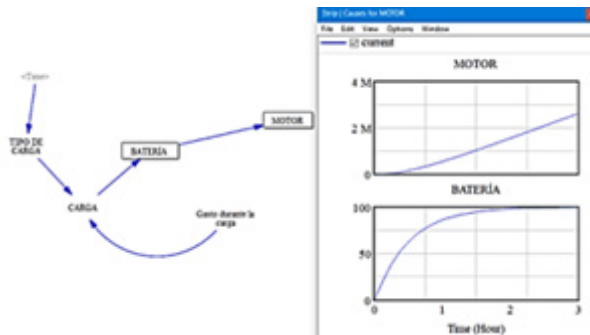
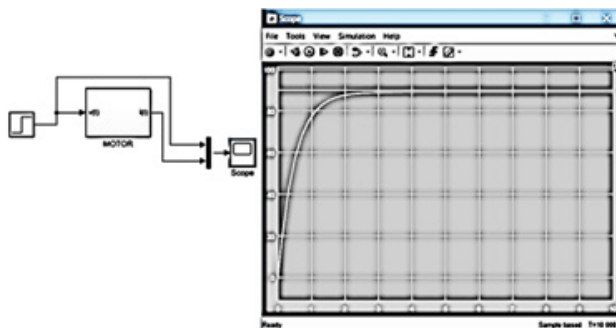


Figura 12. Gráfica de consumo de corriente en función de los parámetros del motor.



La batería expresa una carga total del 100% en un tiempo de 3 horas, mientras que el motor tiene un desplazamiento de casi 2.5 Millones de radianes durante esas 3 horas, lo cual, mediante conversiones, se puede obtener un aproximado de:

$$(2.5 \times 10^6 \text{ radianes}) / (3 \text{ horas}) \times (1 \text{ rev}) / (2\pi \text{ radianes}) \times (1 \text{ hora}) / (60 \text{ min}) = 2,210.48 \text{ RPM}$$

Simulink.

La gráfica de consumo de corriente por parte del motor en función de los parámetros del circuito equivalente según el tipo de motor a usar, así como el voltaje de entrada inducido por fase dan como resultado un comportamiento lineal en la mayor parte del tiempo analizado. Véase figura 12. Al jugar con los parámetros configurables, se obtiene que el comportamiento sigue siendo exponencial, sin embargo, la demanda de intensidad tardará en alcanzar el valor máximo.

#### IV. CONCLUSIONES

En este trabajo se logró establecer un sistema dinámico para el análisis del modelo de carga para una batería del vehículo eléctrico con ayuda del software Vensim, dando las bases para establecer nuevas condiciones dependiendo de las características para un sistema en particular. Así mismo, se logró determinar el modelo matemático del circuito equivalente por fase del motor eléctrico a usar mediante la herramienta Simulink, permitiendo tener una interacción con los datos de entrada, así como los parámetros de ajuste del motor. Así, se promueve la interacción didáctica en este tipo de modelos a fin de facilitar el análisis, la comprensión y el razonamiento mediante el movimiento de las variables de estado.

#### V. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi impoluto agradecimiento a la Universidad Politécnica de Querétaro, así como al Verano de la Ciencia Regional, por brindar las facilidades y apoyos para la realización de la estancia. A la maestra Brenda Dublan por todo el apoyo y confianza durante el periodo de la estancia.

#### REFERENCIAS

- González, I., 2021. Revolución Industrial: Aprendiendo a Evolucionar. [online] Predictiva21. Available at: <https://predictiva21.com/revolucion-industrial-mexico/>.
- González Martínez, J., 2003. La producción en serie y la producción flexible. México, D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, pp.19 - 20.
- Hyundai.com. 2021. El primer coche eléctrico. [online] Available at: <https://www.hyundai.com/es/zonaeco/eco-drive/tendencias/primer-coche-electrico>.
- Circutor.es. 2021. El coche eléctrico, el transporte del futuro. [online] Available at: <http://circutor.es/es/formacion/vehiculo-electrico/el-coche-electrico-el-transporte-del-futuro>.
- G. Patricia, Principios Básicos del Vehículo Eléctrico. [Grado de Ingeniería]. Universidad de Valladolid, Valladolid, Es, 2019.
- Irurueta A. Lima J. Moreno N. Modelado y simulación de Baterías en Auto Eléctricos. [Grado de Ingeniería]. Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.



## NORMATIVIDAD DEL USO DE AGUA RESIDUAL

Edith Karina Pérez Lara

Tecnológico Nacional de México / ITS de

Purísima del Rincón

División de Ingeniería Industrial

Blvd. del Valle No. 2301, Guardarrayas, C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto

*lrs17110235@purisima.tecnm.mx*

Nayeli Montalvo Romero

Tecnológico Nacional de México / ITS de

Purísima del Rincón

División de Ingeniería Industrial

Blvd. del Valle No. 2301, Guardarrayas, C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.

*nayeli.mr@purisima.tecnm.mx*

Resumen — El agua contaminada trae consigo efectos negativos como enfermedades, escasez de alimentos degradación de los ecosistemas, alteraciones en el ciclo hidrológico entre otras, la situación grave es que el agua disponible para el consumo humano es poca. En esta investigación se analizó, sintetizó y se caracterizó el agua residual junto con las Normas Mexicanas que hay sobre el agua residual, se buscó en fuentes confiables para asegurar brindar información segura. Las normas son suficientes, aunque se debe de dar a conocer a todos los agricultores. Una manera de ayudar al medio ambiente es reusando el agua que tenemos en casa en otras palabras el agua residual doméstica, una vez conociendo los parámetros para su reuso correcto.

Palabras clave — Agua residual, agua contaminada, normas mexicanas.

Abstract — Contaminated water brings with it negative effects such as diseases, food shortages, degradation of ecosystems, alterations in the hydrological cycle, among others, the

serious situation is that the water available for human consumption is little. In this investigation, the wastewater was analyzed, synthesized and characterized along with the Mexican Standards on wastewater, it was sought from reliable sources to ensure safe information is provided. The standards are sufficient, although they must be made known to all farmers. One way to help the environment is by reusing the water that we have at home in other words, domestic wastewater, once the parameters for its correct reuse are known.

Keywords — Waste water, contaminated water, Mexican standards.

## I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación es en torno a la insuficiencia de alimentos, a la contaminación y escases del agua dos temas importantes de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la agenda 2030. La escasez de alimentos es un problema mundial que requiere solución ya que ha ido aumentando en los últimos años, según la ONU las estimaciones actuales indican que cerca de 690 millones de personas en el mundo padecen hambre, es decir, el 8.9 por ciento de la población mundial si a esto le sumamos que hay alimentos, pero no son saludables para mantener una alimentación balanceada se vuelve difícil de atender, otro problema que requiere solución es que el recurso más importante del planeta “el agua” se ha ido acabando o contaminando gracias al desperdicio, al mal uso de las empresas como son industrias de cuero y textiles, a la sobreexplotación de mantos acuíferos, con la escases del agua limpia los agricultores optan por reusar el agua residual para el cultivo ya sean aguas negras o aguas grises las cuales no son analizadas a pesar de los índices contaminantes que suele tener el agua residual [1-2].

El crecimiento poblacional junto con la migración y la urbanización, aumenta el consumo del agua, crece en actividades como producción agrícola para tratar de abastecer de alimentos a la población, uso doméstico, industria entre otros, los efectos ambientales son que causan es la contaminación del agua, salinización del suelo, degradación de los ecosistemas, alteraciones en el ciclo hidrológico; puesto que hay evidencia indicando que las aguas residuales y los residuos sólidos no tratados con frecuencia transmiten enfermedades [3]. Esta investigación tiene como objetivo saber cuáles son las normas que regulan el uso de agua residual en el cultivo, cuáles son los parámetros que deben tener dicha agua.

## II. MARCO TEÓRICO

El agua es el recurso más importante de la humanidad sin el agua, la vida en el planeta no existiría, con ella se originó la vida y aún en nuestros días se sigue dependiendo de ella, el agua está compuesta por la combinación de dos átomos de hidrogeno y un átomo de oxígeno, inodora sin sabor, incolora sin color y liquida en temperatura ambiente, recurso limitado constituyente de todos los organismos vivos todas las células dependen de ella tanto animales como vegetales tan solo el cuerpo humano se compone 70% de agua en promedio [2].

El agua disponible para ser usada por el hombre representa el 0.001% del agua estimada del planeta y equivale a entre 9000 y 14000 km<sup>3</sup> al año, pero solo en algunas zonas, en México hay carencia de agua potable como es en el Valle de México [4]. Por lo que, la agricultura es el sector económico de mayor consumo de agua, ya que su gasto alcanza alrededor del 70% del agua total utilizada en el mundo. Las aguas contaminadas y la falta de saneamiento básico obstaculizan la erradicación de la pobreza extrema y de las enfermedades en los países más pobres según la ONU.

Las aguas residuales domésticas son aquellas que se obtienen de una casa-habitación después de que el agua potable es usada en actividades domésticas como la limpieza del hogar, cocina, sanitarios, preparación de alimentos entre otras. Las aguas residuales domesticas contienen materia orgánica como son proteínas, carbohidratos y lípidos provenientes de la cocina del hogar, también contienen materia inorgánica como lo son compuestos químicos como detergentes nitrógeno, fosforo, plomo, cobre entre otros.

Las aguas residuales domesticas se clasifican en dos aguas grises y aguas negras: las primeras son aguas provenientes de la cocina en la preparación de alimentos, lavado de utensilios, en el uso de la lavadora para lavar ropa, el uso de la ducha, entre otros. Las aguas grises se diferencian de las aguas negras por no tener bacterias fecales como *Escherichia coli* (E-Coli). Por otro lado, las aguas negras provienen directamente del excusado se alimentan de materia orgánica muerta generando descomposición y posteriormente aparición de malos olores y apariencia física objetable [6].

Por muchos años el agua residual doméstica ha sido utilizada para el riego agrícola, aunque no es analizada se sigue usando, esto representa un riesgo para la salud pues constituyen una significativa fuente de agentes patógenos como virus, bacterias, protozoarios y helmintos que causan infecciones gastrointestinales en los seres humanos.

Las aguas residuales tratadas representan un potencial de aprovechamiento principalmente en regiones con escasez de agua, pero estas deben tener al menos un análisis para poder determinar si son aptas o no para su reuso en los cultivos para eso hay instituciones que regulan los parámetros con normas como son: la Comisión Nacional del Agua, a través del Comité Técnico de Normalización Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales (COTEMARNAT); es la encargada de la elaboración de las Normas Mexicanas en materia de Análisis de Agua para aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas, lo anterior para fomentar el uso sustentable del agua y la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento [7].

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente estudio se realizó una búsqueda documental no experimental que consta de tres etapas, en las cuales se determinó la importancia de conocer la normatividad para el uso de agua reciclada, específicamente en el cultivo.

a) Etapa de análisis: En esta primera etapa se examinó los principales problemas los cuales son el mal uso del agua lo que lleva a su contaminación, una vez en agua contaminada en algunos lugares de México se usa en los cultivos, la primera búsqueda de información que se buscó en libros en línea la descripción y composición del agua, así como la importancia que tiene en los seres vivos esta información, posteriormente se buscó la escasez de agua en el país, esta búsqueda se realizó en Google encontrado en la página de Greenpeace México. También se realizó una búsqueda en la página oficial de la ONU debido a que se quería conocer más a fondo sobre la escasez de alimentos y contaminación del agua.

b) Etapa de caracterización: Para esta etapa se realizó la búsqueda de la caracterización del agua residual doméstica.

c) Etapa de normatividad: En esta última etapa se buscó información en Google en páginas oficiales como es la página del Gobierno de México y en documentos oficiales de México, la información de la investigación fue adquirida solo de México ya que se quieren conocer los parámetros tanto nacionales como regionales.

### IV. RESULTADOS

En la presente investigación se sintetizó la caracterización del agua residual doméstica tomando los parámetros más importantes en la Tabla 1, podemos observar que algunos parámetros entre más concentración tengan el agua residual es mejor mas sin embargo muchos de ellos entre más concentración tengan el agua residual doméstica causa un conflicto para poder tratarla, incluso si el agua residual es desechada en ríos el problema es mayor. Dentro de la investigación se encontraron varias normas sobre el agua residual, pero solo dos normas fueron encaminadas a el agua residual para el riego. En la tabla 2 se muestra las dos normas con su código, título y objetivo. Además la Fig. 1 se visualizan algunos de los parámetros encontrados en la norma NOM-CCA/032-ECOL/1993 de agua después de la limpiar una jerga, donde la demanda bioquímica no debe pasar los 120 mg/L, aluminio los 5 mg/L, el pH debe de estar entre 6.5 a 8.5, la conductividad eléctrica no debe pasar los 2000 micromhos/cm, el plomo de 0.5 mg/L, grasas y aceites 75 mg/L entre otros.

Finalmente, en la siguiente tabla 3 se muestran los parámetros con su rango o máximo permisible, el método que usan para la determinación de cada parámetro, la norma que establece dicho método y el o los instrumentos que usan para la identificación de cada parámetro.

Tabla 1- Parámetros fisicoquímicos del agua residual doméstica [5,6]

Parámetros	Características
Sólidos Totales	Tras una evaporación del agua 103-105°C, son aquellos que quedan como residuos
Sólidos Sedimentables	Después de no agitarse una mezcla son aquellos que descienden fácilmente gracias a su peso y dimensión
Sólidos disueltos	Son moléculas orgánicas, inorgánicas e iones disueltos en una mezcla
Color	El agua residual reciente suele ser gris; sin embargo, a medida que los compuestos orgánicos son descompuestos por las bacterias, el oxígeno disuelto en el agua residual se reduce y el color cambia a negro
Demanda Biológica de Oxígeno	Medida de la materia orgánica, se determina por la medición de oxígeno necesario para la degradación de la materia orgánica biológicamente
Demanda Química de Oxígeno	Mide la cantidad de un oxidante químico fuerte reducido por un residuo orgánico
pH	Cantidad de ion hidronio H <sup>+</sup> , expresada en moles por litro
Fosforo	Es un nutriente esencial para el crecimiento de las algas
Grasas y aceites	Compuestos orgánicos con mayor estabilidad, puede interferir en la vida biológica en aguas superficiales
Oxígeno disuelto	Es un gas que va siendo consumido por la actividad química y biológica. La presencia de oxígeno disuelto en el agua residual evita la formación de olores desagradables. La cantidad de oxígeno disuelto depende de muchos factores, como temperatura, altitud, movimientos del curso receptor entre otros

Tabla 2. Normas para el agua residual [7]

Norma	Título	Objetivo
<b>NOM-001-SEMARNAT-1996</b>	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas.
<b>NOM-CCA/032-ECOL/1993</b>	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las aguas residuales de origen urbano o municipal para su disposición mediante riego agrícola.	Esta norma oficial mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las aguas residuales de origen urbano o municipal para su disposición mediante riego agrícola.

Fig.1. Parámetros de agua residual doméstica.

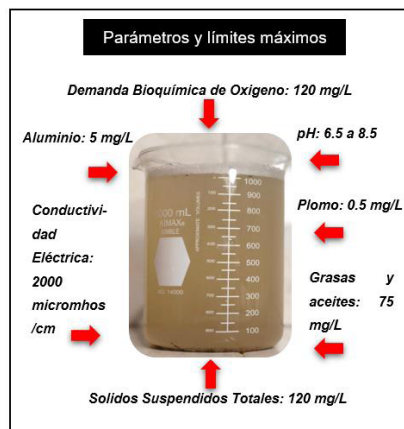


Tabla 3. Parámetros con rango, método, norma e instrumento de evaluación

Parámetro	Rango o máximo	Método	Norma	Instrumento
Sólidos sedimentables	75 mg/L	Método del cono Imhoff	NMX-AA-004-SCFI-2013	Cono de sedimentación tipo Imhoff
pH	6.5 a 8.5	Método de prueba (cancela a la nmx-aa-008-1980)	NMX-AA-008-SCFI-2000	Potenciómetro para determinación del pH
Temperatura	30 a 40 C°	Método de prueba (cancela a la nmx-aa007-1980)	NMX-AA-007-SCFI-2000	Termómetro
Nitrógeno total	40 mg/L	Método Kjeldah	NMX-AA-026-SCFI-2010	Sistema de digestión tipo Kjeldahl
Demanda bioquímica de oxígeno	120 mg/L	Método de incubación por diluciones	NMX-AA-028-SCFI-2001	Equipo de aireación con difusor
Fósforo total	20 mg/L	Métodos espectrofotométricos	NMX-AA-029-SCFI-2001	Espectrofotómetro

## V. ANALISIS DE RESULTADOS O DISCUSIÓN

A pesar de que el gobierno de México a elaborado normas para regular las aguas residuales, la mayoría de los agricultores siguen usando el sistema de canales de aguas negras o grises para el riego en sus campos que si bien en otros artículos no hacen mención sobre este problema hay que clarificarlo. Esta investigación solo documenta la información obtenida a través de artículos y paginas oficiales, al llevar a cabo la extracción de agua residual domestica se pudo observar que cada área de la casa tendría un proceso diferente para su reusó.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las normas establecidas por el gobierno de México están muy claras para llevarlas a cabo, aunque no todos los estados se involucran que sus agricultores realcen el análisis correcto. La información encontrada en artículos y paginas oficiales solo arrojaban datos de agua residual pero no de agua residual doméstica, considero que se debería hacer un análisis meticoloso sobre el agua residual domestica no en conjunto sino por áreas, una vez teniendo el análisis recomendar a las personas reusar, filtrar o tratar el agua con métodos sencillos para reusarla en algún huerto, ayudamos a la economía de las familias.

## VII. RECONOCIMIENTOS

Agradezco la oportunidad que me brindo mi asesora Nayeli Montalvo de poder participar en esta investigación y al Instituto Teológico de Purísima del Rincón por impartir el verano de la ciencia porque siempre podemos aprender algo nuevo todos los días.

## REFERENCIAS

- [1] G. Parada-Puig, (2012). El agua virtual: conceptos e implicaciones. Orinoquia, 16(1), 69-76.
- [2] M. Guerrero El agua 5ta Edición Mexico: FCE, SEP, CONACyT, La ciencia 102 para todos, 2006
- [3] [Online] Available:  
<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/23073/u281574.pdf?sequence=1>
- [4] J. Soto (2021, mayo 14) ¿Por qué en México hay escasez de agua? [Online] Available:  
<https://www.greenpeace.org/mexico/blog/10163/por-que-en-mexico-hay-escasez-de-agua/>
- [5] R.  
[Online] Available:

<https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/normas-mexicanas-83266>

T. Sánchez, L. Alberto. Viabilidad de la reutilización de aguas grises en multifamiliares. BS thesis. Uniandes, 2006.

Rojas. "Sistemas de tratamiento de aguas residuales." Gestión integral de tratamiento de aguas residuales 1.1 (2002): 8-15.

[6]

Javeriana Facultad de Ciencias

[PhD Thesis] Pontificia Universidad [7] Página Oficial del Gobierno de México: Normas Mexicanas [Online] Available:

<https://acortar.link/8I0Nqq>

J. Córdoba- Gómez and L. A. García- Galindo. "Evaluación del efecto de los microorganismos eficaces (EM) sobre la calidad de un agua residual doméstica." (2008).



## IMPORTANCIA DEL USO DE PLANTAS EN LA PURIFICACIÓN DE AGUA RESIDUAL

Graciela Escoto Zamudio

Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón

División de Ingeniería Industrial Blvd. del Valle No. 2301, Guardarrayas, C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.

*lrs18119007@purisima.tecnm.mx*

Nayeli Montalvo Romero

Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón

División de Ingeniería Industrial

Blvd. del Valle No. 2301, Guardarrayas,

C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.

*nayeli.mr@purisima.tecnm.mx*

Resumen — El uso de plantas es importante para la purificación de agua reciclada porque ayuda al ambiente a deshacer los desechos tóxicos que se pueden encontrar en el agua y que dañan el ambiente y por lo tanto a los seres humanos. Se cuenta con el beneficio de que algunas de esas plantas son de fácil acceso en los hogares, como son las ornamentales que se encuentran en los jardines como decoración y de forma inconsciente también depuran el agua. Se muestra una compilación de estas plantas con algunas de sus características físicas y químicas, su nombre común y la familia a la que pertenecen, también los metales que absorbe y una imagen que ayuda a identificarla fácilmente.

Palabras clave — Plantas purificadoras, fitorremediación, ornamental.

Abstract — The use of plants is important for the purification of recycled water because it helps the environment to get rid of the toxic waste that can be found in the water and that damages the environment and therefore human beings. It has the benefit that some of these plants are easily accessible in homes, such as the ornamental ones that are found in gardens as decoration and unconsciously also purify the water. A compilation of these plants is shown with some of their physical and chemical characteristics, their common name and the family to which they belong, also the metals that it absorbs and an image that helps to identify it easily.

Keywords — Purifying plants, phytoremediation, ornamental.

## I. INTRODUCCIÓN

El agua de ríos, mares y arroyos continuamente es expuesta a desechos químicos que pueden ser tóxicos para su vegetación y su suelo, esa agua algunas veces es utilizada para el riego de sembradíos de frutas o verduras destinadas para el consumo humano, que en gran medida resultan dañinas y trae consigo consecuencias negativas, es por eso que se han buscado alternativas para tratar de purificar esa agua que se expone, tratando de eliminar de ella metales que son nocivos, tanto para el ambiente como para las personas.

La finalidad de esta investigación es tratar de demostrar que existen plantas que cumplen con la función de absorber esos metales y desechos, ya que su composición física y química las hace perfectas para contar con esa capacidad, es necesario conocerlas para poder presentar alternativas que den solución al problema de la absorción de metales agresivos con la naturaleza.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente estudio se realizó una búsqueda documental no experimental, mediante la aplicación de 2 Fases, en las cuales se determinaron algunas de las plantas que pueden apoyar en la purificación de aguas residuales.

Fase 1: Búsqueda de la información; mediante una búsqueda por medio de internet, consultando artículos de revistas científicas, tesis e investigaciones de universidades de todo el mundo, especialmente en Latinoamérica.

Fase 2: Análisis de la información; la indagación se realizó en estudios de campo realizados en humedales en los que se encontraban este tipo de plantas, las cuales, tiene la capacidad de absorber metales pesados y favorablemente las condiciones climáticas ayudan a que se desarrollen.

## III. RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestran algunas de las plantas purificadoras de agua con su nombre común, nombre científico, características físicas y químicas, los metales que absorbe y su imagen. Así mismo en la Tabla 2 se muestran las plantas purificadoras de agua utilizadas en humedales artificiales con su nombre común, nombre científico, familia, características físicas y químicas, los metales que absorbe y su imagen.

Tabla 1- Plantas purificadoras de agua






















Nombre común	Nombre Científico	Familia	Características Físicas	Características Químicas	Metales que pueden absorber	Imagen
Junco	Junco	Juncáceas	Planta con numerosos tallos cilíndricos, verdes, que llevan en la base, algunas vainas foliares. Las espiguillas están reunidas en agrupaciones densas y esféricas de color marrón.		Cromo, cadmio, níquel, cobre y zinc o compuestos orgánicos, incluyendo los derivados del petróleo.	
Enea	Typha	Typhaceae	Alcanza hasta 2 m de longitud, es propia de lugares palustres, y tiene largas hojas acintadas y tallos cilíndricos sin nudos, que llevan en el extremo innumerables florecitas formando una inflorescencia en espiga muy reconocible por su parecido con un puro.	Es una planta acuática, tolerante a la salinidad en el suelo, tiene un patrón de crecimiento alto por sus rizomas y es de alta capacidad competitiva. Es una planta ampliamente adaptable en zonas húmedas y afecta directamente los canales de riego y estanques de almacenamiento de agua.	Metales pesados, metales radioactivos, compuestos orgánicos y compuestos derivados del petróleo.	
Papiro	Cyperus papyrus	Cyperaceae	Planta herbácea de gran belleza. Su color puede variar entre un verde brillante y un color amarillento. Posee un rizoma grueso y poderoso que se extiende en el fango y del que surgen los esbeltos tallos que alcanzan los tres o cuatro metros, pudiendo en ocasiones llegar hasta cerca de cinco metros.	El papiro está compuesto de Celulosa, lignina, varios azúcares y minerales. Una planta acuática, está perfectamente adaptada para absorber y transferir agua y minerales. Debido a esto, el papiro tiene propiedades hidratantes, energizantes y revitalizantes.	Metales pesados	
Nenúfares	Nymphaea	Nymphaeaceae, Cabombaceae del orden Nymphaeales	Tiene un rizoma largo que llega a la superficie del agua, es camoso, nudoso y feculento.	Se distingue del estrechamene emparentado nenúfar blanco boreal, <i>Nymphaea candida</i> J.C. Presl 1822, por el número de cromosomas en las células somáticas (2n = 84).	Hidrocarburos, plaguicidas, compuestos clorados.	
Lenteja de agua	Lemna minor	Araceae	Su tamaño es muy reducido, alcanzando de 2 a 4 mm de longitud y 2 mm de ancho. Es una de las especies de angiospermas más pequeñas que existen en el reino de las plantas	La lenteja de agua es una planta monoica, con flores unisexuales. Las flores masculinas están constituidas por un solo estambre y las flores femeninas consisten en un pistilo formado por un solo carpelo.	Ortofosfato, cadmio, selenio, cobre, cromo, níquel y plomo	
Salvinia	Salvinia	Salvinaceae	Es un helecho libre flotante con rizomas horizontales, la lanet se forma por internodos, nodos, un par de hojas flotantes, una raíz sumergida y brotes		Cadmio, cobre, plomo y zinc	

Tabla 2- Plantas purificadoras en Humedales Artificiales.

Nombre común	Nombre Científico	Familia	Características Físicas	Características Químicas	Metales que pueden absorber	Imagen
Enea	Typha	Typhaceae	Alcanza hasta 2 m de longitud, es propia de lugares palustres, y tiene largas hojas acintadas y tallos cilíndricos sin nudos, que llevan en el extremo innumerables florecitas formando una inflorescencia en espiga muy reconocible por su parecido con un puro.	Es una planta acuática, tolerante a la salinidad en el suelo, tiene un patrón de crecimiento alto por sus rizomas y es de alta capacidad competitiva.	Metales pesados, metales radioactivos, compuestos orgánicos y compuestos derivados del petróleo.	
Pasto Vetiver	Sopogon zizani	Gramínea	La hierba de la planta es de un color verde vibrante y crece recta y vertical. A diferencia de otros pastos, el sistema de raíces de Vetiver crece hacia abajo, lo que lo hace ideal para ayudar a prevenir la erosión y proporcionar estabilización del suelo.		Nitrógeno y fósforo	
Camalotes	Thymia crassipoda	Onoceriaceae	Las flores se disponen como espigas, son de color azul o violáceo y tienen una mancha amarilla en el tépalo superior. Esta hierba habita en arroyos y lagunas, y se distribuye en todo Uruguay.		N, S, P, Cu, Fe, Ni, Hg, Cd, Cr, Pd.	
Juncos	Juncus	Juncáceas	Planta con numerosos tallos cilíndricos, verdes, que llevan en la base, algunas vainas foliares. Las espiguillas están reunidas en agrupaciones densas y esféricas de color marrón.		Cromo, cadmio, níquel, cobre y zinc o compuestos orgánicos, incluyendo los derivados del petróleo.	
Carizo	Phragmites australis	Gramínea	Es una planta estolonífera rizomatosa de estación cálida que crece de dos a cuatro metros de altura, con limbos foliares lisos y planos, de 1 a 5 cm de ancho y 15 a 45 cm de largo.	Celulosa (42,5-45%), lignina (22-24%), pentosanos (24-27%), ceras, grasas y resinas (1-5,6%) y sustancias minerales (4,7-5,6%).	Metales pesados	
Totoras	Scheuchzeria palustris	Cyperaceae	Es una planta de raíz acuática que crece en lagos y humedales, con una longitud promedio de 3.5m y diámetro de 2.5cm, su crecimiento es muy rápido y por lo tanto su capacidad de renovación, pudiendo volver a cosecharse cada seis meses.		N, S, P, Cu, Fe, Ni, Hg, Cd, Cr, Pd.	
Repollos de agua	Pistia stratiotes	Araceae	Tiene un aspecto atractivo gracias a sus hojas de hasta 14 cm de largo dispuestas en roseta, ligeramente onduladas, de color verde claro y cubiertas con pelos cortos que atrapan burbujas de aire. Plantas vasculares que se reproducen mediante esporas en vez de semillas. Son perennes, generalmente herbáceas, que a menudo mueren en invierno, aunque en regiones templadas y tropicales siempre permanecen verdes.	Es la variedad más habitual en las regiones donde no se da naturalmente la lechuga, puesto que puede cultivarse	iones de cobre	
Esparganios	Sparganium	Sparganiaceae			N, S, P, Cu, Fe, Ni, Hg, Cd, Cr, Pd.	
Tezontle	Mammillaria		Es un material considerado inerte, con valores de pH cercanos a la neutralidad, baja CIC, buena aireación, y con capacidad de retención de humedad que es dependiente del diámetro de la partícula; adicionalmente no contiene sustancias tóxicas y tiene estabilidad física	Tiene valores de pH, CE, CIC y contenido de materia orgánica de 7.1, 0.08 dS/m, 2.7 cmol/Kg y 0 %, respectivamente.	N, S, P, Cu, Fe, Ni, Hg, Cd, Cr, Pd.	

En la Tabla 3 se muestran las plantas ornamentales utilizadas en humedales artificiales con su nombre común, nombre científico, familia, características físicas y químicas, los metales que absorbe y su imagen.

Tabla 3- Plantas Ornamentales en Humedales Artificiales.

Nombre común	Nombre Científico	Familia	Características Físicas	Características Químicas	Metales que pueden absorber	Imagen
Planta paraguas	<i>Cyperus alternifolius</i>	Cyperaceae	Una planta perenne rizomatosa nativa de Madagascar que alcanza una altura de 50 hasta 150cm. De un rizoma corto y horizontal brotan los tallos, que crecen erguidos y son obtuso-trigonus, lisos y finamente escabrosos. Las hojas son acintadas, de 1cm de grosor o menos, y de color verde.	Buena adaptación dentro de los humedales artificiales	Metales pesados	
Liño de Siberia	<i>Iris sibirica</i>	Iridaceae	Planta de flores azul violeta, raramente blancas, normalmente 1-3 que brotan en tallos huecos de hasta 120 cm, normalmente con 3 hojas caulinares pequeñas. Flores de caballo largo procedentes de espigas marrones.	Ideal para ornamentar jardines	Metales pesados	
Ave del paraíso	<i>Strelitzia reginae</i>	Strelitziaceae	Es una planta perenne que no tiene tronco, sino varios tallos herbáceos de considerable grosor que "nacen" verticalmente de un rizoma grande y subterráneo. Las hojas miden entre 50 centímetros de longitud y 30 centímetros de anchura. Son verde oscuras, lustrosas y largas.	Sus inflorescencias asumen coloraciones amarillo-naranja	Sólidos Suspendedos Totales, Nitrógeno, Fósforo y Patógenos	
Anturios	<i>Anthurium</i>	Araceae	Presenta unas elegantes hojas de gran tamaño y de color verde muy intenso. Éstas son gruesas, ovales y desarrollan de forma alta.	Dispone de sustratos ligeramente ácidos con una densidad aparente aproximada de 0.60 kg.cm-3 y contenido aproximado de materia orgánica de 25 %	Aguas residuales	
aneas	<i>Typha</i>	Typhaceae	Alcanza hasta 2 m de longitud, es propia de lugares palustres, y tiene largas hojas acintadas y tallos huecos sin nudos, que llevan en su extremo innumerables florecitas formando una inflorescencia en espiga muy reconocible por su parecido con un puro.	Es una planta acuática, tolerante a la salinidad en el suelo, tiene un patrón de crecimiento alto por sus rizomas y es de alta capacidad competitiva. Es una planta muy adaptable en zonas húmedas y afecta directamente los canales de riego y estanques de almacenamiento de agua.	Metales pesados, metales radioactivos, compuestos orgánicos y compuestos derivados del petróleo.	
Iris	<i>Iris ppl</i>	Iridaceae	Poseen tallos florales largos y erectos, que pueden ser simples o ramificados, macizos o huecos o con secciones aplanadas o con secciones circulares transversales. Las hojas, en número de 3 a 10, en forma de espada forman una densa masa en la parte basal de la planta. Las especies bulbosas tienen hojas basales cilíndricas.	Es una especie de la familia Iridaceae, es la variedad más común de iris barbados. Es una planta perenne que se considera invasiva por su facilidad de propagación.	14 metales y un metaloide	

#### IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Existe una gran variación de plantas que existe al tratamiento de aguas residuales que se pueden utilizar como una alternativa económica y muy ecológica, ya que algunas de ellas son fáciles de conseguir y mantener incluso en nuestras casas.

#### V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El uso de plantas purificadoras de agua para absorber metales y desechos agresivos con la naturaleza nos brinda una solución económica y sencilla ante los grandes problemas de contaminación, ya que en su mayoría este tipo

de plantas se reproducen de forma sencilla y abundan en las zonas donde existe mucha humedad lo que hace más fácil que cumpla con esa función de purificar y absorber. Es importante resaltar el uso de plantas ornamentales, ya que estas abarcan un campo más importante que es en el hogar, ya que además de decorar nos ayudan a purificar el agua de forma sencilla

## VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco principalmente al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón por brindarme la oportunidad participar en este Verano de la Ciencia y brindarnos el apoyo necesario para realizarlo. A la M. I. I. Nayeli Montalvo por asesorarme e invitarme a formar parte de esta edición, sin ella esto no habría sido posible. A mis compañeras Karina Pérez y Ana Jasso por acompañarme de igual manera en este camino. Y a mi familia que me han brindado su apoyo y amor incondicional en todo momento.

## REFERENCIAS

- [1] C. Frers. (2008). El uso de plantas acuáticas para el tratamiento de aguas residuales. [Online]. Available: (11),301+. <https://link.gale.com/apps/doc/A233503104/IFMEu=anon~93040fd9&sid=googleScholar&xid=a996a609>
- [2] J. B. Díaz. (2004). Museo virtual de la ciencia. [Online]. Available: [http://museovirtual.csic.es/profesores/tecnologias/webenea/ene\\_1.htm](http://museovirtual.csic.es/profesores/tecnologias/webenea/ene_1.htm)
- [3] M. B. Aretxabaleta. (2001, enero). Plantas para la eternidad. [Online]. Available: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-73562001000100026&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-73562001000100026&script=sci_arttext)
- [4] Á. Canales. (2010, diciembre). Evaluación de la biomasa y manejo de *Lemna gibba* (lenteja de agua) en la bahía interior del Lago Titicaca, Puno. [Online]. Available: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-22162010000200004](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162010000200004)
- [5] W. Llatance, J. Emiliani, D. Bergara, L. Salvatierra, L. Pérez. (2019). Caracterización de los mecanismos de fitorremediación de *Salvinia* sp. frente a la exposición a metales pesados y su impacto sobre la fisiología vegetal. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/publication/343139982\\_Caracterizacion\\_de\\_los\\_mecanismos\\_de\\_fitorremediacion\\_de\\_Salvinia\\_sp\\_frente\\_a\\_la\\_exposicion\\_a\\_metales\\_pesados\\_y\\_su\\_impacto\\_sobre\\_la\\_fisiologia\\_vegetal](https://www.researchgate.net/publication/343139982_Caracterizacion_de_los_mecanismos_de_fitorremediacion_de_Salvinia_sp_frente_a_la_exposicion_a_metales_pesados_y_su_impacto_sobre_la_fisiologia_vegetal)
- [6] C. Carrión, C. Ponce, S. Cram, I. Sommer, M. Hernández, C. Venegas. (2012, septiembre). Aprovechamiento potencial del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) en Xochimilco para fitorremediación de metales. [Online]. Available: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952012000600007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952012000600007)
- [7] D. A. Ramírez. (2007, febrero 22). Ecología del esparto (*Stipa tenacissima* L.) y los espartales de la Península Ibérica. [Online]. Available: <http://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/458>
- [8] D. Torres, A. Cumana, O. Torrealba, D. Posada. (2010, junio). Uso del vetiver para la fitorremediación de cromo en lodos residuales de una tenería. [Online]. Available: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342010000200005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342010000200005&script=sci_arttext)
- [9] P. Gerrisen, C. Ortíz, R. González. (2009, abril). Usos populares, tradición y aprovechamiento del carrizo: estudio de caso en la costa sur de Jalisco, México. [Online]. Available: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-84212009000100009](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212009000100009)
- [10] E. García, E. Hernández, E. García, O. Acevedo (2010). Contenido y traslocación de plomo en avena (*avena sativa*, L.) y haba de un suelo contaminado. [Online]. Available: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcsfav17n1/v17n1a3.pdf>
- [11] Torres, G. (2007). Revista Latinoamericana de Recursos Naturales. Obtenido de <http://revista.itson.edu>.

mx/index.php/rlrn/article/view/84

[12] S. Martín. (2000). Estudio preliminar de la fitoremediación de cobre divalente mediante *Pistia stratioides* (lechuga de agua). [Online]. Available: [http://www.suelos.org.ar/publicaciones/vol\\_2n1/Mart%EDn.pdf](http://www.suelos.org.ar/publicaciones/vol_2n1/Mart%EDn.pdf)

[13] J. F. Hidalgo. (2007). Aprovechamiento de la Totora como Material de Construcción. [Online]. Available: <https://blogs.upm.es/ricsat/wp-content/uploads/sites/388/2017/04/Tesis-Totora-Material-de-Construccion-JFHC-opt.pdf>

[14] G. Torres. (2007, junio). Estudio preliminar de la fitoremediación de cobre divalente mediante *Pistia stratioides* (lechuga de agua) . [Online]. Available: <http://revista.itson.edu.mx/index.php/rlrn/article/view/84>

[15] A. Cruz, J. Campos, M. Vázquez. (2008, abril). Las colas de caballo: plantas únicas. [Online]. Available: <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol21num1/articulos/colascaballo/index.html>

[16] A. Rivas, D. Paredes. (2014). Sistemas de humedales para el manejo, tratamiento y mejoramiento de la calidad del agua. [Online]. Available: [http://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros\\_html/sistemas-de-humedales/files/assets/common/downloads/publication.pdf](http://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/sistemas-de-humedales/files/assets/common/downloads/publication.pdf)

[17] F. Belmonte, A. Romero, J. Moreno. (2010). Contaminación ambiental por estériles mineros en un espacio turístico en desarrollo, la sierra minera de Cartagena-La Unión (Sureste de España). [Online]. Available: <https://revistas.um.es/turismo/article/view/109551>

[18] Á. M. Arango. (2013). Biosistema integral de tratamiento de aguas residuales domésticas. Diseño, construcción y evaluación. [Online]. Available: <http://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/1054>

[19] A. García, S. Martínez, M.A. Terrero, A. Faz, M.A. Muñoz, M. Gómez. (2019). Fitorremediación de aguas residuales industriales en humedales artificiales para uso agrícola. [Online]. Available: <https://zaguan.unizar.es/record/84481/files/3439.pdf>

[20] C. Carrión, C. Ponce, S. Cram, I. Sommer, M. Hernández, C. Venegas. (2012). Aprovechamiento potencial del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) en Xochimilco para fitorremediación de metales [Online]. Available: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952012000600007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952012000600007)



# MONITOREO DE LA HUMEDAD DEL SUELO DE PLANTAS INDIVIDUALES MEDIANTE IoT

Carlos Antonio Muñoz Malpica

Instituto Tecnológico Superior de Irapuato Instituto Tecnológico Superior de Irapuato  
Carretera Irapuato-Silao km. 12.5 Col. El Copal, Irapuato, Guanajuato  
*antoniomunozm16@gmail.com*

Adolfo Rafael López Núñez

Carretera Irapuato-Silao km. 12.5 Col. El Copal, Irapuato, Guanajuato  
*adolfo.ln@irapuato.tecnm.mx*

Resumen — En este trabajo se presenta el desarrollo de un sistema de monitoreo para la humedad de plantas individuales, dicho sistema consta del circuito, aplicación web y servidor, en el sistema se utiliza MQTT como protocolo de comunicación y una máquina virtual como servidor. Además, se presenta el desarrollo de un circuito electrónico que adecua las señales de los sensores y envía los datos de estos. Los resultados obtenidos muestran el correcto funcionamiento de un sistema que monitorea, muestra y respalda los datos obtenidos además de realizar un riego adecuado basado en límites que el usuario establece.

Palabras clave — IoT, Monitoreo de humedad, Riego controlado.

Abstract — In this work is presented the development of a monitoring system of the humidity of individual plants, this system consists on the circuit, the web application and a server, in the system, MQTT is used as a communication protocol and a virtual machine as a server, moreover, the design of the electronic circuit that is used for conditioning the signals of the sensors and sends data of the process is presented. The obtained results show the correct operation of a system that monitors, displays and backups the obtained data in addition to performing adequate irrigation based on limits that the user establishes.

Keywords — IoT, Humidity monitoring, Controlled irrigation.

## I. INTRODUCCIÓN

El internet de las cosas se entiende como la conectividad de un objeto físico individual a internet, dándole a este objeto una identidad única dentro de una red de dispositivos, donde puede compartir datos de interés a otros objetos inteligentes o a usuarios que precisan de dicha información, lo anterior mediante un protocolo de comunicación para posteriormente realizar un proceso, y aunque cotidianamente se piensa en conectar a internet dispositivos como celulares, computadoras o tabletas, se puede realizar la conexión de casas, ropa, electrodomésticos y lo que en este documento se pretende, plantas mediante sensores y actuadores [1-2] para poder controlar de manera precisa y automática el proceso de riego de una planta.

## II. METODOLOGÍA

La implementación del servidor se realizó mediante el uso de servicios web de Amazon, dicho servicio es una máquina virtual a la cual se le proporcionó como sistema operativo Linux Ubuntu debido a que este es gratuito, no hace uso excesivo de recursos de procesamiento y sobre todo porque el broker EMQTT, el cual es usado como broker en este trabajo, está disponible para dicha plataforma, además, para una rápida implementación se utilizó el panel de control Vesta para administración del servidor. La instalación de éste panel gratuito y todas las demás herramientas necesarias para instalar en el sistema operativo, se realizan mediante un cliente SSH conectado al servidor [3] y un paquete de archivos correspondiente a la herramienta a instalar, para el caso de Vesta, se puede descargar desde la página oficial junto con su documentación [4].

Después de haber instalado el panel de control y broker EMQTT [5] en Linux, es necesario configurar las bases de datos (para guardar datos de los dispositivos posteriormente), protocolos FTP y SFTP si se desea usarlos, un dominio asignado al servidor, opcionalmente certificados SSL, y configurar los puertos que se usarán.

Con el servidor listo, ya se tiene donde alojar la aplicación web y administrar los datos de los dispositivos IoT que se conecten; la aplicación web se desarrolló con base a una plantilla de panel de control (o también llamado dashboard) llamado FlatKit, existen muchas otras plantillas que se pueden usar para poder realizar una implementación más rápida.

Para editar la plantilla, se tiene que modificar el archivo dashboard.html, para editar el código de la página se usó Visual Studio Code. En este caso, como lo que se desea es monitorear la humedad de la tierra en una planta, en la interfaz gráfica de la aplicación web se añadieron indicadores de porcentaje de humedad en la tierra en tiempo real, por otro lado, se mostrará en la parte de abajo del indicador de porcentaje, una gráfica que muestra el valor promedio de humedad de los últimos siete días, y la cantidad de agua que se le ha administrado al regar la planta. Otras características que se añadieron a la interfaz, son el listado de los dispositivos vinculados y que es posible mostrar, dado que en este caso puede ser más de uno, sin embargo, para el desarrollo de este trabajo, solamente se implementó un prototipo físicamente, por otro lado, se agregó un espacio para definir las humedades máximas y mínimas de cada planta.

Terminada la interfaz, es necesario programar las funcionalidades de los elementos que interactuarán con el usuario, para esto se utilizó lenguaje PHP, dicha programación se realizó dentro del mismo fichero “dashboard.html”, y, para que se ejecute el código escrito en PHP, se tiene que cambiar la extensión del documento a “.php”, es decir, renombrar ahora al archivo “dashboard.php”

Cada acción se implementó en una función para su fácil uso, y, para poder implementar cambios en un objeto de la interfaz, es necesario realizarlo mediante una etiqueta asignada a cada uno de los elementos, esto con la finalidad de tener un mejor orden.

Las funciones que se implementaron se muestran en la figura 1, donde en la figura 1a se observa un vector de datos, éste será usado para definir los parámetros que se tomarán en cuenta al conectarse al broker. En la figura 1b se hace uso de los datos anteriores y se conecta al websocket del broker EMQTT, si se conecta satisfactoriamente, se procede a suscribirse al tópico “humidity”, a donde los dispositivos IoT publicaran los datos obtenidos.

En la figura 1c se separan los datos separados por comas y se asignan a sus correspondientes variables, por último, se actualizan los valores mostrados en la interfaz, como se observa en la figura 1d.

Después de tener listos el servidor e interfaz se procede a programar el dispositivo IoT, para esta aplicación se optó por utilizar la placa NodeMCU ESP32, esta placa tiene integrado un módulo WiFi con el cual se realiza la conexión a internet y convertidores analógico-digital que son necesarios para hacer uso del sensor de humedad. El programa se realizó siguiendo el diagrama de flujo que se muestra en la figura 2, donde primeramente se realiza un enlace mediante WiFi y se conecta al broker mediante un websocket del broker EMQTT, si todo

sale bien, se definen los niveles de humedad en los que el usuario desea que se mantenga la planta, siendo un mínimo el nivel al cual se comenzará a regar la planta y un máximo el cual es el nivel al que se detendrá el riego. Posteriormente se procede a obtener el dato de humedad de la tierra mediante un sensor de humedad analógico, el valor obtenido se convierte a porcentaje de humedad, y se compara con los indicados por el usuario, si es necesario, se riega, al encender la bomba, se resetea un contador de pulsos que proporciona el caudalímetro y al nivel máximo de humedad indicado, la bomba se detiene, finalmente se calculan la cantidad de agua proporcionada, pulsos contados y se envían estos dos datos junto con el de humedad al servidor. Finalmente, debido a que es posible que el broker desconecte el dispositivo por inactividad, se renueva la validación para que esto no ocurra.

Fig. 1. Funciones PHP definidas.

```

// connect options
const options = {
  connectTimeout: 4000,
  // Authentication
  clientId: 'iotmc',
  username: 'web_client',
  password: '121212',
  keepalive: 60,
  clean: true,
};
                
```

a)

```

var connected = false;
// WebSocket connect url
const WebSocket_URL = 'ws://antoniaman.nl:8084/mqtt';
const client = mqtt.connect(WebSocket_URL, options);

client.on('connect', () => {
  console.log('Mqtt conectado por MS satisfactoriamente');

  client.subscribe('humidity', { qos: 0 }, (error) => {
    if (error) {
      console.log('Suscripción exitosa!');
    } else {
      console.log('Suscripción fallida!');
    }
  });
});
                
```

b)

```

function process_msg(topic, message){
  // ej: "10,11,12"
  if (topic == "values"){
    var msg = message.toString();
    var sp = msg.split(",");
    var humidity1 = sp[0];
    var humidity2 = sp[1];
    var humidity3 = sp[2];
    update_values(humidity1,humidity2,humidity);
  }
}
                
```

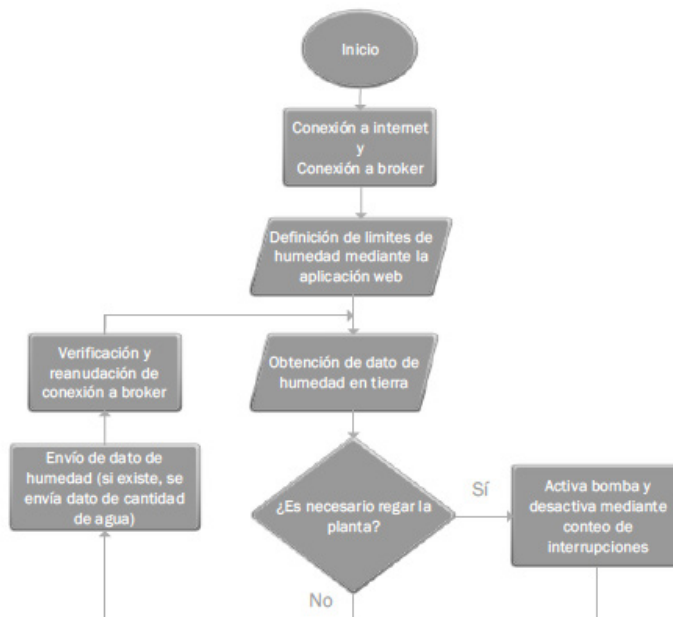
c)

```

function update_values(humidity1, humidity2, humidity3){
  $("#display_humidity1").html(humidity1);
  $("#display_humidity2").html(humidity2);
  $("#display_humidity3").html(humidity3);
}
                
```

d)

Fig. 2. Diagrama de flujo para programa de ESP32.

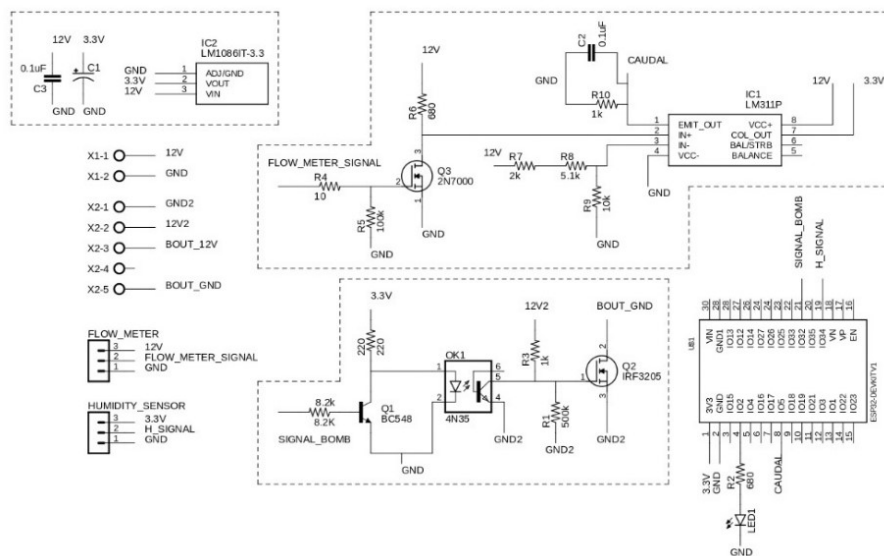


Por parte del prototipo, se realizó una caracterización del caudalímetro, esto debido a que el número de pulsos no es consistente al hacer pasar un líquido por este; la caracterización se realizó mediante el conteo de pulsos al hacer pasar un litro de agua por el caudalímetro, se realizaron 40 pruebas y en promedio se obtuvieron 534 pulsos por litro.

Por otra parte, se diseñó el circuito que se muestra en la figura 3, en dicho diagrama se muestran de manera separada las etapas del mismo. En la parte superior izquierda se muestra un regulador de voltaje junto con sus filtros capacitivos, debajo del regulador se observan las terminales necesarias para la conexión de fuentes, bomba, los sensores de humedad y caudalímetro. En la parte superior derecha se muestra la etapa de acondicionamiento para la señal del caudalímetro, debido a que este se energiza a 12 V y el ESP32 maneja voltajes de 3.3 V, en esta etapa la señal se acopla con un MOSFET de pequeña señal 2N7000 a un comparador LM311P, esto debido a que si se conecta la señal directamente en la terminal no inversora, el voltaje tiene una caída de tensión y la transición de un estado lógico bajo a alto es muy tardada, dicha señal se compara con un voltaje de 7 V, el circuito LM311P cuenta con una salida a colector abierto, esto se aprovecha para obtener una señal de salida de máximo de 3.3 V la cual es la señal que toma el ESP32 y realiza el conteo de pulsos mediante interrupciones.

En la parte inferior de en medio se observa la etapa de encendido para la bomba, el transistor de salida del optoacoplador adecua la señal a 12 V para activar el MOSFET IRF3205, el cual controla el flujo de corriente de la bomba, cabe destacar que es posible hacer uso de bombas con voltajes de hasta 48 V, o si se requiere, añadir un relevador para acoplar alguna bomba de AC. Por último, se observa en la parte inferior derecha la placa ESP32, y sus respectivas conexiones.

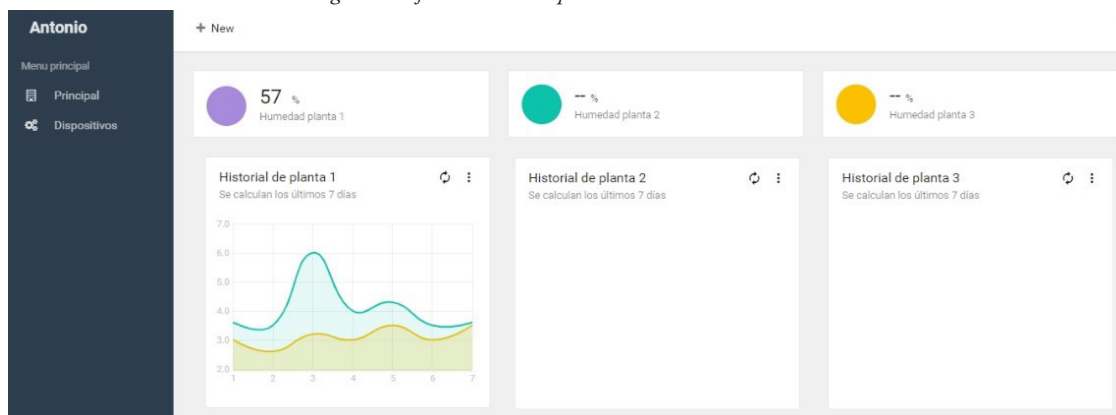
Fig. 3. Diagrama esquemático del circuito.



### III. ANÁLISIS DE RESULTADOS

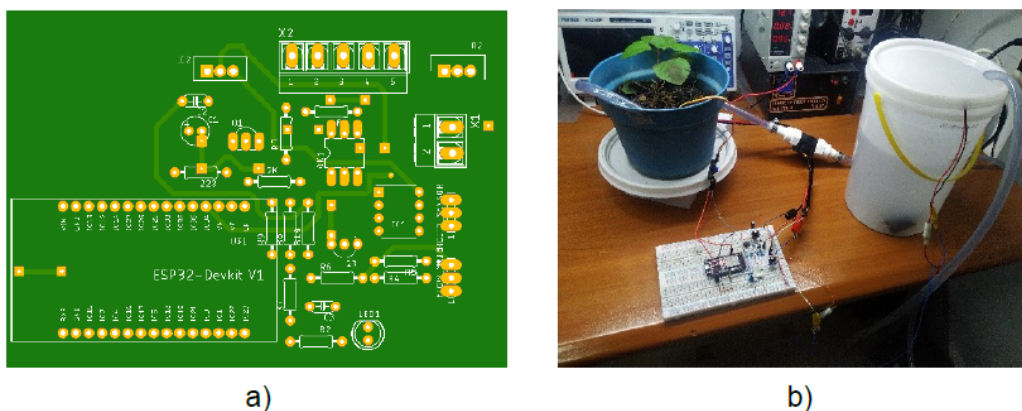
El tener una interfaz de usuario ya sea en una computadora o dispositivo móvil para el monitoreo de un sistema resulta muy útil al poder definir los parámetros deseados y observarlos desde cualquier equipo, la interfaz o panel de la aplicación web se muestra en la figura 4, la presentación de esta aplicación se puede adaptar a dispositivos móviles y computadoras, se pueden guardar los datos recabados y examinarlos mediante consultas de bases de datos, además se aprecia que se pueden añadir al sistema más dispositivos.

Fig. 4. Interfaz de usuario o panel del sistema de monitoreo.



La implementación realizada se observa en la figura 5, donde en 5a se muestra la PCB diseñada por ambos lados, dicha placa tiene las dimensiones de 10cm x 7.5cm, además en 5b se muestra el sistema implementado en una plantilla de pruebas.

Fig. 5. a) Circuito impreso diseñado para el sistema de monitoreo.



a)

b)

#### IV. CONCLUSIONES

Se logró el desarrollo de un sistema basado en IoT capaz de monitorear la humedad de plantas mediante actuadores y sensores. Este sistema no se limita a una sola planta, ni para un solo tipo de dato, sino que se puede expandir a un mayor número de plantas, esto como un trabajo a futuro. Además, es posible implementar el monitoreo de parámetros como el PH, temperatura, entre otros para plantas o un terreno.

#### V. AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, a mi asesor Adolfo Rafael López Núñez por el apoyo y orientación que me brindó para la realización de esta investigación.

#### REFERENCIAS

- [1] S. Madakam, R. Ramaswamy, and S. Tripathi, "Internet of Things (IoT): A Literature Review," J. Comput. Commun., vol. 03, no. 05, pp. 164–173, 2015, doi: 10.4236/jcc.2015.35021.
- [2] M. Marinelli, M. Kurtz, R. Urquijo, and G. Wurm, "Control de cámara de germinación hidropónica me-

dante IoT, broker Mosquitto y placas SBC en invernaderos de la provincia de Misiones,” in XXVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC)(Modalidad virtual, 5 al 9 de octubre de 2020), 2020.

[3] Amazon, “Conectarse a la instancia de Linux con SSH,” 2021. [Online]. Available: [https://docs.aws.amazon.com/es\\_es/AWSEC2/latest/UserGuide/AccessingInstancesLinux.html](https://docs.aws.amazon.com/es_es/AWSEC2/latest/UserGuide/AccessingInstancesLinux.html).

[4] Vesta, “Install Vesta,” 2021. [Online]. Available: <https://vestacp.com/install/>.

[5] E. E. Team, “MQTT broker installation,” V2.0. [Online]. Available: <https://emqtt.io/docs/v2/install.html>.

23o Verano de la Ciencia de la Región Centro. junio-agosto 2021



# AUTOMATIZACIÓN ELECTRONEUMÁTICA DE SISTEMA DOSIFICADOR POR GRAVEDAD DE PRODUCTOS GRANULADOS Y EN POLVO

Sandra Jacqueline Martínez Gómez

Tecnológico Superior de Irapuato Carretera Irapuato-Silao Km. 12.5, Irapuato, Gto.

*LIS17110064@irapuato.tecnm.mx*

Juan Pablo Razón González

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Irapuato Carretera Irapuato-Silao Km. 12.5, Irapuato, Gto.

*juan.rg@irapuato.tecnm.mx*

Resumen — Con el paso de los años, se ha tenido la necesidad de diseñar un sistema que mejore el control de dosificación para productos granulados y en polvo, esto por las distintas problemáticas que se pueden presentar durante el proceso de dosificación de contenedores, lo cual por medio de estudios e investigaciones se pretende diseñar un sistema que elimine el margen de imprecisión que se presenta al momento de la dosificación de productos granulados y en polvo.

La tarea general de la dosificación es reunir distintos productos siempre en la proporción adecuada, lo cual permite controlar la concentración de los productos agregados, asegurando que la mezcla final del producto sea homogénea [1].

Palabras clave — electroneumática, palabra clave 2, palabra clave 3.

Abstract — Over the years, there has been the need to design a system to improve the dosing control for granular and powdered products, due to the various problems that may arise during the process of dosing containers, which through studies and research is intended to design a system that eliminates the margin of inaccuracy that occurs at the time of dosing of granular and powdered products.

The general task of dosing is to bring together different products always in the right proportion, which allows to control the concentration of the added products, ensuring that the final product mixture is homogeneous.

Keywords — electropneumatics, keyword 2, keyword 3.

## I. INTRODUCCIÓN

Durante la realización de algunos procesos industriales, se presenta con frecuencia diversos problemas como la falta de calidad en la realización del proceso lo que conlleva a tener desperdicios de material generados por el mal funcionamiento o aplicación del proceso, ya que para todo proceso industrial la planificación y programación de tiempos de producción, es fundamental para que reduzca el tiempo de cambio entre los ciclos de producción, minimice los materiales desperdiciados y se ejecuten prácticas de fabricación eficaces.

Entonces para mejorar el proceso y la minimización de desperdicios producidos durante la dosificación de a granel y/o polvo se realizará el diseño de un sistema electroneumático con el cual se pretende optimizar los tiempos de respuesta y tener un mejor control en la dosificación.

Para poder analizar el funcionamiento del nuevo sistema dosificador se utilizará el programa Festo Fluid-sim®, el cual nos permitirá simular y observar el comportamiento del sistema, y se podrá determinar si su funcionamiento es el adecuado para la aplicación requerida.

## II. MARCO TEÓRICO

El flujo másico, es la magnitud que expresa la variación de la masa en el tiempo. Esta característica es utilizada en sistemas como lo son tuberías, toberas, turbinas, compresores, difusores y para este caso las válvulas dosificadoras, actúan sobre un fluido o material siendo para este fertilizante en polvo lo que pasará a través del sistema. Su unidad es el Kg/s [2].

La presión representa la fuerza (F) aplicada o ejercida sobre una superficie (A), su fórmula está dada por:

$$P = F (N/m^2) (1) A$$

Se puede expresar el flujo másico como la densidad ( $\rho$ ), por un diferencial de volumen mostrado como se muestra en la Ecuación 1 [3] y [4].

Dónde:

m = Gasto másico

V = Velocidad del flujo

S = Área del tubo corriente

$$m = (\rho)(v)(Q) (2)$$

Donde se refiere al gasto del material que está fluyendo por el sistema y el cual se requiere controlar para la apertura y cierre de la válvula dosificadora. Es de suma importancia tener en consideración la importancia del cálculo del flujo del a granel y polvo que vaya a circular por el sistema en todo momento, ya que de no ser así el sistema dosificador se comportaría de una manera repetitiva o automática y en ciclos repetitivos, dando como resultado flujos de fertilizante de manera irregular y variable en cualquier momento en que este accionado nuestro sistema dosificador de productos granulados y en polvo, además de que se presentará un descontrol de la dosificación del producto. Por lo tanto, la razón por la que se debe de considerar también es la superficie del sistema por donde será transportado el fertilizante en polvo, por lo tanto, se debe utilizar de otra manera la Ecuación 2 donde el volumen es modificado como se muestra a continuación. Este volumen a su vez se puede expresar como el producto de una superficie (S) que representa el ancho de la tubería entrante, normalmente y en este caso se refiere a las tuberías que conectan al sistema dosificador con la válvula dosificadora, que también puede depender de la posición por un diferencial de longitud siendo este la porción de dicha tubería cuyo contenido entra en el sistema por unidad de tiempo y donde la expresión se modificará como se muestra en la siguiente Ecuación 3 [3] y [4].

$$m = (\rho)(S)(r) (3)$$

En ocasiones es mucho más sencillo generalizar o realizar un análisis basándose en un modo ideal y que para el

diseño del sistema dosificador sirve de una manera más eficaz y para lo cual se utiliza. Normalmente se supone un flujo unidimensional, es decir, con unas densidades y secciones constantes e independientes de la posición lo que permite reducirlo y es mostrado en la Ecuación 4 [3] y [4].

$$m = VS \quad (4)$$

$\rho$  = Densidad del fluido o material

De acuerdo a las formulas se obtuvo una tabla de tiempos de acuerdo al peso del producto como se muestra a continuación.

Tabla 1. Tiempos de dosificación

Tiempo de dosificación	Peso despachado
1 minuto	2.3620 Kg/min
2 minutos	4.724 Kg/min
3 minutos	7.086 Kg/min
4 minutos	9.448 Kg/min
5 minutos	11.81 Kg/min
10 minutos	23.6206 Kg/min
15 minutos	35.4309 Kg/min

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del diseño se inició con el desarrollo de varias simulaciones, esto con la finalidad de seleccionar el diseño más adecuado de acuerdo a las necesidades de nuestro sistema, las características con las que debe contar dicho sistema es que, mediante un temporizador el cual nos dara la pauta de cuanto tiempo debera estar abierto el sistema para dosificar una determinada cantidad de producto, y mediante un contador de ciclos nos dara la pauta de cuantas veces se repetira dicho proceso.

Los materiales con los que contara el diseño son los siguientes:

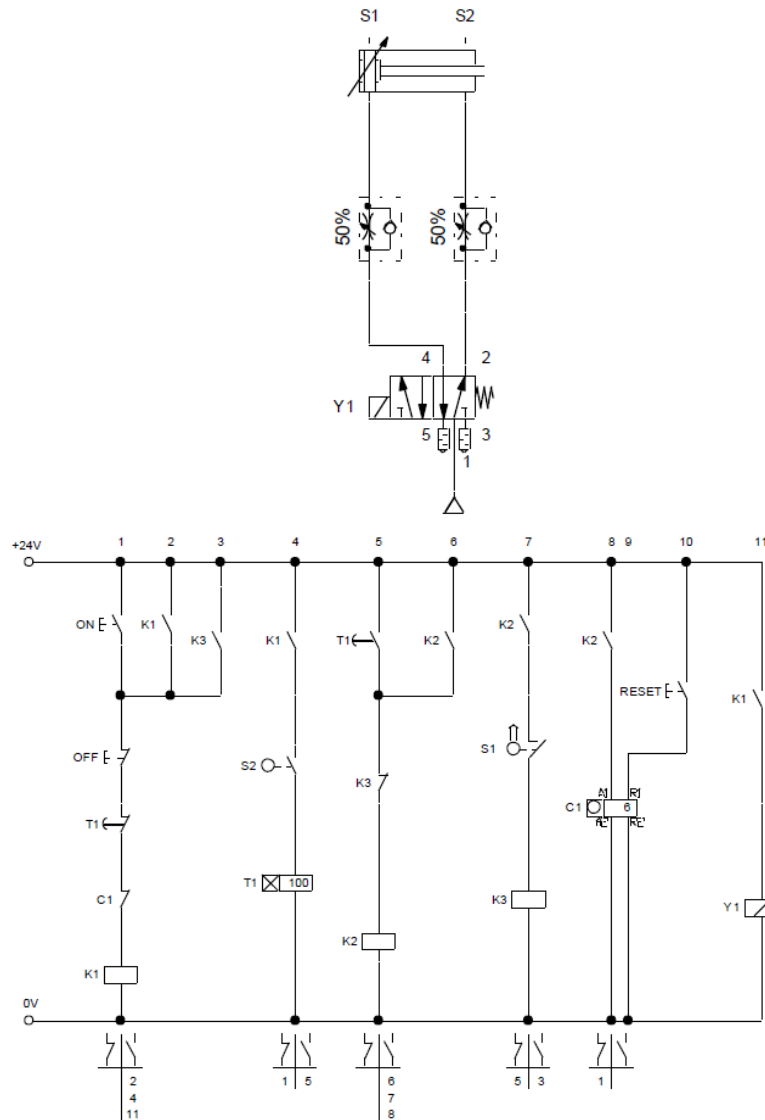
- 2 Valvulas antiretorno estranguladoras
- 1 Cilindro doble efecto
- Fuente de aire comprimido
- 1 Contador-selector eléctrico
- 1 valvula de 5/n vias
- Fuente de tension (24V) y (0V)
- 5 Contacto NA (Franqueador)
- 9 Contacto NC (Obturador)
- 1 Pulsador (Franqueador)
- 2 Pulsador (Obturador)
- Solenoide de valvula
- 3 Relé
- 1 temporizador

Donde se podrá apreciar que, mediante el temporizador, se puede lograr el control de cierre de la válvula y así controlar el flujo de producto y con el controlador de ciclos hacer una mejora en el proceso de realizar el proceso varias veces sin la necesidad de la intervención humana.

Pero para ello se necesita conocer el flujo másico del producto esto para saber la cantidad exacta del producto requerido que se dosificara en determinado tiempo y en la cantidad de ciclos.

#### IV. RESULTADOS

Por medio del análisis de las ecuaciones mostradas en el marco teórico y en base a las investigaciones se logró hacer pruebas para poder hacer el control de los lapsos de tiempo definidos en base a la cantidad de producto. El sistema es presentado y simulado en Fluid-sim® donde se puede apreciar que nuestro sistema cumple con el proceso requerido.



#### V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este proyecto se propuso la implementación de un sistema de control electro neumático que permite mejorar tanto los tiempos como la precisión de la dosificación lo cual cumple con el objetivo de reducir las pérdidas que se presentan al dosificar, ya que se dependía de un temporizador, el cual solo mantenía la compuerta abierta cierto tiempo, pero mediante el controlador de ciclos no solo se mantiene esta compuerta abierta sino que dosifica la cantidad de producto deseado y gracias a ello se elimina ese error de dosificación teniendo un mejor desempeño y rendimiento de productos granulator y en polvo.

Todo esto se pudo realizar gracias a los estudios realizados en electro neumática y a el manejo del software Fluid-sim®.

## VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Quiero agradecer al ITESI por darme la oportunidad de participar en el 23° verano de investigación y por supuesto a mi asesor Juan Pablo Razón González por ser un excelente guía en el desarrollo de este artículo y haberme apoyado en las complicaciones que se presentaron a lo largo del desarrollo de esta. Por último, quiero agradecerme a mí por buscar nuevas formas de crecer académicamente.

## REFERENCIAS

- [1] «Dosificadores por gravedad,» [En línea]. Available: <http://staitalia.com>.
- [2] C. Mataix., Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas, Oxford University Press, 1982.
- [3] P. Rafael., Introducción a la Mecánica de Fluidos, Bogotá: McGraw Hill, 1991.
- [4] J. M. G. D. I. G. Juan Pablo R.G., «Automatización electroneumática de dispositivo dosificador por gravedad para productos granulados y en polvo,» Mujer en la Ciencia, 2020.

# DESPACHO ÓPTIMO AMBIENTAL DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA: MINIMIZACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub> MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DE FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES

Martín García Barajas  
 Instituto Tecnológico Superior de Irapuato  
 Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.  
*LIS17110878@irapuato.tecnm.mx*

José Miguel García Guzmán  
 Instituto Tecnológico Superior de Irapuato  
 Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.  
*jose.gg@irapuato.tecnm.mx*

Resumen — En este trabajo se analiza el impacto que tiene la integración de las fuentes de energía renovables en la operación económica y ambiental de los sistemas de potencia (SEP). La función de emisiones de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) y los modelos de las fuentes de energía renovable se integran en una formulación de Flujos de Potencia Óptimos (FPO), esto para obtener un despacho económico y medioambiental que considera el impacto de este tipo de fuentes de energía. Diversos casos de estudio se realizan para visualizar el efecto que tiene la integración de las fuentes de energía renovable en la operación de los SEP. Los resultados obtenidos muestran que las fuentes renovables reducen el costo de generación y las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Palabras clave — Sistemas potencia, despacho óptimo medioambiental, fuentes de energía renovables.

Abstract — This paper analyzes the impact of the integration of renewable energy sources in the economic and environmental operation of power systems (EPS). The emissions function of Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) and the renewable energy sources models are integrated in an Optimal Power Flows (OPF) formulation, in order to obtain an economic and environmental dispatch that considers the impact of this type of energy sources. Several case studies are carried out to visualize the effect of the integration of renewable energy sources in the operation of the SEPs. The results obtained show that renewable sources reduce generation costs and CO<sub>2</sub> emissions.

Keywords — Electric power systems, environmental optimal dispatch, renewable energy sources.



## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el cuidado del medio ambiente ha cobrado gran importancia en las actividades cotidianas y productivas de la sociedad alrededor del mundo. De modo que, en nuestros días es de gran importancia llevar a cabo tales actividades con la afectación mínima del medioambiente y garantizando la sustentabilidad ambiental. En los sistemas eléctricos de potencia (SEP) las centrales de generación termoeléctricas son una fuente de contaminación considerable, ya que emiten grandes cantidades de gases de efecto invernadero a la atmosfera. En este sentido, se realiza un estudio en el cual se reduce el impacto ambiental negativo que tienen las centrales de generación termoeléctricas a través de la reducción de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en el ambiente. El CO<sub>2</sub> es el gas contaminante que se considera en el estudio porque es el gas de efecto invernadero que se produce en mayor cantidad [1].

El análisis de Flujos de Potencia Óptimos (FPO) permite optimizar una función objetivo sujeta a distintas restricciones, con lo que se determina el estado óptimo de operación en estado estacionario del sistema eléctrico de potencia. Las funciones objetivo pueden considerar aspectos económicos, de seguridad o ambientales del sistema eléctrico [2].

La integración de fuentes de energía renovable en el sistema de generación de potencia activa ofrece energía limpia, de modo que, no emiten gases de efecto invernadero, por lo tanto, contribuyen a satisfacer la demanda eléctrica del SEP reduciendo la huella de carbono que producirían, si únicamente la demanda fuera satisfecha por centrales termoeléctricas.

De acuerdo al escenario antes descrito, en este trabajo se presenta un análisis del impacto que tiene la integración de los modelos de las fuentes de energía renovable en la operación económica y ambiental de los sistemas eléctricos de potencia.

## II. GENERACIÓN DE POTENCIA MEDIANTE FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

### A. Generación de potencia mediante energía eólica

En general, la energía eólica será producida por turbinas o molinos de viento. La energía cinética que existe en el aire en movimiento se convertirá en energía mecánica por la rotación de las palas del aerogenerador y en energía eléctrica por el generador eléctrico. La potencia disponible que es convertida por el aerogenerador es [3],

$$P_{Wind} = 0.5 \times \rho \times A \times v^3 \times C_p$$

Donde  $\rho$  es la densidad del viento con un valor de 1,221 kg/m<sup>3</sup>, A es el área de barrido de las aspas de la turbina de viento en m<sup>2</sup> y v es la velocidad del viento en m/s. El término CP es la constante de Betz o coeficiente de potencia, cuyo valor es igual a 59.3% [4].

### B. Generación de potencia mediante energía solar

La energía solar es una de las más abundantes en el planeta, no genera emisiones que contaminan el medio ambiente, requieren menos mantenimiento y su tiempo de duración es largo. Uno de los puntos importantes para la generación de energía solar es la radiación del sol, la cual es captada por un panel solar que se utiliza para convertir la radiación del sol en energía eléctrica. Una típica celda solar está formada por un diodo semiconductor de unión P-N [5], que trabaja con el principio del efecto fotovoltaico. Cuando la insolación solar es conocida, la potencia de salida generada por una planta solar PSolar puede ser calculada, en KW, como sigue [3],

$$P_{Solar} = PR \times GHI \times A_s \times \eta_{PV} \times S_z$$

Donde, PR es la relación de rendimiento, cuyo valor se encuentra entre 0.5 y 0.9, el valor por defecto es de 0.75, GHI es la irradiación global horizontal en kW/m<sup>2</sup>, AS es el área superficial del panel solar en m<sup>2</sup>, PV es

la eficiencia del panel solar cuyo valor es alrededor de 0.15 y SZ es el número de paneles solares que contiene la planta solar.

### III. FORMULACIÓN DE FPO MULTI-OBJETIVO CONSIDERANDO ENERGÍAS RENOVABLES

Las dos funciones a minimizar en el FPO multiobjetivo son el costo de generación de potencia activa y la de emisiones de CO<sub>2</sub>, las cuales se minimizan de forma simultánea. Enseguida se presentan los modelos matemáticos de la formulación de FPO que considera aspectos económicos y ambientales, incluyendo las fuentes de energía renovable.

A. Modelo matemático del problema de flujos de potencia óptimos multiobjetivo

La función global multiobjetivo a minimizar se expresa mediante la Ec. (3) como sigue [6, 7],

$$F_T(P_{g,i}) = w_C * F_C \times (P_{g,i}) - w_E \times h \times F_E(P_{g,i})$$

En (3) FC es la función de costo de generación y FE la función de emisiones, las cuales se detallan explícitamente en [2]. Los términos wC y wE son los coeficientes de ponderación para las funciones costo y emisiones, en forma respectiva, mientras que el termino h es el factor de penalización que permite combinar ambas funciones objetivo en una función global.

$$h_i = \frac{F_{Ci}(P_{gi}^{max})/P_{gi}^{max}}{F_{Ei}(P_{gi}^{max})/P_{gi}^{max}}$$

Donde P<sub>gimax</sub> es la potencia máxima del generador i, de modo que las funciones FC<sub>i</sub> y FE<sub>i</sub> son evaluadas en este valor de la potencia generada en el i-ésimo generador.

1) Restricciones de igualdad

Las restricciones de igualdad que permiten modelar el balance de potencia activa considerando las fuentes de energía renovables son dadas enseguida,

$$P_{g,k} + \sum_{i=1}^{Nw} P_{Wind,i} + \sum_{i=1}^{Ns} P_{Solar,i} - P_{D,k} - \sum_{m=1}^{Nb} P_{iny,m,k} = 0 \quad Q_{g,k} - Q_{D,k} - \sum_{m=1}^{Nb} Q_{iny,m,k} = 0$$

Donde {P<sub>g,k</sub>, Q<sub>g,k</sub>}, {P<sub>D,k</sub>, Q<sub>D,k</sub>} y {P<sub>iny,k</sub>, Q<sub>iny,k</sub>} son la potencia activa y reactiva generada, demandada e inyectada en el nodo k, en forma respectiva. El término P<sub>Wind</sub> representa la potencia activa generada por las N<sub>w</sub> centrales eólicas y P<sub>solar</sub> es la potencia generada por las N<sub>s</sub> centrales fotovoltaicas.

2) Restricciones de desigualdad al sistema eléctrico

Las restricciones de desigualdad modelan los límites físicos y operativos del sistema eléctrico, las cuales se modelan mediante las expresiones siguientes,

$$\begin{aligned} \delta_k^{\min} &< \delta_k < \delta_k^{\max} \\ V_k^{\min} &< V_k < V_k^{\max} \\ P_{g,i}^{\min} &< P_{g,i} < P_{g,i}^{\max} \\ Q_{g,i}^{\min} &< Q_{g,i} < Q_{g,i}^{\max} \\ P_{Wind} &= 0; \quad v_{nom} < v_{min} \\ P_{Wind} &= 0.5 * \rho * A * v^3; \quad v_{min} < v < v_{max} \\ P_{Wind} &= P_r; \quad v > v_{max} \\ P_{Solar} &= 0; \quad GHI < GHI_{min} \\ P_{Solar} &= PR * \eta * A_s * S_z; \quad GHI > GHI_{min} \end{aligned}$$

Las restricciones de desigualdad (10) y (11) corresponden a las fuentes de energía renovable [3]. La variable  $P_r$  es la potencia nominal del aerogenerador,  $v_{min}$  es la velocidad mínima del viento de 3.5 m/s y  $v_{max}$  es la velocidad máxima del viento de 20 m/s. Se debe mencionar que la velocidad nominal del viento es de 11 m/s. La variable  $GHI_{min}$  es la irradiancia mínima del sol mínima cuyo valor es de 5.5 kW/m<sup>2</sup> [8].

#### IV. CASO DE ESTUDIO

En esta sección se presentan diversos casos de estudio que permiten analizar el efecto que tiene la integración de los modelos de la fuente de energía solar y eólica en las emisiones de CO<sub>2</sub> y en el costo de generación de potencia activa de un sistema eléctrico de potencia. En los casos de estudio se emplea el sistema eléctrico de potencia de 9 nodos [9], el cual consta de tres generadores, seis líneas de transmisión y tres transformadores. Los coeficientes de las funciones de costo y de emisiones de dióxido de carbono de las unidades de generación de este SEP se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Coeficientes de las funciones de costo y emisiones del SEP de 9 nodos.

Generador	a (\$/h)	b (\$/MWh)	c (\$/MW <sup>2</sup> h)	d (lb/h)	e (lb/MWh)	f (lb/MW <sup>2</sup> h)
1	140	2.0	0.0060	137.3701	-1.2488	0.0138
2	120	1.5	0.0075	137.3701	-1.2488	0.0138
3	80	1.8	0.0070	363.7048	0.8051	0.0077

Los límites de tensión utilizados en los casos de estudio presentados con este SEP son de 0.95 pu para los límites inferiores y de 1.05 pu para los superiores. Mientras que los valores iniciales de los ángulos de fase de tensión son de 0°. Los límites utilizados para la potencia activa y reactiva para el generador 1 son, en forma respectiva,  $0 \leq P_{G1} \leq 200$  MW y  $-100 \leq Q_{G1} \leq 150$  MVAR; para el generador 2 de  $0 \leq P_{G2} \leq 150$  MW y  $-100 \leq Q_{G2} \leq 300$  MVAR; y para el generador 3 de  $0 \leq P_{G3} \leq 100$  MW y  $-100 \leq Q_{G3} \leq 300$  MVAR.

Para analizar el comportamiento de la operación económica y ambiental de los sistemas eléctricos de potencia se realizan cuatro análisis de flujos de potencia óptimos multiobjetivo con el sistema de 9 nodos. En el primer análisis se obtiene la solución de FPO multiobjetivo sin considerar las fuentes de energía renovable; para el segundo análisis se añade una central de generación eólica en el nodo 7, la cual tiene una generación de 35.7250 MW de potencia activa. En el tercer análisis de FPO se incorpora una central de generación fotovoltaica en el nodo 9, que genera una potencia activa de 48.0942 MW, y finalmente, en el cuarto análisis se incluyen los dos tipos de centrales de generación con fuentes de energía renovable en los nodos antes mencionados. Es importante mencionar que en los análisis de FPO realizados se combina la función de costo y la función de emisiones en la función global con el mismo factor de peso, esto con la finalidad de analizar la operación del SEP dando la misma importancia al aspecto económico y ambiental. Un resumen de los resultados obtenidos de los cuatro análisis de FPO mencionados antes se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Resumen de resultados de los análisis e FPO multiobjetivo.

Parámetros	Sin $P_{wind}$ y $P_{solar}$	Con $P_{wind}$	Con $P_{solar}$	Con $P_{wind}$ y $P_{solar}$
$P_G$ (MW)	318.001	282.586	270.284	234.806
$Q_G$ (MVAR)	5.818	3.379	2.775	0.329
$P_{pérdidas}$ (MW)	3.001	3.311	3.378	3.625
$Q_{pérdidas}$ (MVAR)	-109.182	-111.620	-112.225	-114.671
Costo (\$/h)	1134.055	1024.099	987.661	885.517
Emisiones (lb/h)	845.603	778.677	757.324	702.705

A partir de los resultados mostrados en la Tabla 2, se puede observar que al añadir una fuente energía renovable al sistema eléctrico de potencia ocurre una disminución en el costo de generación debido a que se demanda menos potencia a los generadores para satisfacer la carga y las pérdidas de potencia activa en los elementos de transmisión. Lo mismo ocurre con las emisiones, al producir una menor cantidad de potencia mediante los generadores las emisiones de CO<sub>2</sub> tienden a disminuir, ya que estas dependen de la potencia generada por las centrales de generación termoelectrónica. En forma similar y de acuerdo con la Columna 4 de la tabla en mención, cuando se integran las dos formas de generación de potencia con las fuentes de energía renovable se presenta una disminución aún mayor en el costo de generación y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Por otro lado, con la inclusión de las fuentes de energía renovable se disminuye la generación y las pérdidas de potencia reactiva, lo cual se traduce en una mejora del perfil de tensión nodal del sistema de potencia. También se debe notar que las pérdidas de potencia activa son mayores al añadir fuentes de energía renovables al sistema de potencia.

## V. CONCLUSIONES

Un análisis del despacho óptimo ambiental, donde se minimizan las emisiones de CO<sub>2</sub> y el costo de generación de potencia activa mediante la integración de los modelos de la fuente de energía eólica y solar, se ha presentado. De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que al integrar los modelos de las fuentes de energía renovable se presenta una reducción en las emisiones de dióxido de carbono y en el costo de generación, por lo que, se mejora la operación económica y ambiental del SEP, a pesar del aumento de las pérdidas de potencia activa. De igual manera, se concluye que al integrar las fuentes de energía renovable se presenta una mejora en el perfil de tensión nodal del sistema a causa de una disminución de la generación y pérdidas de potencia reactiva

## REFERENCIAS

- [1] Oceana. (2008) “Gases de efecto invernadero”. [Online]. Disponible: <https://eu.oceada.org/es/>
- [2] D. Corona, H. Elizarraraz, J. A. Márquez y J. M. García, “Flujos de Potencia Óptimos multi-objetivo: Análisis de la operación de sistemas de potencia considerando las emisiones de CO<sub>2</sub>”, *Identidad Energética*, vol. 2, No. 1, Dic. 2019.
- [3] S. S. Mahaboob, S. V. Chintalapudi, S. Sirigiri, “Optimal Power Flow Solution in the Presence of Renewable Energy Sources”, *Iran J Sci Technol Trans Electr Eng*, vol. 45, pp. 61–79, March 2021.
- [4] T. Ackerman, *Wind Power in Power System*, 1st. Ed. New York: John Wiley & Sons Inc Print on, 2005.
- [5] M.R. Patel, *Wind and solar power systems: design, analysis, and operation*, 1st. Ed. New York: CRC Press, 1999.
- [6] P. S. Kulkarni, A. G. Kothari, and D. P. Kothari, “Combined Economic and Emission Dispatch Using Improved Backpropagation Neural Network,” *Electric Machines and Power Systems*, vol. 28, No. 1, pp. 31-44, Nov., 2010.
- [7] Y. Demirel and A. Demiroren, “Economic and minimum emission dispatch,” in *International Conference on Electrical and Electronics Engineering*, Bursa, Turkey, 2003, pp. 1-5, 2003.
- [8] Deloitte México. (2019) “En energía, México debe apuntar al sol”. [Online]. Disponible: <https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/dnoticias/articles/energia-solar-en-mexico.html>.
- [9] P. W. Sauer and M. A. Pai, “Power System Dynamics and Stability”, Champaign, Illinois, USA, Stipes Publishing L.L.C., 1997.

## ESTUDIO Y COMPARACIÓN DE PROCESAMIENTOS POLIMÉRICOS

Graciela Guerrero Lara  
Instituto Tecnológico de Querétaro  
Av. Tecnológico s/n, Centro, 76000 Santiago de Querétaro, Qro.  
*graciela.guerrerolara@yahoo.com.mx*

Cynthia Graciela Flores Hernández  
Instituto Tecnológico de Querétaro  
Av. Tecnológico s/n, Centro, 76000 Santiago de Querétaro, Qro.  
*cynthia.fh@queretaro.tecnm.mx*

Resumen — En el presente reporte se presentan los resultados de estudiar el método de casting para el desarrollo de biocompósitos de base almidón reforzados con fibra natural. Se diseñaron cinco formulaciones de películas de biocompósito, cada una por duplicado, con variaciones en la cantidad de la fibra natural. Se evaluaron las propiedades mediante el contenido de humedad, apariencia física y composición. La composición de las películas se examinó con un Espectrofotómetro de Infrarrojo de Transformada de Fourier (FTIR). Los resultados obtenidos mostraron grandes ventajas en cuanto a su procesamiento. De igual manera, se abre una línea de investigación muy interesante para apoyar el desarrollo de productos desechables amigables con el ambiente.

Palabras clave: Biocompósitos, fibra natural, método de casting, almidón.

Abstract — In this report we present the results about casting method to develop multiple formulations to obtain films of starch biocomposite reinforced with natural fibers. Five biocomposite film formulations were designed with variations in the composition of the natural fiber, each one did it twice. To evaluate their properties, we consider the moisture content, appearance, and composition. The composition of the films was examined with a Fourier Transform Infrared Spectrophotometer (FTIR). The obtained results were the expected, showing great advantages about the processing method. In addition, this opens a very interesting line of research to support the development of environmentally friendly disposable products.

Keywords: biocomposites, natural fiber, casting method, starch.

## I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de nuevos materiales biopoliméricos incorporando fibras naturales como refuerzos se ha convertido en una gran área de interés, ya que mezclas apropiadas pueden mejorar sustancialmente sus propiedades mecánicas, conformando lo que se conoce como biocompuestos, biocompósitos o eco-compósitos [1]. A su vez, estos pueden competir en propiedades con los polímeros sintéticos, con la ventaja de presentar biodegradabilidad y reciclaje [2].

Se han realizado investigaciones basándose en materiales que son de origen natural, tal como es el caso del almidón, que debido a sus propiedades físicas estas pueden compararse con productos elaborados de polímeros sintéticos [3,4].

Las principales características de la fibra natural utilizada (que por cuestiones de publicación y registro no será mencionada), es que cuenta con un uso extendido de sus extractos como colorante en productos de la industria alimentaria y farmacéutica. La fibra que resulta al obtener el extracto, no tiene un uso significativo, por lo que constituye un residuo de un producto secundario en el proceso de extracción [5].

Hasta el momento existen muy pocos desarrollos de materiales compuestos con que tengan una matriz y un refuerzo completamente natural. De igual manera, cabe mencionar que no existe en la literatura un estudio que involucre el reúso de este residuo en una matriz tan versátil como es el almidón.

Por otro lado, existen varios métodos para producir materiales compuestos, incluyendo el moldeo, la extrusión y la fabricación de películas y fibras. Las técnicas que se utilizan para conformar compósitos dependen en gran medida de la naturaleza del polímero que se incluya, en particular si es termoplástico o termoestable [6]. La mayor parte de las investigaciones en las películas basadas en polisacáridos utilizan el método “casting/moldeado” porque es simple, reproducible en la mayoría de los laboratorios y útil como una primera aproximación a la formación de películas comestibles [7].

La intención de este proyecto es estudiar que el método de casting sea una técnica óptima para el desarrollo de biocompósitos de base almidón reforzados con fibra natural.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología que se empleó para realizar el presente trabajo, según Flores-Hernández & col., en el 2014, fue la siguiente:

La fibra natural se obtuvo del residuo de la elaboración de bebidas caseras. Una vez seca la fibra, se trituró y tamizó con una malla de tamaño 60. Como siguiente paso, se agregó a una solución de almidón, la cual debía alcanzar una temperatura de entre  $90\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , en agitación constante para alcanzar el punto de gelatinización durante un periodo de 10 minutos. Como agente plastificante se utilizó glicerol. Las soluciones de biocompósitos fueron vaciadas en moldes de teflón para obtener las películas, las cuales se secaron a temperatura ambiente entre 72 y 96 horas.

Se realizaron diversas formulaciones de biocompósitos de almidón y fibra natural, variando la cantidad de la fibra natural. Sin embargo, estas se encuentran como parte de un proceso de registro de formulaciones, por lo que no se mencionaran en este trabajo. Cada una de las muestras se realizó por duplicado.

Para evaluar las propiedades de los materiales desarrollados se consideraron los siguientes criterios: composición estructural, apariencia física y humedad.

El análisis de la composición de las películas se llevó a cabo utilizando el método de reflectancia total atenuada (ATR) en un Espectrofotómetro de Infrarrojo de Transformada de Fourier (FTIR) marca Bruker Optics Tensor 37, con  $1\text{ cm}^{-1}$  de resolución y 32 escaneos en un rango de  $4000\text{--}400\text{ cm}^{-1}$ .



Este análisis permitió determinar cuáles son los grupos funcionales presentes en los materiales compuestos y con ello se comprobó la identidad de los materiales.

El análisis de la apariencia de los biocompuestos, que incluye la evaluación de la integración de las fases, se realizó de forma macroscópica a partir de una inspección visual directa de las muestras.

La humedad se calculó por un método termogravimétrico clásico, determinando la pérdida de masa de agua luego del secado. La temperatura elegida para las pruebas de humedad considera evitar la pérdida del plastificante. Todas las determinaciones se realizaron por duplicado. El contenido de humedad se determinó con el porcentaje en peso de la película inicial perdido durante el secado y se informó sobre la humedad en base a la siguiente ecuación:

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{\text{masa inicial} - \text{masa final}}{\text{masa inicial}} * 100$$

## II. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Apariencia física

De las películas de los biocompuestos de matriz almidón refuerzo de la fibra natural, por inspección visual se observa una película translúcida, que logra una buena integración entre las fases matriz polisacárida y refuerzo (ver figura 1). De igual manera, se percibe una apariencia homogénea, no hay acumulaciones o aglomeraciones de los materiales. Debido a la presencia de la fibra natural, como un material de naturaleza antifúngica, no existe presencia de hongos o bacterias.

Figura 1. Biocompuesto almidón con 4% de refuerzo de fibra natural.



### Composición de los biocompuestos

Los espectros FTIR fueron utilizados para la confirmación de la estructura química de los biocompuestos de almidón reforzados con la fibra natural. En la figura 2 se pueden identificar los principales grupos funcionales de los biopolímeros, todos los espectros presentan las mismas señales ya que la composición cualitativa de las muestras es idéntica.

Alrededor de los 3300 cm<sup>-1</sup> encontramos vibraciones de estiramiento O-H, que se relaciona a los grupos hidroxilos de los polisacáridos del almidón, de igual forma, sugiere la presencia de las antocianinas encontradas en la fibra natural utilizada [8]. La señal encontrada en los 2900 cm<sup>-1</sup>, hace referencia a la vibración asimétrica de C-H de los grupos metilo del polisacárido. En aproximadamente 1620 cm<sup>-1</sup>, tenemos un grupo alqueno C=C perteneciente a la fibra natural. La señal que aparece a los 1000 cm<sup>-1</sup> corresponde a la vibración de los anillos aromáticos y al grupo =C-O-C de los flavonoides [9] (constituyentes de las antocianinas).

Figura 2. Espectros FTIR de muestras de biocompósitos almidón con refuerzo de fibra natural y glicerol.

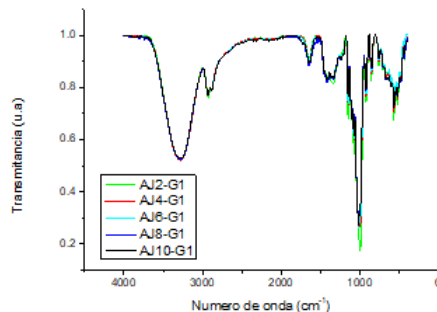


Figura 3. Estructura química fibra natural

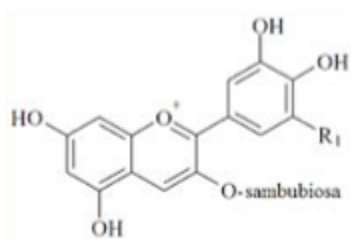
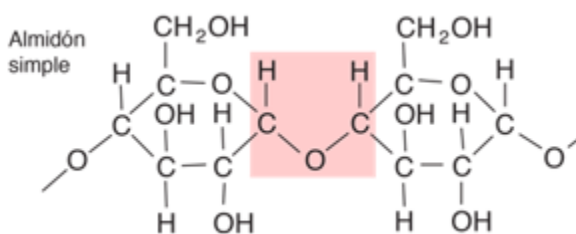


Figura 4. Estructura química del almidón



Las figuras 3 y 4, podemos observar la estructura química de la fibra natural y el almidón, respectivamente. Relacionando ambas estructuras con las señales obtenidas en FTIR se puede observar que nos indican que los grupos identificados son prácticamente los mismos, ya que al ser la fibra natural y el almidón productos de origen natural, la fibra natural tendrá grupos similares a los que tiene un polisacárido.

#### Contenido de humedad

En la tabla 1 se reportan los resultados del cálculo del contenido de humedad en las películas de biocompósitos.

Nombre de la muestra	%Humedad
Composición 1	0.0384%
Composición 2	0.1191%
Composición 3	0.1048%
Composición 4	0.1252%
Composición 5	0.2953%

El % de humedad se relacionará directamente con la capacidad de procesamiento, periodo de conservación, usabilidad y la calidad del producto, un alto contenido de humedad afectará las características antes mencionadas y por ello este dato es clave para garantizar la calidad de estos productos [10].

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Lo más importante de esta investigación fue la integración de la fibra natural como fase de refuerzo en la matriz de almidón, ya que no existen reportes del uso de esta y se considera un producto de residuo luego de la obtención de sus extractos.

Basándose en los resultados obtenidos de la técnica FTIR, se pudo comprobar la presencia y de los dos materiales,

los cuales comparten grupos funcionales similares. Lo que sugiere que es posible, que utilizando otro tipo de técnicas este proyecto pueda llevarse a mayor escala.

A través del método de casting, el cual fue de suma importancia, al ser una técnica que se desarrolla a nivel laboratorio, permitió llevar a cabo la investigación de forma sencilla y económica, a comparación de experimentos fallidos realizados con técnicas más complejas llevados a escala industrial. Así mismo, permitió comprobar que el método de casting es una buena técnica para el comienzo del desarrollo de alguna investigación que se puede escalar a nivel semi-industrial.

## V. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradecemos el apoyo brindado por el 23° Verano de la Ciencia Región Centro, al Programa de Nuevos Talentos Científicos y Tecnológicos 2021 del Estado de Querétaro, por incentivar y promover la investigación en los estudiantes de nivel superior.

Agradecemos también al Tecnológico Nacional de México Campus Querétaro, a través del Departamento de Metalmeccánica, la División de Posgrado e Investigación, el Laboratorio de Química y el Laboratorio de Materiales, por prestar sus instalaciones y equipos para el desarrollo de este proyecto.

## REFERENCIAS

- [1] Patel, Martin, Bastioli, Catia, &Luigi.(2004).Environmental assessment of bio-based polymers and natural fibres. *Biopolímeros*, 33, 13. <https://www.virtualpro.co/revista/biopolimeros> [consultado en julio 2021]
- [2] Barone, J.R. (2009). Lignocellulosic fiber-reinforced keratin polymer composites, *Journal Polymer Environmental*, 17, 143-151. [consultado en julio 2021]
- [3] Lu, D.R., Xiao, C. M., Xu, S. J. (2009). Starch-based completely biodegradable polymer materials, *eXPRESS Polymer Letters* 3, 366-375. [consultado en junio 2021]
- [4] Bello, L.A. y O. Paredes. (1999). El almidón: lo comemos, pero no lo conocemos, *Perspectivas*, 50 (3), 29-33. [consultado en julio 2021]
- [5] Piovesana, A., Zapata, C. (2015) La flor de hibisco, *Agenda química virtual*. <http://agendaquimica.blogspot.com/2015/09/la-flor-de-hibisco.html> [consultado en julio 2021]
- [6] Flores-Hernández, C.G. (2015). Plumas de ave de desecho como material alternativo de refuerzo de materiales compuestos biodegradables base almidón-quitosano. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma del Estado de México. [consultado en julio del 2021]
- [7] Hernández-Izquierdo, V.M., Krochta, J.M., 2008, Thermoplastics processing of proteins for film formation-A review, *Journal of Food Science*, 73, 30-39 [consultado en julio 2021]
- [8] Flores-Hernández CG, Colin-Cruz A, Velasco-Santos C, Castaño VM, Rivera-Armenta JL, Almendarez-Camarillo A, Garcia-Casillas PE & Martínez-Hernandez AL. (2014). All green composites from fully renewable biopolymers: chitosan-starch reinforced with keratin from feathers. *Polymers.*, 6, 686-705 [consultado en julio 2021]
- [9] Regules-Carrasco, M., Hernández-Fuentes, J., Rojas-Valencia. O.G., Villagarcía-Chávez E., Estrada-Flores, M., Reza-San Germán, C.M. (2020). Síntesis y caracterización de puntos cuánticos de Carbono obtenidos a partir de Hibiscus Sabdariffa (Flor de Jamaica). <https://www.esfm.ipn.mx/assets/files/esfm/docs/RNAFM/articulos-2020/XXVRNAFM059.pdf> [consultado en julio 2021]
- [10]. Cortés-Mendoza, A., Martínez-Rubio, M.A., Atanacio-Gelover, A.L., Rocha-Solache, S., Ortuño-López, M.B., Flores-Hernández, C.G., Pineda-Chacón, G. (2020). Biocompósitos reforzados con fibras de jamaica para bolsa eco-amigable [consultado en julio 2021]

# ESTUDIO DE LAS SÍNTESIS DE COMPUESTOS MAGNÉTICOS A PARTIR DEL MINERAL DE CELESTITA Y SULFATO FERROSO POR LA TÉCNICA DE COPRECIPITACIÓN

David Eliud Flores Hernández

UAdeC, Facultad de Metalurgia. Carretera 57 km 5, Monclova, Coahuila.

*floresdavid@uadec.edu.mx*

Ma. Gloria Rosales Sosa

UAdeC, Facultad de Metalurgia. Carretera 57 km 5, Monclova, Coahuila.

*mrosales@uadec.edu.mx*

Resumen — Cantidades estequiométricas de sulfato ferroso heptahidratado y sulfato de estroncio (celestita) fueron puestas a reaccionar por la técnica de coprecipitación química en relaciones 3:1, 2:1 y 1:1 respectivamente. Estas sales se mezclaron perfectamente en agua destilada, posteriormente fueron agregadas a una solución de hidróxido de amonio a 50 °C, con agitación magnética. El producto de la reacción se observa como un precipitado negro. Los productos obtenidos fueron caracterizados por la técnica de Difracción de rayos X, y Espectrómetro de fluorescencia de rayos X. Los resultados demuestran la presencia de hexaferrita de estroncio, pero no como fase predominante, pues también se observa que existen fases de magnetita, carbonato de estroncio y sulfato de estroncio.

Palabras clave — Ferrita de estroncio, Sulfato ferroso, Imán

Abstract — Stoichiometric amounts of ferrous sulfate heptahydrate and strontium sulfate (celestite) were reacted by the chemical coprecipitation technique in 3: 1, 2: 1 and 1: 1 respectively. These salts were perfectly mixed in distilled water, later they were added to an ammonium hydroxide solution at 50 ° C, with magnetic stirring. The reaction product is observed as a black precipitate. The products obtained were characterized by the X-ray diffraction technique and X-ray fluorescence spectrometer. The results show the presence of strontium hexaferrite, but not as the predominant phase, since it is also observed that there are magnetite phases, strontium carbonate and strontium sulfate.

Keywords — Strontium Ferrite, Ferrous Sulfate, Magnet

## I. INTRODUCCIÓN

Los principales minerales del estroncio son la celestita ( $\text{SrSO}_4$ ) y la estroncianita ( $\text{SrCO}_3$ ). El estroncio es divalente en todos sus compuestos, que son, al igual que el hidróxido, el fluoruro y el sulfato, totalmente solubles. El estroncio es un formador de complejos más débiles que el calcio, formando unos cuantos oxicomplejos débiles con tartratos y citratos, entre otros. El estroncio puro es extremadamente reactivo y arde espontáneamente en presencia de aire considerándosele un riesgo de incendio, por lo que debe conservarse sumergido en queroseno. Reacciona rápidamente con el agua liberando el hidrógeno para formar el hidróxido. Es utilizado en la datación radiométrica de la investigación geológica [1]. La celestita, es un sulfato de estroncio ( $\text{SrSO}_4$ ) con peso específico de 3.9 a 4.0  $\text{Kg/m}^3$ ; dureza de 3.0 a 3.5 Mosh; su color es ligeramente azul, puede ser blanco, amarillo y raras veces verde o rojizo; a veces es fluorescente. Los componentes del estroncio tienen una tendencia a precipitar o absorber pequeñas cantidades de manganeso, hierro y sílice de soluciones de sosa cáustica. El estroncio produce alta fuerza coercitiva y resistividad térmica y eléctrica, y al quemar produce una flama roja brillante única [2-3]. El estroncio es el 15° elemento en abundancia en el planeta. Dos minerales contienen suficiente estroncio para ser económicamente recuperables: celestita (sulfato de estroncio) y estroncianita (carbonato de estroncio). La celestita tiene mayor ocurrencia presentándose en depósitos sedimentarios de tamaño suficientemente atractivo para ser minado. Otro uso del estroncio es magnetos de cerámica, en forma de ferrita de estroncio. Tales magnetos fueron ampliamente usados en los pequeños motores de corriente directa de limpiadores de parabrisas de automóviles, altavoces, otros equipos electrónicos, juguetes y artículos decorativos sujetos magnéticamente. Los magnetos de ferrita de estroncio tienen una alta fuerza coercitiva y alta resistencia térmica y eléctrica y son químicamente inertes. Retienen muy bien su magnetismo, no son afectados adversamente por corriente eléctrica o altas temperaturas, no reaccionan con la mayoría de los solventes químicos y tienen una baja densidad [5].

## II. MARCO TEÓRICO

Las ferritas son una familia de óxidos de la forma  $\text{MFe}_2\text{O}_4$ , que se pueden considerar como derivados de la magnetita, cuya fórmula es  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . El metal M típicamente es Co, Ni o Zn en estado de oxidación +2 [1]. Se pueden clasificar según el tipo estructural en hexagonales con estructura magnetoplumbita y cúbicas con estructura granate o espinela [5].

La historia del magnetismo permanente es muy rica ya diferencia de muchos aspectos de la ciencia se remonta a decenas de siglos. Las primeras observaciones del magnetismo se remontan al filósofo griego Tales en el siglo VI A.C. Sin embargo, no fue hasta 1600 que la comprensión del magnetismo comenzó, lo que abrió el camino para el tratamiento moderno del magnetismo. Al principio de lo que se denominó como magnetita (óxido de un origen natural  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), contenida en rocas de origen natural, se encontró que se atraen entre sí. Debido a que la anisotropía es una parte integral de la magnetización, unas palabras sobre el tema se justifican. Propiedades magnéticas varían dependiendo de la dirección cristalográfica largo de la cual están alineados los dipolos magnéticos. Por ejemplo, la magnetita (de origen natural  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), que tiene una estructura de espinela, se puede magnetizar a lo largo del  $\langle 111 \rangle$  como direcciones, la dirección fácil de la magnetización. La  $\langle 100 \rangle$ , como indicaciones representan la dirección de la magnetización duro y  $\langle 110 \rangle$ , como indicaciones son la dirección de la magnetización intermedia [5]. Ferritas hexagonales de estroncio ( $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ : SRM) tiene bastante alta la constante de anisotropía magneto- cristalina, excelente estabilidad química y resistencia mecánica. Las Ferritas hexagonales ( $\text{MFe}_{12}\text{O}_{19}$ , M = Ba, Sr, Pb) han atraído una atención considerable. En particular, hexaferrita de estroncio ( $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$ ), como un miembro importante de ferritas hexagonales, muestra propiedades físicas y químicas únicas, como la temperatura relativamente alta Curie, de alta coercitividad y la magnetización de saturación, asociado con la buena corrosión resistencia, estabilidad química y bajo costo.  $\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$  se ha aplicado

ampliamente como materiales magnéticos permanentes, materiales de absorción de ondas electromagnéticas y medios de grabación magnética, etc. Por lo tanto, SrFe<sub>12</sub>O<sub>19</sub> se están convirtiendo en un importante material, debido a su alta coercitividad y la anisotropía cristalina, propiedades magnéticas controladas y toxicidad nula [5].

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

- Vaso de precipitado de 250 ml y 1000 ml
- Estufa
- Termómetro
- Agitador magnético
- Agua destilada

#### A. Equipo

- Imán
- Agitador
- Espátula
- Balanza granataria • Probeta
- Vaso desechable
- Parrilla de agitación magnética modelo cimarec thermo scientific.
- Difractor de rayos X, Bruker D8 Advance
- Espectrómetro de fluorescencia de rayos X

#### B. Coprecipitación

En un vaso de precipitado se añadieron 50 ml de agua destilada, la cual fue calentada hasta los 50 °C con agitación constante. En otro vaso de precipitado se colocaron 50 ml de Hidróxido de amonio. Dicha solución se añadió al agua caliente al llegar a los 50 °C, posteriormente se esperaron algunos minutos para que éste retomara la temperatura. En otro recipiente, se mezclaron las sales de sulfato ferroso y celestita, posteriormente se le vació al vaso de precipitado con el agua destilada y el hidróxido de amonio. En la Fig. 1 se ilustra el proceso de formación de ferrita de estroncio.

Fig. 1. Proceso de coprecipitación



Ya secado se pasó al vaso de plástico añadiéndose agua destilada para después decantar los residuos no magnéticos, repitiendo este proceso varias veces hasta obtener la máxima cantidad de ferrita posible. No olvidando poner el imán por debajo del vaso para observar la cantidad formada. Una vez obtenida, se deja reposar a temperatura ambiente formándose un sólido. Obteniéndose aproximadamente 30 gramos de ferrita.

Posteriormente se le llevo al espectrómetro de fluorescencia de rayos X para revisar si aparecieron nuevos elementos químicos y comparar con su estado mineral.



#### IV. RESULTADOS

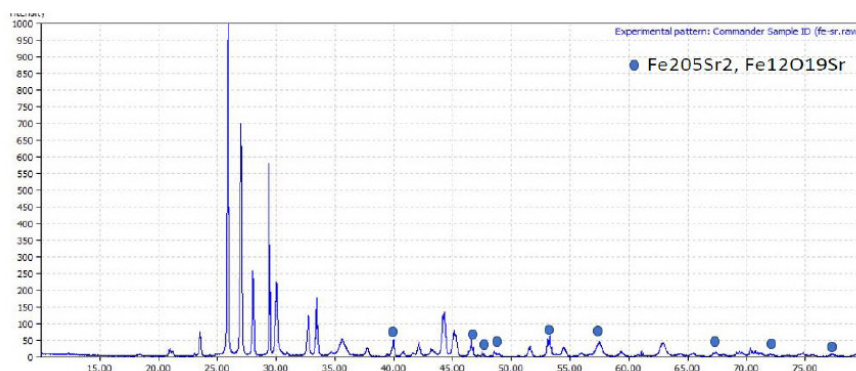
En la tabla 1 podemos observar los resultados de la composición química del mineral, antes de la coprecipitación química. Podemos observar que es un mineral de celestita de alta ley, pues el porcentaje de estroncio es del 61.657 %, Se observa también un contenido de azufre (S), del 13.94% y de calcio (Ca) es de 11.11%. Se aprecia también un contenido considerable de carbón (C), de 9.76%, esto puede ser debido a que el mineral contenga también carbonato de estroncio.

Tabla1. Composición química del mineral

Composición	Concentración	Unidad
S	13.94	%
Cl	0.42	%
K	0.05	%
Ca	11.11	%
Ti	0.009	%
Fe	0.346	%
Sr	61.657	%
Ba	2.39	%
Eu	0.03	%
U	0.282	%
C	9.766	%
	100	%

Los resultados de la difracción de rayos x, para la relación estequiométrica de 1:1, se pueden ver en la Fig. 2. Se puede apreciar picos atribuibles a la ferrita de estroncio, sin embargo, no es la fase predominante también se observan picos que indican la presencia de magnetita, compuestos de carbonato de estroncio y de sulfato de estroncio.

Fig. 2. Difractograma de los compuestos obtenidos por coprecipitación (1:1)



El análisis químico por fluorescencia de rayos x, después de la reacción de coprecipitación nos indica que en la coprecipitación se han aumentado los porcentajes de estroncio, que según el difractograma de rayos x está en forma de compuesto de hexaferrita de estroncio. Llama la atención la cantidad de carbón que trae la muestra, y que aun después de la coprecipitación sigue presentándose y en mayor cantidad, lo cual es debido a la cantidad de carbonato de estroncio que resultó en el difractograma después de la coprecipitación. Es decir, la reacción de coprecipitación, si produce hexaferrita de estroncio, pero no en su totalidad, pues aun queda una cantidad considerable del sulfato de estroncio sin descomponer y también la fase carbonato de estroncio.

## V. CONCLUSIONES

El mineral de celestita es una fuente muy valiosa de sulfato de estroncio, así lo indican los análisis de fluorescencia de rayos x.

La técnica de coprecipitación química es una técnica económica, muy sencilla y es amigable con el medio ambiente para producir compuestos magnéticos.

Fue posible obtener un material magnético, que contiene hexaferrita de estroncio, magnetita, pero los resultados de difracción de rayos x nos indican también la presencia de sulfato de estroncio y carbonato de estroncio.

Tabla 2. Composición química elemental del producto obtenido por coprecipitación (1:1)

Composición	Concentración	Unidad
S	7.153	%
Cl	0.319	%
K	0.027	%
Ca	7.547	%
Mn	0	%
Fe	22.426	%
Rb	0.05	%
Sr	42.343	%
Ce	0.632	%
Eu	0.178	%
C	19.325	%
	100	%

## VI. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Facultad de Metalurgia por permitirme el uso de sus instalaciones, así como a las distintas dependencias de gobierno que hacen posible los veranos de la ciencia sin olvidar la importante mención de la Dra. María Gloria Rosales Sosa por su tiempo dedicado a este proyecto, por su tiempo invaluable que dedico como guía para la realización de esta investigación.

## REFERENCIAS

- [1] secretaría de Economía <http://www.economia.gob.mxP=1720>
- [2] Alex Golman "Handbook of modern ferromagnetic materials" (Microstructural aspects of ferrites) Kluwer Academic Publishers, 1999. Pág. 206,291,304.
- [3] M. Sukiennik, J. Méndez, J. Torres, A. Flores, J. Escobedo, "Propiedades Termodinámicas y Cinéticas del Sulfato de Estroncio en una atmósfera de Co y CO<sub>2</sub>", CINVSTAV-IPN, Saltillo, México. XV Congreso Mundial de Minería, España. Pp 799-808
- [4] Javier Rivas Ramos, Eduardo Sánchez C, Daniel Meade M., "Obtención de Carbonato de Estroncio a partir de Celestita", Departamento de Química, División de Ciencias y Humanidades, ITESM Campus Monterrey, México, 1987, pp 1-10
- [5] <http://www.investigacionyposgrado.uadec.mx/site/wp-content/uploads/2021/03/G8-Ilse-Contreras.pdf>
- [6] <https://www.redalyc.org/journal/3090/309050434005/html/>

# DESARROLLO DE UN APÓSITO HIDROSOLUBLE ELECTROHILADO CON APLICACIÓN EN INGENIERÍA DE TEJIDOS

Elia Lizbeth Nava Chávez

Instituto Tecnológico Nacional de México en Celaya, Campus I  
Antonio García Cubas Pte. #600 esq. Av. Tecnológico. Celaya, Gto. México  
*18031363@itcelaya.edu.mx*

Eduardo Arturo Elizalde Peña

Universidad Autónoma de Querétaro, Campus Aeropuerto  
Aeropuerto Carretera a Chichimequillas s/n, Ejido Bolaños, Querétaro, Qro. C.P.76140  
*eelizalde@uaq.edu.mx*

Resumen — En este trabajo se presenta el desarrollo de un apósito hidrosoluble con propiedades regenerativas, para el cual se tiene que generar fibras que se pueda hilar por el método de electrohilado compuesta por quitosano, aloe vera, triticum vulgare y PEO, los cuales los tres primeros junto con el activo compuestos son usados para que cumpla con el propósito de regeneración de tejidos, el PEO se utiliza con la finalidad de que tuviera un mejor resultado nuestro hilado. Se espera que el apósito propuesto tenga como aplicación dentro del campo de la nanomedicina principalmente en el uso de terapias para la regeneración de tejidos en los casos de las como son el tejido de varices, esperando que estas reduzcan la hinchazón así como la presión sanguínea.

Palabras clave — Apósito hidrocoloide, herida no curativa, triticum vulgare, PEO.

Keywords — Hydrocolloid dressing, non-healing wound, triticum vulgare, PEO.

Abstract — In this work, the development of a water-soluble dressing with regenerative properties is presented, for which it is necessary to generate fibers that can be spun by the electrospinning method composed of chitosan, aloe vera, triticum vulgare and PEO, the first three of which together With the active compounds they are used to fulfill the purpose of tissue regeneration, PEO is used in order that our yarn had a better result. The proposed dressing is expected to have an application within the field of nanomedicine mainly in the use of therapies for tissue regeneration in cases such as varicose vein tissue, hoping that these reduce swelling as well as blood pressure.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente ha existido un gran interés en la investigación del campo de la nanomedicina por lo que se ha pensado enfocar la investigación en dicho campo tratando de hacer apósitos de fibras creadas por electrohilado, estos se pueden obtener con la creación de diferentes polímeros, así como las mezcla de estos; así como en diferentes morfologías, como puede ser el electrohilado. [1]

Las heridas no curativas afectan alrededor de 3 a 6 millones de personas en los Estados Unidos, y las personas mayores de 65 años representan el 85% de estos eventos, las cuales resultan en enormes gastos de atención médica, con un costo total estimado en más de \$ 3 mil millones por año.

El proceso de cicatrización de heridas consta de cuatro fases altamente integradas y superpuestas. Hay muchos factores que pueden afectar la cicatrización de la herida que interfieren con una o más fases en este proceso, causando así una reparación inadecuada o deteriorada del tejido. [1]

La principal problemática que se trata de erradicar es que las heridas que muestran una cicatrización deteriorada, generalmente no progresan en las etapas de curación. Tales heridas frecuentemente entran en un estado de inflamación patológica debido a un proceso de curación pospuesto, incompleto o no coordinado.

El desarrollo de una membrana de quitosano/aloe vera con *Triticum vulgare* ayudará a mejorar el tratamiento de heridas no curativas, promoviendo la regeneración celular y evitando infecciones en las mismas.

## II. MARCO TEÓRICO

A. Apósito hidrocoloide: es un apósito húmedo para recubrir heridas y ayudar a la cicatrización, está indicada para entrar en contacto directo con una herida y promover una cicatrización sana y libre de infecciones, absorbiendo el exudado (pus) filtrado desde los vasos sanguíneos hasta la herida, evitando cualquier tipo de infección. [2]

B. Herida no curativa: es aquella que no se cura a pesar de que se le da tiempo, también se denominan heridas crónicas. [1]

C. Quitosano: es un biopolímero de aminopolisacáridos. Se ha autorizado recientemente en Europa y Estados Unidos como procoagulante tópico en vendajes y otros agentes antihemorrágicos. Últimamente el quitosano se ha utilizado para la ingeniería de tejidos. [1]

D. Aloe vera: es muy utilizado en la medicina regenerativa como agente antiinflamatorio promoviendo el crecimiento celular en combinación con el quitosano. Estas gracias a que es un auxiliar en lesiones y el cuidado de la piel.[1]

E. *Triticum vulgare*: es extraído del germen de trigo, es de gran interés por su alto nivel de vitamínico, este se usa para no generar infecciones en la herida por lo que tiene grandes aplicaciones en la medicina regenerativa. [1]

F. Polímero PEO: es un polímero sintético biodegradable y biocompatible, soluble en agua en cual se usa para mejorar la habilidad para el proceso de electrohilado.[1]

G. Electrohilado: este proceso utiliza fuerzas electrostáticas para generar fibras poliméricas; al aplicar un campo electrostático de alto voltaje, las gotas de polímero son sometidas a una inestabilidad, formándose fibras al ser superada la tensión superficial de la gota de solución polimérica. [3]

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este proyecto se usaron distintos materiales, así como también la metodología que depende de cada proceso y en qué etapa del desarrollo se esté trabajando.

A. Soluciones: se hacen soluciones primarias (se muestran en la Tabla 1), la solución de quitosano y aloe vera son disueltas en nuestra solución de ácido acético. Una vez teniendo estas soluciones podemos crear nuestras mezclas

de soluciones primarias, para formar la muestra para el electrohilado (Tabla 2). Todas las soluciones necesitan estar en una plancha a una temperatura de 30°C y un tiempo de agitación de casi 3 horas como se muestra en la Figura 1.

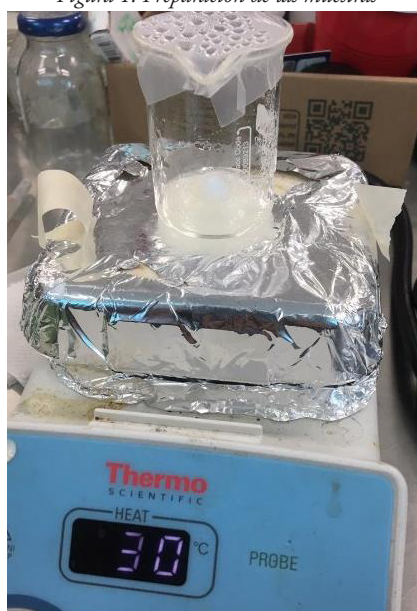
Tabla 1. Soluciones primarias

Reactivo	Ácido acético	Quitosano	Aloe vera
Porcentaje m/v	70%	1%	2.5%

Tabla 2. Mezcla de soluciones

Solución	A		B	
Reacción	Quitosano	PEO	Quitosano-PEO	Aloe vera
Relación	9	1	5	1

Figura 1. Preparación de las muestras



B. Electrohilado: para este procedimiento determinamos los parámetros que se muestran en la Tabla 3 y en la Figura 2.

Tabla 3. Parámetros del electrohilado

Parámetro	Diámetro de la aguja	Flujo	Distancia	Voltaje
Medida	10 mm	0.5 ml/hr	10 cm	22 V

*Figura 2. Proceso de electrohilado*



#### IV. RESULTADOS

En esta etapa de la investigación solo se ha llegado a la parte del electrohilado, donde se puede medir que tan uniforme es la recolección de la fibra creada.

El apósito que se recolectaba lograba tener un grosor determinado para hacer una buena caracterización como se muestra en la Figura 3, ya que estas fibras que obtenemos las necesitamos primeramente para hacer pruebas de IR, UV y SEM, las cuales ya se mandaron muestras.

*Figura 3. Muestra del apósito*



#### V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

En base a lo que se presenta al inicio del reporte en la hipótesis y objetivos sabemos que lo que se buscaba en este punto de la investigación es la creación de un apósito a por el método de electrohilado, que podemos decir que se logró gracias a la inclusión del polímero PEO llegando a la solución indicada para el uso en el electrohilado ya que se obtiene una fibra con una mejor consistencia para el uso deseado. Por lo que en este punto podemos decir que los resultados obtenidos hasta el momento son favorables ya que tenemos las concentraciones de nuestras soluciones primarias, así como los parámetros adecuados para que nuestro apósito sea lo más uniforme posible, gracias a todo este desarrollo es que se ha logrado generar en cierta forma los principios de apósitos con los cuales se está trabajando en los procesos de caracterización.

#### VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conforme a los resultados que se han obtenido en las distintas muestras podemos ver que se ha llegado a las concentraciones de las soluciones y a los parámetros correctos de electrohilado, ya que se observa uniformidad



en estos puntos; aunque se debe estar al tanto de los resultados de caracterización ya que el principal objetivo es que funciones para la reducción de varices.

El proceso se ve afectado por la pandemia ya que en este momento en la Universidad Autónoma de Querétaro solo se puede hacer uso de del laboratorio una semana y se descansan dos por consecuencia se ve un poco atrofiado el proceso de investigación.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Querétaro y al CONACyT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano, así como también al Dr. Eduardo Arturo Elizalde Peña por la oportunidad de trabajar con su equipo de trabajo conformado por el Ing. José Mario Garcidueñas Torres, Fausto Sanabria Romero y Diana Vargas Romero, y solo quedaría agradecer por el gran apoyo y recibimiento brindado por estas personas.

## REFERENCIAS

- [1]. J. M. Garcidueñas Torres, “Desarrollo de un apósito hidrocoloide electrohilado con potencial aplicación en ingeniería de tejidos”, Universidad Autónoma de Querétaro, México, presentación, 2021.
- [2]. N. Perez. (2021, julio). Apósito Hidrocoloide: ¿Qué es y para qué sirve? [Online]. Available: <https://prixz.com/salud/aposito-hidrocoloide-que-es-y-para-que-sirve/>
- [3]. Anonimo, (2021, julio) “Proceso de electrohilado” [Online]. Available: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/20837/Antecedentes.pdf>

# ESTUDIO DE LA SÍNTESIS DE FERRITA DE CALCIO POR LA TÉCNICA DE COPRECIPITACIÓN QUÍMICA.

Andrea Carrillo Santellana

Facultad de Metalurgia, UAdeC Carretera 57, km. 5 Monclova Coah.

*andrea.carrillo@uadec.edu.mx*

Ma. Gloria Rosales Sosa

Facultad de Metalurgia, UAdeC Carretera 57, km. 5 Monclova Coah.

*mrosales@uadec.edu.mx*

Resumen — En el presente trabajo se hace un estudio termodinámico y práctico de la síntesis de ferrita de calcio a partir de sulfato de calcio y sulfato ferroso por la técnica de coprecipitación química. Las mezclas de sulfato de calcio y sulfato ferroso se hicieron diferentes relaciones en presencia de un medio básico (hidróxido de amonio) a una temperatura de 50°C, con agitación magnética hasta precipitar la fase magnética. Mediante la aplicación de un campo magnético externo fue posible separar el precipitado, para posteriormente ser lavado con agua destilada para eliminar residuos, se dejó secar durante 3 días. El objetivo es sintetizar la ferrita de calcio, a partir de sulfato de calcio y sulfato ferroso mediante la técnica de coprecipitación química.

Palabras clave — Sulfato de calcio 1, sulfato ferroso 2, ferrita 3.

Keywords — calcium sulfate 1, ferrous sulfate 2, ferrite 3.

Abstract — In this work, a thermodynamic and practical study of the synthesis of calcium ferrite from calcium sulfate and ferrous sulfate is done by chemical coprecipitation technique. Mixtures of calcium sulfate and zinc sulfate were made in the presence of basic medium (ammonium hydroxide), at a temperature of 50°C, with magnetic stirring until the magnetic phase precipitated. By applying an external magnetic field, it was possible to separate said precipitate which was subsequently washed with distilled water to remove residues, allowed to dry for 3 days. The objective is to synthesize calcium ferrite, from calcium sulfate and ferrous sulfate using the technique of chemical coprecipitation.

## I. INTRODUCCIÓN

Las partículas de ferritas, cuya fórmula general es  $MFe_2O_4$ , son de gran interés por sus aplicaciones en tecnologías de manejo de la alta frecuencia, debido a su baja conductividad, así como a su baja pérdida de corriente, comparada con las películas de aleaciones metálicas y sus altas magnetizaciones de saturación y temperaturas de Curie. Actualmente los componentes tipo ferrita en forma de aditamentos cerámicos se emplean en dispositivos

discretos para manipular frecuencias de microondas, pero no son compatibles con sus bajas pérdidas eléctricas. En la actualidad, las ferritas en forma de aditamentos cerámicos se emplean en dispositivos discretos para manipular frecuencias de microondas; pero no son compatibles con el diseño de ciertos circuitos. Las ferritas son cerámicas magnéticas que contienen el óxido de hierro,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , como componente magnético básico. Cristalográficamente se dividen en cuatro subgrupos: Espinela, Magnetoplumbita, Granadas y Perovskita. Las ferritas magnéticas se distribuyen principalmente dentro de dos grupos con estructura cristalina diferentes las cubicas, que tienen la estructura molecular general  $\text{MO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ , donde M es un catión metálico de valencia 2+, tales como:  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  y  $\text{Mn}^{2+}$ . Las ferritas son compuestos iónicos, y sus propiedades magnéticas están relacionadas con los iones magnéticos que contiene. La formación de ferrita de Calcio estudiada en este trabajo pertenece al subgrupo de las ferritas con estructura perovskita siendo de gran interés científico y tecnológico en razón de sus propiedades magnéticas, ópticas y eléctricas, para su obtención se usó el método de coprecipitación química, empleando como precursores sulfato de calcio y sulfato de zinc en presencia de un medio básico, con agitación magnética a una temperatura de 50°C.

## II. MARCO TEÓRICO

La estructura de las ferritas se basa en la organización de una espinela inversa, es decir los iones  $\text{A}^{2+}$  ocupan 8 posiciones octaédricas y los 16 iones  $\text{Fe}^{3+}$ , se dividen de tal forma que 8 se ubican en sitios octaédricos y 8 llenan posiciones tetraédricas.

Las propiedades óptimas de estas partículas son: tamaño <10 nm y distribución estrecha, morfología esférica, monodispersidad, composición constante y conocida, super- paramagnetismo y elevada susceptibilidad magnética.

La ferrita de calcio, ( $\text{CaFe}_2\text{O}_4$ ) es un sólido de color rojo ladrillo con alta estabilidad térmica que también ha sido objeto de síntesis por el método de Pechini, modificado con etilenglicol; esta técnica ha permitido la obtención de polvos monofásicos por calcinación de los precursores a temperaturas comprendidas entre 800 y 1100°C; el sólido así tratado presentó las características bandas de adsorción del color rojo en la región de 650 a 750 nm.

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

- Sulfato de calcio di hidratado
- Hidróxido de amonio.
- Termómetro
- Probeta.
- Agitador

### A. Equipo

- Parrilla Cimarec Thermo Scientific
- Difractor de rayos x
- Sulfato ferroso heptahidratado
- Vaso de precipitado 250 ml y 100 ml.
- Agua destilada
- 

-Imán

### B. Metodología de la reacción de coprecipitación

Como primer paso incorporamos en un vaso de precipitado el hidróxido de amonio, a su vez se colocó en una parrilla de agitación para que junto con un agitador magnético se sometieran a calor hasta ganar 50° C de temperatura. Mientras lo anterior estaba en proceso de incremento de calor se preparó la solución de las sales; sulfato de calcio (CaSO<sub>4</sub>) y sulfato ferroso (FeSO<sub>4</sub>), en un vaso de precipitado se colocaron 50 ml de agua destilada y se añadieron ambas sales, estas se diluyeron al mismo tiempo con ayuda de un agitador hasta que se obtuvo una solución con aspecto cristalino (solución de sales). Cuando el hidróxido de amonio llegó a su temperatura ideal, se le incorporo por goteo la solución de sales. Se dejó precipitar el material con un magneto de neodimio en el fondo del vaso. Se lavó por varias ocasiones hasta retirar el olor del hidróxido de amonio y se dejó secar por 3 días. Los productos obtenidos se caracterizaron por la técnica de difracción de rayos x.

#### IV. RESULTADOS

Los resultados del estudio termodinámico correspondientes a la reacción de coprecipitación se hicieron alimentando la reacción al software HSC Chemistry 6.0 y se muestran en la tabla 1. Podemos observar, que para esta reacción los valores de energía libre empiezan a dar valores negativos a la temperatura de 115 ° C. Desde esa temperatura la reacción empieza a ocurrir.

Tabla 1. Datos termodinámicos de reacción de sales de sulfato ferroso y sulfato de calcio

$\text{CaSO}_4(\text{ia}) + 4\text{NH}_4\text{OH}(\text{l}) + 3\text{FeSO}_4(\text{ia}) = \text{CaO}^*\text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{NH}_4\text{HSO}_4(\text{ia}) + \text{Fe}$					
T	deltaH	deltaS	deltaG	K	Log(K)
C	kcal	cal/K	kcal		
25.000	80.026	210.910	17.143	2.708E-013	-12.567
35.000	80.070	211.056	15.033	2.172E-011	-10.663
45.000	80.155	211.325	12.922	1.327E-009	-8.877
55.000	80.278	211.707	10.807	6.341E-008	-7.198
65.000	80.441	212.197	8.687	2.426E-006	-5.615
75.000	80.644	212.785	6.562	7.589E-005	-4.120
85.000	80.885	213.468	4.431	1.976E-003	-2.704
95.000	81.164	214.238	2.293	4.354E-002	-1.361
105.000	81.483	215.091	0.146	8.233E-001	-0.084
115.000	81.840	216.023	<b>-2.009</b>	<b>1.354E+001</b>	<b>1.131</b>

En la tabla 2, se muestran los valores de energía libre de las especies químicas que pudieran resultar en este sistema con las variables de pH y temperatura. Al ver estos valores nos da,os cuenta que la mayoría de las fase son posibles que se se lleven acabo pues todas tienen energías libres negativas, pero llama la atención que la energía libre de la ferrita de calcio(CaFe<sub>5</sub>O<sub>7</sub> -509 kcal/mol) es más negativa es decir es el valor mas pequeño, por lo que se puede esperar que esta fase sea la resultante a la hora de identificar los resultados por difracción de rayos x.

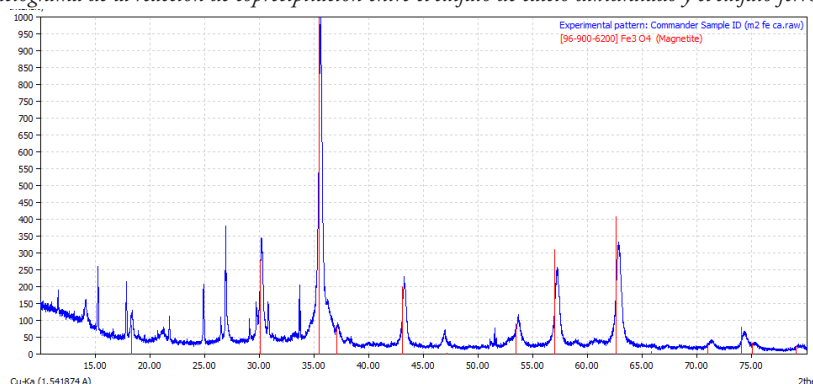
Tabla 2. Energía libre de los compuestos del sistema Fe-Ca-N-S-H<sub>2</sub>O

Especies	DeltaG(kcal/mol)
CaFe <sub>3</sub> O <sub>5</sub>	-394.565
CaFe <sub>5</sub> O <sub>7</sub>	-509.512
CaO*Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-327.847
*2CaO*Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-477.065

CaSO <sub>3</sub>	-257.147
CaSO <sub>4</sub>	-316.716
CaSO <sub>4</sub> (A)	-314.000
NH <sub>4</sub> HSO <sub>4</sub>	-187.672
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-215.489
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> *3NH <sub>3</sub>	-223.573
HS <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (-a)	-328.057
S <sub>7</sub> O <sub>6</sub> (-2a)	-295.261

En la figura 1, podemos apreciar el difracto grama obtenido de la reacción de coprecipitación entre el sulfato de calcio dihidratado y el sulfato ferroso heptahidratado por la reacción de coprecipitación. Haciendo el análisis de las fases presentes, nos damos cuenta que según el software match, 5,.1, las fases presentes corresponden a la fase magnetita,(carta de entrada 969013530), sin embargo cuando se hace el análisis para la ferrita de calcio, no nos da ninguna coincidencia como tal, pero haciendo el análisis para compuestos de CaO, hay coincidencia con los picos donde se observa hay magnetita (carta de entrada 969016746) por lo que pudiera pensarse que en ese punto están los dos compuestos y que quizá con un aumento en la temperatura de reacción sea suficiente para llegar a formar el compuesta de ferrita de calcio.

Figura 1. Difractograma de la reacción de coprecipitación entre el sulfato de calcio dihidratado y el sulfato ferroso heptahidratado



## V. CONCLUSIONES

El estudio termodinámico nos dice que la ferrita de calcio es posible formarla a temperaturas mayores de 100°C. La ferrita de calcio se obtiene parcialmente con variaciones estequiométricas de sales de calcio y hierro con la técnica de coprecipitación química.

Se obtuvo un material magnético, puesto que es atraído por un imán, pero esto es debido en gran medida por la magnetita presente.

## VI. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Facultad de Metalurgia por permitirme el uso de sus instalaciones, de igual manera a la Dra. Ma. Gloria Rosales Sosa que hizo posible con su guía la realización de este proyecto y por estar siempre dispuesta a resolver dudas y a apoyar en lo que necesitemos.

## REFERENCIAS

1. FORMACION DE FERRITA- PERLITA- GRAFITO- LAMINAR  
<http://ley.exam-10.com/other/26813/index.html>
2. COPRECIPITACION  
<https://glosarios.servidor-alicante.com/quimica/coprecipitacion>

3. Bueno Saber. (2014-2017). Las propiedades magnéticas de ferrita. Bueno Saber, <http://bueno-saber.com/aficiones-juegos-y-juguetes/ciencia-y-naturaleza/las-propiedades-magneticas-de-ferrita.php>
4. Jasso-Terán, Rosario Argentina; Cortez-Hernández, Dora Alicia; Sánchez-Fuentes, Héctor Javier; Reyes-Rodríguez, Pamela Yajaira; de León-Pardo, Laura Elena. (mayo-agosto 2016). nanopartículas magnéticas de zinc y calcio para aplicaciones en hipertermia magnética. En facultad de ingeniería (vol. 25, 42 pp.89-98). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Tunja, Colombia: redalyc.org



## ANÁLISIS DE ESTUDIO DE RESPUESTA A LA FRECUENCIA EN TRANSFORMADORES DE POTENCIA.

Jorge Rubén Bustos Aguilar

Instituto Tecnológico Superior de Irapuato Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.  
*lis17110423@irapuato.tecnm.mx*

Fernando Jurado Pérez

Instituto Tecnológico Superior de Irapuato Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.  
*fernando.jp@irapuato.tecnm.mx*

Resumen — El análisis de estudio de prueba respuesta a la frecuencia en transformadores en fábrica o sitio cuyo propósito es detectar desplazamientos o cambios en la geometría de los devanados y núcleos, derivados de impactos que este pueda sufrir durante el transporte de la fábrica al sitio donde estos estarán instalados de manera que, al tener la traza de arranque de un transformador, pueda ser una herramienta de diagnóstico muy valiosa en la realización de pruebas de respuesta en frecuencia, así como también en mantenimientos programados, luego de una falla, o durante el cambio de ubicación de un transformador. Desde que se ha implementado este tipo de prueba en fábrica ha favorecido los diagnósticos rápidos y confiables en estos tipos de máquinas eléctricas.

Palabras clave — Respuesta en frecuencia, transformadores, procesamiento de señales.

Abstract — The frequency response test study analysis in factory or site transformers whose purpose is to detect displacements or changes in the geometry of the windings and cores, derived from impacts that this may suffer during transport from the factory to the site where they will be. installed in such a way that, having the starting trace of a transformer, it can be a very valuable diagnostic tool in the performance of frequency response tests, as well as in scheduled maintenance, after a fault, or during the change of location of a transformer. Since this type of test has been implemented in the factory, it has favored rapid and reliable diagnoses in these types of electrical machines.

Keywords — Frequency response; transformers; signals processing.

### I. INTRODUCCIÓN

El transformador de potencia (TP) es uno de los equipos con mayor importantes en los sistemas eléctricos de potencia (SEP) debido a su fiable funcionamiento en el entorno de una subestación eléctrica, es capaz de llevar acabo la transmisión de energía eléctrica, por lo tanto, es importante monitorear continuamente y evaluar su estado para garantizar la confiabilidad y disponibilidad del suministro de energía eléctrica. El tren de pruebas

que se deben realizar a los TP es muy vasto dada la importancia de este la generación eléctrica, a continuación, se mencionan algunas pruebas típicas de este tren. Relación de transformación comúnmente llamada TTR, resistencia de aislamiento, resistencia de contactos, factor de potencia en devanados, corriente de excitación, gases disueltos, etc., no obstante los casos de estudios presentados en el presente trabajo se enfocan en la prueba de Análisis de Respuesta a la Frecuencia (ARF) es una prueba común, típica, eficiente dado su bajo costo, simplicidad y efectividad, pero no existe un código estándar y confiable para la interpretación de las deformaciones mecánicas de las trazas según indica [1].

Algunos estudios demuestran que el efecto del núcleo del transformador puede ignorarse cuando la frecuencia supera los 1000 Hz, el devanado de un transformador puede ser equivalente a una red de dos puertos que comprende resistencias, condensadores e inductores, como se ilustra en la Fig. 1. Las variaciones entre estas respuestas de frecuencia pueden potencialmente revelar la gravedad y tipo de falla, que es el principio fundamental de los métodos de ARF según indica [1].

Fig. 1 Red típica de dos puertos



## II. MARCO TEÓRICO

La experimentación del análisis de la prueba no arroja un resultado igual para todos los transformadores, los espectros que se obtienen dependen de las características propias de cada tipo de transformador estos son: Tipo de bobinas, porcentaje de impedancia ( $Z\%$ ), capacitancias acopladas, conexión de los devanados, interconexiones internas, posición del cambiador de derivaciones, etc., por lo que la cada huella depende directamente de los materiales empleados, calidad del diseño y la mano de obra en la construcción. Por lo que es posible comparar de manera general un banco de transformadores monofásicos dado que refieren al mismo diseño, construcción y prototipo.

Tipos de Mediciones.- Las pruebas se pueden realizar en una o más de las siguientes formas, ver tabla 1: Circuito abierto (CA).- Esta medición con CA se realiza desde el extremo de un devanado hasta otro, con todas las demás terminales flotando, esta prueba se puede realizar a transformadores monofásicos o trifásicos y autotransformadores. La prueba a circuito abierto está influenciada principalmente por las propiedades del núcleo a frecuencias iguales o cercanas a 60 Hz y se puede usar en conjunto con la prueba de corriente de excitación para determinar modos de falla que afecten en el circuito magnético del transformador.

Corto Circuito (CC).- Esta medición en CC se realiza desde un extremo del devanado de alta tensión hasta el otro, mientras que el devanado de baja tensión esta cortocircuitado. Para propósitos de repetibilidad, se recomienda que todos los devanados de baja tensión de un transformador trifásico se cortocircuiten para crear un modelo trifásico equivalente cortocircuitado, esto asegura que las tres fases están igualmente cortocircuitadas y que den una impedancia consistente, cualquier conexión del neutro no debe ser incluida en el proceso de cortocircuitado. La prueba de corto circuito aísla la impedancia del devanado de los efectos del núcleo a frecuencias iguales o cercanas a 60 Hz. El resultado de la prueba en corto circuito ofrece información que se complementa con las pruebas de reactancia de dispersión y resistencia óhmica en los devanados.

Tabla 1 Conexiones transformador trifásico.

No.	Aplicación de señal	Referencia	Condición Corto circuito	Aterrizado
1	H1	H2	X2-X0	tanque
2	H2	H3	X3-X0	
3	H3	H1	X1-X0	
4	X1	X0	H1-H2	
5	X3	X0	H2-H3	
6	X2	X0	H3-H1	
----	-----	-----	Circuito abierto	
7	H1	H2		
8	H2	H3		
9	H3	H1		
10	X1	X0		
11	X3	X0		
12	X2	X0		

Para emitir un diagnóstico fiable es necesario contar con una medición y análisis de ARF previo, y por lo cual se obtiene huella digital la cual no debe de variar con los años de uso del transformador, si al efectuar la comparación de los espectros se encuentra que una de sus fases se observa una diferencia (si ambas pruebas estuvieron bien hechas), es muy seguro que el transformador haya sufrido un esfuerzo de tal manera que cambiaron sus parámetros de construcción internos y que el transformador se encuentra en un alto riesgo de falla [2].

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

En la presente investigación se muestra la comparación de los espectros de respuesta en frecuencia entre fases, este banco de transformación (BT) es de  $400\sqrt{3} / 115\sqrt{3}/34.5$  kV. De 125 MVA, fecha de fabricación 2012. Se realizaron pruebas de diagnóstico al BT, instalado en la subestación Cerro de Oro. Las pruebas se realizaron en la posición nominal (11) del cambiador de derivaciones estando sin aceite aislante los transformadores.

Las pruebas al BT se requirieron, debido a que en los registradores de impacto de los transformadores designados como; T-3 y T-4 se mostraron registros de impacto del orden de 5.9 g y 8.9 g, respectivamente. Lo mínimo permitido para transporte es una aceleración o impacto de 3g [3].

Se obtuvo la siguiente información estas pruebas:

Medición de impedancia del devanado.

Los valores obtenidos en la medición de impedancia y la comparación con el dato de placa tienen una diferencia del orden 1.3% y está dentro del  $\pm 3\%$  indicado en la estándar [4] [5], ver Tabla II.

Tabla II. Medición de Impedancia a 60 Hz

Transformador	Devanado	IMPEDANCIA ( $\Omega$ ) A 60 Hz		Diferencia en % ( Medición actual VS Dato de placa )
		Dato de placa	Medición 60 Hz	
T.P. T-1		$z$ ( $\Omega$ )	$z$ ( $\Omega$ )	%
	H1H0- x1x0cc	41.515	41.345	0.41%
	H1H0- y1y2cc	109.312	108.586	0.66%
	X1X0-y1y2cc	13.292	13.1191	1.30%

#### Resistencia Óhmica

En la prueba de resistencia óhmica presentada se observó que son similares las mediciones obtenidas en la fase B, siendo este un transformador común del banco y por consiguiente del mismo diseño. Por lo que los resultados

fueron satisfactorios Ver tabla III.

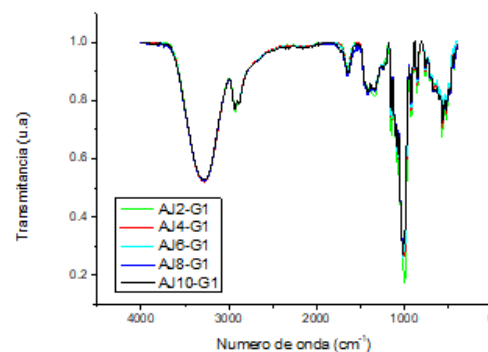
Tabla III Medición de resistencia de los devanados temperatura ambiente.

Devanado Temperatura ambiente @ 17°C	T1	T2
H1H0	266.1 mΩ	263.4 mΩ
X1X0	25.12 mΩ	25.01 mΩ
Y1Y2	24.62 mΩ	24.45 mΩ

Respuesta a la Frecuencia.

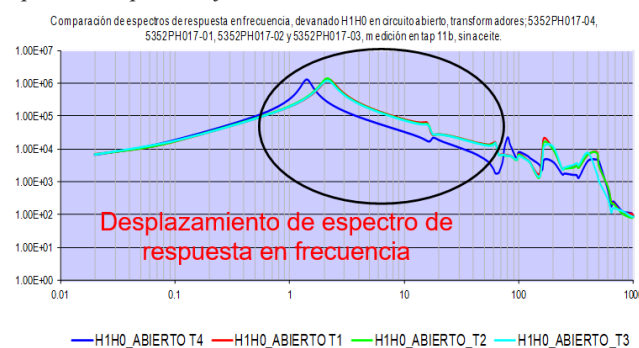
En la Figura 2 se muestra la comparación de los espectros de respuesta en frecuencia, alta vs baja tensión en CC de las mediciones realizadas a los transformadores del banco T1, T2, T3 y T4 en la posición del cambiador número 11b sin aceite.

Fig. 2. Espectros de respuesta en frecuencia medición en corto circuito T1, T2, T3 y T4



En la Figura 3 se muestra la comparación de los espectros de respuesta en frecuencia, alta tensión en CA de las mediciones realizadas a los transformadores del banco T1, T2, T3 y T4 en la posición del cambiador número 11b sin aceite.

Fig. 3. Espectros de respuesta en frecuencia medición en circuito abierto T1, T2, T3 y T4



En la comparación de los espectros de respuesta en frecuencia en corto circuito, en la posición 11, del cambiador de las mediciones en planta contra las realizadas en sitio se observa lo siguiente; los espectros del transformador T-4, no presenta la misma forma ni frecuencia de resonancia que la obtenida en planta. Por lo anterior el transformador T-4 presenta un cambio en su geometría, debido al esfuerzo mecánico ocasionado durante su traslado. En este caso particular, lo más recomendable es realizar una inspección interna en fábrica con el fin de encon-

trar la causa de las desviaciones encontrados en los espectros de impedancia. Además de realizar las pruebas de rutina y prototipo especificadas para este tipo de transformadores con el fin de garantizar la confiabilidad de su funcionamiento.

#### IV. RESULTADOS

Se obtuvieron los siguientes datos de las estas pruebas:

Respuesta a la frecuencia

Impedancia de Dispersión

Factor de potencia del aislamiento en devanados Corriente de excitación

Relación de transformación

Resistencia óhmica en devanados

Factor de potencia a terciario

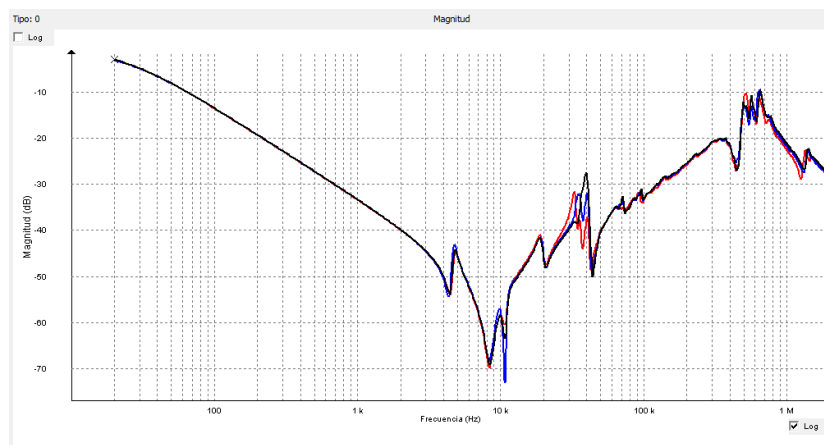
Se muestran los resultados obtenidos de las pruebas

#### RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE RESPUESTA A LA FRECUENCIA

En las siguientes figuras se muestran las gráficas obtenidas de la prueba de ARF. Las cuales describen a continuación.

En la presente figura 4 sobre la prueba de alta tensión vs baja tensión se observan diferencias en la cuarta frecuencia de resonancia, aunque no son significativas para determinar una falla, más aún porque no se cuenta con la medición de fábrica para poder realizar la comparación fase por fase.

Fig.4 .Prueba de ARF corto en baja, medición en H1H0 corto x1x0 (rojo) H2H0 corto x2x0(azul) H3H0 corto x3x0 (negro) tap 17 en alta y 3 en baja.



En la figura 5 se mide baja tensión y se pone en corto la alta tensión y aquí si se observa un cambio significativo de frecuencia de resonancia y desplazamiento de la fase x3x0-h3h0 con respecto a las otras dos fases, este cambio se aprecia en la primera frecuencia de resonancia a 2 kHz y ya es indicativo de una posible falla interna que puede ser una falla entre devanados.

En la figura 6 se hace evidente la falla de la fase X2X0 se ve también afectada la tensión en baja, se observa un cambio de frecuencia de resonancia con respecto a las otras dos fases, además un cambio de impedancia lo que indica un cambio en la geometría interna.

Figura 5. Prueba de ARF corto en alta, medición en  $x1x0$  corto H1H0 (rojo)  $x2x0$  corto H2H0 (azul)  $x3x0$  corto H3H0 (negro) tap 17 en alta y 3 en baja.

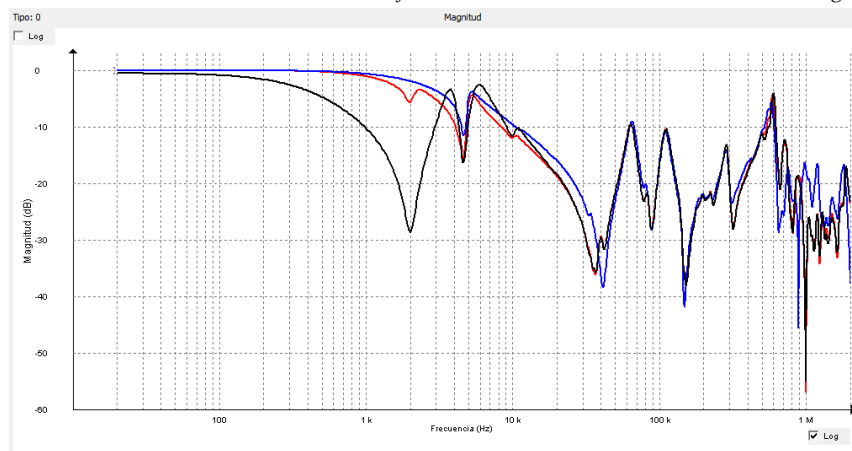
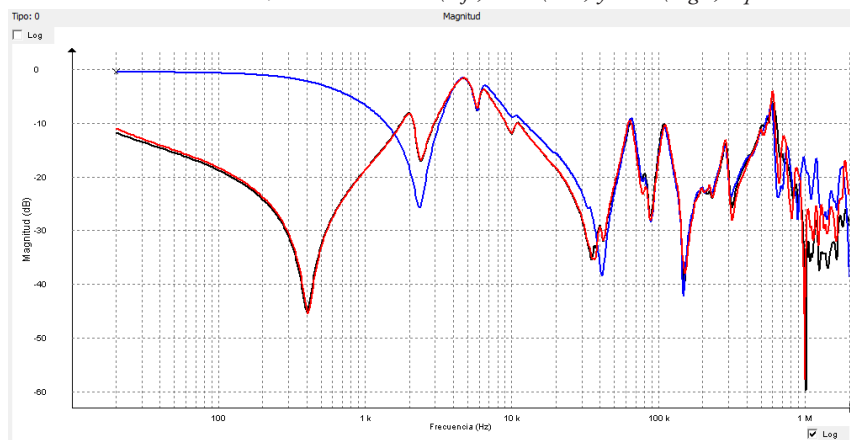


Fig. 6. Prueba de ARF en circuito abierto, medición en  $x1x0$  (rojo)  $x2x0$  (azul) y  $x3x0$  (negro) tap 17 en alta y 3 en baja.



En cada una de las figuras previas las fallas son causales en el mismo punto, esta figura se aprecia claramente la falla de la fase X2X0, en bajas frecuencias se aprecia la falla en devanados y en altas frecuencias del orden de MHz se observan diferencias en los espectros de los devanados lo cual es indicativo de desplazamiento de colillas y elementos de sujeción derivados de los esfuerzos electrodinámicos ocurridos durante la falla.

## V. CONCLUSIONES

En un Sistema eléctrico de potencia, el excelente funcionamiento del transformador de potencia determina en gran medida la calidad del suministro de energía. Por lo tanto, es muy importante monitorear y evaluar periódicamente el estado del TP para garantizar su confiabilidad y disponibilidad en la red. Es de suma importancia la detección oportuna de condiciones de falla en el TP, ya que si no se detectan a tiempo pueden provocar fallas catastróficas y la interrupción del suministro de energía, así como desestabilización del sistema de potencia, lo que se traduce en pérdidas económicas muy elevadas.

La prueba de ARF es una herramienta muy útil y sensible a las condiciones físicas del objeto bajo prueba, es un método confiable y repetible, se puede usar de forma rutinaria o bajo condición de emergencia después de un evento que afecte al transformador, además que permite realizar un diagnóstico confiable evitando en algunos casos los costos tan altos de realizar una inspección interna.



Prueba	Conclusión
Respuesta a la frecuencia	Al realizar la comparación entre fases de los espectros obtenidos en las mediciones realizadas se observan diferencias significativas entre fases al inicio de las gráficas de respuesta a la frecuencia y además cambio en la primera resonancia natural, lo cual es indicativo que hubo un desplazamiento de las bobinas debido a la falla ocurrida.
Impedancia de dispersión	No Cumple. Valores fuera de tolerancia de $\pm 3\%$ en la posición 17 de lata y 3 de baja de los cambiadores de derivaciones.
Factor de potencia del aislamiento en devanados	NO Cumple. Valores de factor de potencia en la medición de baja contra alta modo GST y GSTg del orden de 80 %, que es indicativo de falla a tierra. Deben de estar del orden del 0.5%
Corriente de excitación	No cumple. Indicaba sobre corriente en la fase H2H0 indicativo de falla. La fase central debe ser un poco menor a las fase A y C y esa relación debe permanecer en el cambio de taps
Relación de transformación	No Cumple. En la bobina H2H0-X2X0 en todos los taps la relación esta 25% arriba de la relación teórica indicativo de espiras en corto. Debe ser menor al 0.5%
Resistencia óhmica en devanados	No Cumple. En la bobina de baja tensión X0-X2 la resistencia con respecto a las otras dos fases tiene un 22% de desviación indicativo de espiras en corto.
Factor de potencia a devanado terciario	No cumple. Se obtuvo un valor de 1.81% debe ser menor al 0.5%

## VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi más grande agradecimiento a la Empresa CFE en particular al LAPEM y muy en particular a los Ing. Enrique E. Gutiérrez, Ing. Filiberto Zazueta, y al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato y a mi asesor el profesor Fernando Jurado Pérez.

## REFERENCIAS

- [1] Z. Z. T. S. C. Y. Y. C. T. C. Ni Jianqiang, «The actual measurement and analysis of transformer winding deformation,» Elsevier, pp. 1-11, 2020.
- [2] V. Behjat, «Sweep frequency response analysis for diagnosis of low level short circuit faults on the windings of power transformers: An experimental study,» germany, 2012.
- [3] LAPEM K3422-002-2013, «Informe de pruebas K3422-002-013,» LAPEM, IRAPUATO, 2013.
- [4] IEEE, «STD IEEE 62-1995 Guide for diagnostic field testing of electrical power apparatus part 1,» IEEE, USA, 1995.
- [5] I. E. U. P. n. I. 60076-5:2000.USA Patente IEC 60076-5, 2000.

# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL POR LABVIEW PARA LA CÁMARA DE EVENTOS MÚLTIPLES (TEMPERATURA, ULTRAVIOLETA, INFRARROJO, HUMEDAD) PARA CARACTERIZACIÓN DE ENVEJECIMIENTO ACELERADO DE ESTRUCTURAS POLIMÉRICAS

Patiño Jaramillo José Guadalupe

Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

Carretera Irapuato-Silao k.m. 12.5, C.P. 36821, Irapuato, Gto.

*guadalupejose500@gmail.com*

Javier Gustavo Cabal Velarde

Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

Carretera Irapuato-Silao k.m. 12.5, C.P. 36821, Irapuato, Gto.

*javier.cv@irapuato.tecnm.mx*

Resumen — En el presente trabajo de investigación trata del control para una cámara de envejecimiento acelerado para la caracterización de polímeros, se explica cómo se logró hacer un control mediante el software LabVIEW y la tarjeta Arduino uno para la temperatura y humedad, donde se puede controlar el tiempo al que se quiere mantener expuesto los polímeros, estas pruebas se realizaron sin estar montadas en el dispositivo, ya que este se encuentra en la institución y el acceso a este todavía no es permitido por la Pandemia, mediante leds indicadores se logra ver un funcionamiento deseado y correcto de las salidas, con el apoyo de graficas en el programa se puede ver en tiempo real los cambios que ocurren así como el tiempo de respuesta del control PID, este es una parte fundamental en el proceso de control así estos datos son guardados en una base de datos para corroborar el funcionamiento deseado o para analizar estos datos.

Palabras clave — Control, Automatización, LabVIEW.

Abstract — In the present research work it deals with the control for an accelerated aging chamber for the characterization of polymers, it is explained how a control was achieved through the LabVIEW software and the Arduino uno board for temperature and humidity, where the time can be controlled. to which the polymers are to be kept exposed, these tests were carried out without being mounted on the device, since it is located in the institution and access to it is not yet allowed by the Pandemic, by means of indicator LEDs it is possible to see a desired and correct operation of the outputs, with the support of graphics in the program, you can see in real time the changes that occur as well as the response time of the PID control, this is a fundamental

part of the control process, so this data is saved in a database. Data to corroborate the desired performance or to analyze these data.

Keywords — Control, Automation, LabVIEW.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad hablar del lanzamiento de un producto o avance científico en el ámbito referido a los materiales sin conocer sus características y condiciones para un óptimo y viable funcionamiento es algo inconcebible. Ya que las condiciones climáticas pueden ser naturales o artificiales, por lo que se debe garantizar que el producto tendrá una vida útil en un entorno adecuado.

La degradación es cualquier cambio indeseable en las características, que pasa luego de que el material fue puesto en servicio, en la situación de los polímeros la degradación puede afectarlos química y (o) mecánicamente, se puede dialogar de efectos separados como por ejemplo el calor, la radiación, sustancias químicas, empero al estar en la intemperie o exposición al aire exterior.[1]

Las cámaras de envejecimiento acelerado (QUV) permiten lograr en menor tiempo los cambios que se presentan en un material por una exposición natural prolongada, porque simula condiciones de radiación UV, temperatura y humedad relativa, y a su vez estas pueden ser controladas, garantizando la repetibilidad y evaluación a diferentes tiempos de exposición.[2]

La cámara QUV expone los materiales a ciclos alternados de luz ultravioleta (UV) y humedad, simulando el envejecimiento, teniendo un control completo sobre la temperatura.

Los efectos de la luz solar se simulan mediante el uso de lámparas fluorescentes UV especiales. El rocío y la lluvia se simulan mediante la condensación de humedad y/o la pulverización de agua.

La luz ultravioleta (UV) es la mayor responsable de casi toda la degradación de los materiales durables expuestos a la intemperie. Las lámparas fluorescentes de la cámara QUV simulan la crítica radiación UV de ondas cortas y reproducen de manera realista el daño a las propiedades físicas causado por la luz solar. Algunos de los tipos de daño son: cambios de color, pérdida de brillo, cuarteamiento, agrietamiento, turbidez, formación de ampollas, fragilidad, pérdida de resistencia y oxidación [3].

## II. MARCO TEÓRICO

Los polímeros son moléculas de gran tamaño, constituidas por eslabones orgánicos denominados monómeros, unidos mediante enlaces covalentes. Los eslabones están formados, fundamentalmente, por átomos de carbono y pueden poseer grupos laterales o radicales con uno o más átomos. Estas moléculas orgánicas son las que constituyen los materiales plásticos que conocemos y también los tejidos de los seres vivos (piel, músculos, tela de araña, seda, etc.).[1]

La cámara de envejecimiento acelerado Se usa este término para nombrar a los dispositivos en el laboratorio utilizados para simular diversas posibilidades climáticas, con el fin evaluar la conducta del objeto de prueba en dichas condiciones específicas del medio ambiental permitiendo controlar distintos parámetros estos pueden ser temperatura, humedad, intensidad luminosidad, rayos ultravioletas, infrarrojo, presión atmosférica etc. El envejecimiento del objeto se da por la constante exposición a una condición climática.[4]

Existen diferentes equipos de Cámaras de envejecimiento acelerado que se clasifican de acuerdo con las condiciones climáticas que reproducen, se pueden destacar las siguientes

- Cámara por temperatura. - Controla la temperatura y humedad, esto permite conocer el comportamiento del

material cuando es sometido a las condiciones determinadas en su aplicación.

- Cámara de envejecimiento solar. - El envejecimiento acelerado de materiales por radiación ultravioleta permite conocer la resistencia a la radiación solar con el fin de conocer posibles deformidades de los componentes
- Cámara de investigación científica. - Esta clase de cámaras permiten simular ambientes con atmosferas de gases controlados, tóxicos, explosivos y sus mezclas.
- Cámara climobáricas. - Para la simulación espacial a escalas de laboratorio, así como en otros campos de la averiguación aplicada como por ejemplo en aeronáutica, defensa, electrónica, química, etcétera., en especial en todos los casos en los que se ocupe conocer la conducta de los productos a diferentes alturas, o en diferentes condiciones barométricas.[4]

Un sistema de control es aquel que compara la salida real retroalimentada con el valor que se requiere y ajusta su salida de acuerdo con el resultado. El término retroalimentación se usa porque las señales se retroalimentan desde la salida para modificar la entrada.[5]

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

El prototipo de la cámara de envejecimiento acelerado o cámara de eventos múltiples es hecho en casa como se muestra en la Figura 1, con unas dimensiones de 90cm de largo por 70 cm de ancho y una altura de 90 cm, la manera de cerrar la cámara es con una abertura en la parte superior que abarca toda el área , para garantizar que no afecte el clima externo o las condiciones internas se puedan filtrar esta cuenta con un aislante plástico resistente a altas temperaturas en el contorno de la tapa, las paredes de este están recubiertas por un aplanado de cemento y yeso que funcionan como aislante para que las variaciones internas no sean perjudicadas por las condiciones externas.

Para la realización de este proyecto se utilizó la tarjeta de Arduino uno, un termopar tipo k, un sensor resistivo de humedad este se escogió porque tiene una mayor eficiencia cuando se trabaja a distancias considerablemente amplias.

*Fig. 1. Prototipo de la cámara de eventos múltiples*



En el panel frontal (ver Figura 2) el control de este consta de ocho partes, el panel frontal es la parte que el usuario está viendo e interactuando durante todo el tiempo que se esté ejecutando el programa.

- En la primera parte se designa el tiempo estimado que durara la simulación de las condiciones climáticas.
- En la segunda parte se colocará el rango que se desea en la temperatura en centígrados y la humedad.
- En la tercera parte se indicará el tiempo en que se desea tomar muestras, estas serán mostradas en forma de gráfica que cambia en el transcurso del tiempo (segundos), se representara en los paneles correspondientes de cada medición.
- En la cuarta parte los indicadores muestran el momento en que son accionadas las diferentes salidas en este caso para la temperatura sería la resistencia para elevar la temperatura y un ventilador para disminuir la temperatura, para la humedad se accionará una electroválvula que se abrirá para el paso de agua.

- e) En la quinta parte las mediciones en tiempo real se mostrarán en los indicadores del lado derecho correspondiente a cada una de estas las graficadoras.
- f) En la sexta parte las graficadoras se mostrarán tres valores, el valor leído, el valor deseado, y la respuesta del control PID, esto con el fin de apoyar de manera visual el comportamiento de este control para una corrección o un ajuste.
- g) En la séptima parte los controladores de ganancias PID, con el fin de mejorar la respuesta y la estabilidad al momento de ejecutarse el programa.
- h) Octava parte Indicador del fin de la Simulación.

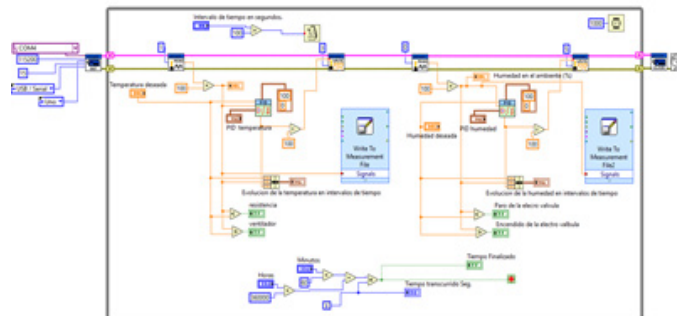
*Fig. 2. Panel frontal de la cámara de envejecimiento acelerado*



En el panel secundario (ver Figura 3) es donde se realizó la programación de lo que se muestra en el panel frontal (ver Figura 2), y en esta consta de diferentes partes y este se lee de forma descendente empezando por la parte superior de izquierda a derecha.

- a) En la primera parte se tiene un delay (parte superior izquierda) de tiempo para que las interacciones del ciclo while sucedan cada segundo así de esta manera se podrá observar de manera clara el avance en el tiempo del panel frontal, del otro lado se tiene el arreglo para sincronizarse al delay y ver los datos cada cierto lapso en las gráficas.
- b) En la segunda parte del lado izquierdo se ve la iniciación del arduino seleccionando, el puerto de comunicación se ve de color morado oscuro, posteriormente dentro del ciclo while se seleccionan las entadas, estas son análogas por lo tanto se pueden seleccionar las entradas de la A0-A5 del arduino, las salidas van a ser señales PWM por lo tanto son los puertos 3 y 5, ya que estos tienen esta característica de mandar esta señal, al final está el bloque que cierra el programa de arduino y el bloque de error, este último se activa cuando exista un problema.
- c) En la tercera parte se tiene el control de las variables, así como los indicadores y la representación de estos en las gráficas, se utilizó el mismo principio para las dos variables a controlar, que en este caso es la temperatura y la humedad.
- d) Al final se tiene el contador, cuando el número de interacciones sea igual al resultado de la suma de las horas y minutos se detendrá de manera automática el programa y a su vez ya no captura más datos, las interacciones suceden cada segundo.

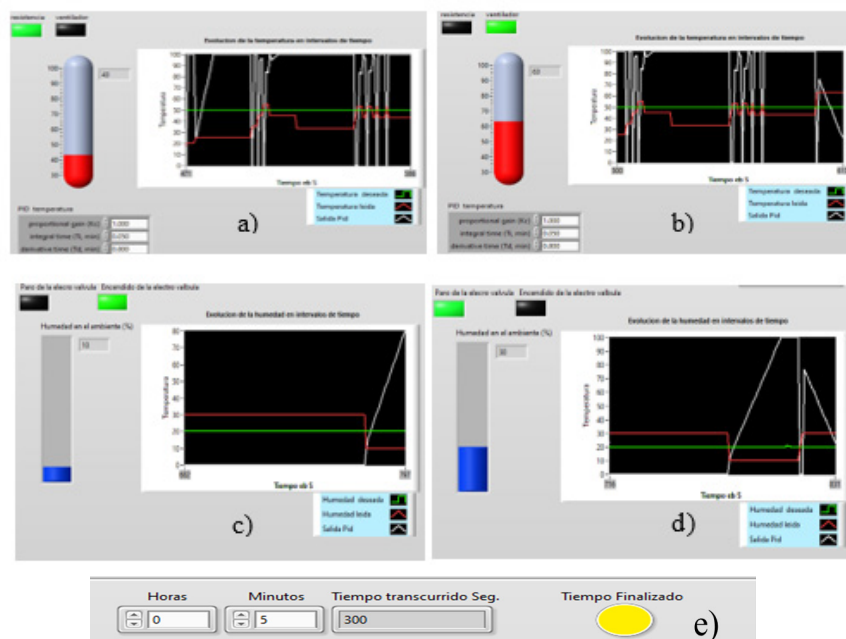
*Fig. 3. Panel secundario de programación.*



#### IV. RESULTADOS

Con la finalidad de comprobar el funcionamiento del programa se aplicaron algunas pruebas logrando que la temperatura fuera inferior y superior a los 50°C y la humedad fuera inferior y superior a 20% estos cambiaron en el transcurso del tiempo (ver figura 4), se observó que los indicadores se activaban con las condiciones especificadas y el paro fue en el momento exacto cuando se cumplió el tiempo propuesto, los datos de la temperatura y humedad se lograron guardar en una base de datos con la correcta fecha de las pruebas.

Fig. 4. a) temperatura menor de la indicada, resistencia activada, b) temperatura mayor de la indicada, ventilador encendido y resistencia apagada, c) humedad menor de la indicada, encendido de la electroválvula, d) humeada superior de la indicada, paro de la electroválvula, e) Paro de la captura de datos y de la simulación.



#### V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Los resultados obtenidos son los esperados, pero con las observaciones que los sensores utilizados ya hacen la conversión a las unidades correspondientes, los datos obtenidos se guardaban cada segundo como se indicó en la barra del intervalo de tiempo, esto puede ayudar mucho cuando son lapsos de tiempo relativamente cortos, ya que en lapsos más grandes serian demasiados datos para esto sería conveniente capturarlos, pero en un lapso de tiempo más amplio.



## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El desempeño del programa es el esperado, hipotéticamente estaría en un rango aceptable y fiable, el control PID se accionaba solo cuando la temperatura era menor o mayor, igualmente para la humedad, como recomendación sería tener la función de transferencia de los motores o actuadores a utilizar para tener valores exactos en las ganancias del PID para tener una respuesta más estable y rápida, los sensores utilizados son los indicados para este tipo de proyectos en el caso del termopar da una lectura precisa a los cambios, ya que en el proceso de pruebas se le acercó una fuente de calor de manera que este fue muy capaz de notar los cambios de temperatura. Cabe mencionar que debido a la pandemia no fue posible la caracterización de polímeros.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Quiero agradecer al CONACYT y al verano de la ciencia región centro, así como al ITESI por esta gran oportunidad de poder participar en un verano, y tener esta gran experiencia.

## REFERENCIAS

- [1] Beatriz posada Bustamante La degradación de los plásticos [consultado en julio 2021].
- [2] Camacho-Tauta, J., Reyes-Ortiz, Ó. J., & Mayorga-Antolínez, C. (2008). Curado natural y acelerado de una arcilla estabilizada con aceite sulfonado. Ingeniería y desarrollo.
- [3] Fowler, S., Gauntner, J. y Quill, J. (2011, enero). Ensayos de estabilidad a la luz y a la intemperie de materiales impresos. En NIP & Digital Fabrication Conference (Vol. 2011, No. 1, págs. 271-277). Sociedad de Ciencia y Tecnología de la Imagen.
- [4] Daniel Orozco Espinosa, Diseño y construcción de una cámara de envejecimiento acelerado por temperatura para polímeros, México, D.F. diciembre DE 2007) [consultado en julio2021].
- [5] W. Bolton, "MECATRÓNICA SISTEMAS DE CONTROL ELECTRÓNICO EN INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA", 2ª Edición, Editorial Alfaomega, México, 2001 [consultado en julio2021]

# IMPRESIÓN 3D DE UN VEHÍCULO AGV ESCALA 1:10

Elmer Uriel Pérez González

Universidad Politécnica de Querétaro Carretera estatal 420 SN El Marqués, Querétaro  
019032652@upq.edu.mx

Carlos Fuentes Silva

Universidad Politécnica de Querétaro  
Carretera estatal 420 SN El Marqués, Querétaro  
carlos.fuentes@upq.mx

Resumen — Es bien sabido que la industria día tras día sufre cambios evolutivos, prueba de esto es que hoy nos encontramos bajo el resultado de una cuarta revolución industrial la cual ha traído consigo mejoras para que la humanidad pueda ser mas eficiente en sus procesos. La intención de este trabajo es diseñar y fabricar componentes para obtenerlos de una manera más económica y que sean funcionales, con el uso de software CAD como lo es SolidWorks para modelar los componentes y en adición el uso de impresión 3D.

Palabras clave — Vehículo AGV, Software CAD, Impresión 3D.

Abstract — It is well known that industry day by day is under evolutive changes, proof of that is that today we are living the fourth revolutions results which bring us improvements for humanity can be more efficient in their process. The intention of this work is design and manufacture components to get them in a cheaper way and they can be functional, all this by using CAD software as SolidWorks for components modeling and in addition the use of 3D print.

Keywords — AGV Vehicle, CAD Software, 3D print.

## I. INTRODUCCIÓN

Es una realidad que conforme ha pasado el tiempo en la industria se busca automatizar aquellos procesos en los cuales un humano puede cometer un error con facilidad, además de no contar con una constante actividad lo cual siempre es reflejado en productividad. Por ello hoy en día se observa una mejora continua en la realización de actividades industriales, todo esto con ayuda de máquinas automáticas programables capaces de realizar determinadas tareas de manera autónoma y a su vez sustituir a los seres humanos, especialmente en tareas pesadas, repetitivas o peligrosas. Es por eso por lo que el presente trabajo explica el diseño y fabricación de componentes de un prototipo a escala de un vehículo AGV, el cual puede ser programado para realizar determinadas tareas de manera autónoma y eficaz. El presente diseño del prototipo que tendrá fines educativos fue tomado de una plataforma de uso libre5, la idea fue partir de este prototipo para lograr diseñar y fabricar piezas más accesibles que nos permitan adaptar componentes más resistentes y ser capaces de ensamblar nuestros prototipos que tienen como fin la educación.

La propuesta es diseñar componentes de un prototipo a escala de un vehículo con ayuda de SolidWorks para modelarlos e imprimirlos, componentes que en realidad existen, pero pueden alcanzar costos muy más elevados y con menos resistencia, por lo que para fines educativos no sería rentable y en la mayoría de los casos reduciría el número de prototipos que podemos fabricar, por lo que se podría optar por no continuar con un determinado proyecto. Es ahí donde toma lugar este tipo de fabricaciones que ayudan a estudiantes universitarios a comprender y tener una mejor visión de lo que se podría realizar con un vehículo de estas características.

## II. MARCO TEÓRICO

Un vehículo de Guiado Autónomo (AGV por sus siglas en inglés) no requiere de un conductor, este tipo de vehículos realizan el suministro de materiales en procesos secuenciados. Con esto la logística de la industria será más segura y casi sin errores que disminuyan la productividad y eficacia. Que este tipo de transporte sea autónomo permite que en el interior de una nave se transporten cargas hasta su ubicación de una manera más eficiente sin fallas causadas por errores humanos<sup>2</sup>.

El software CAD SolidWorks es una aplicación de diseño mecánico que permite croquizar ideas, experimentar con operaciones y cotas, modelar y dibujar<sup>1</sup>.

La manufactura por adición o mejor conocida como impresión 3D, es el conjunto de procesos que producen objetos a través de la adición de material en capas en secciones transversales de un modelo 3D. Los materiales más usados para impresión 3D son los plásticos y las aleaciones de metales, sin embargo, se puede utilizar cualquier material, desde hormigón hasta tejido vivo<sup>3</sup>.

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

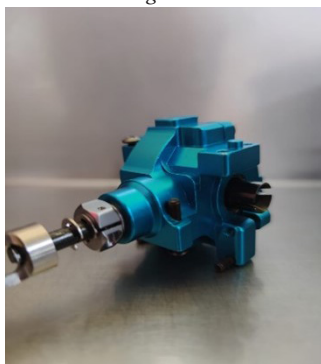
Materiales

- Software CAD SOLIDWORKS
- Impresora 3D
- Diferencial
- Vehículo AGV

Métodos

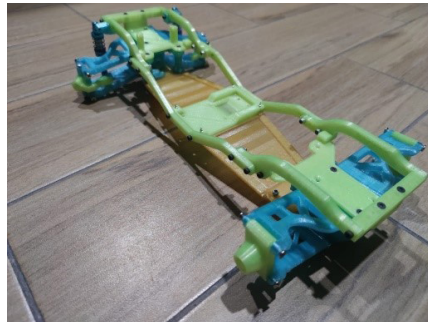
En primer lugar, se inicia por tomar medidas del componente que se tiene que adaptar al trabajo en curso del vehículo AGV que se muestra en la Fig. 1.

*Figura 1*



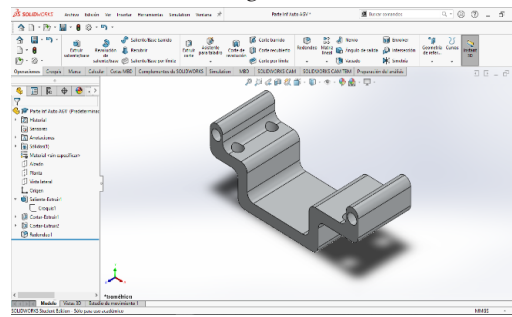
Seguido de esto de igual manera se tomarán medidas del vehículo AGV y de la sección en donde se colocará el soporte inferior para el diferencial que se observa en el Fig. 2.

Figura 2



Se procede a croquizar y extruir la primera pieza, luego se le agregan detalles funcionales para finalmente verse como en la Fig. 3.

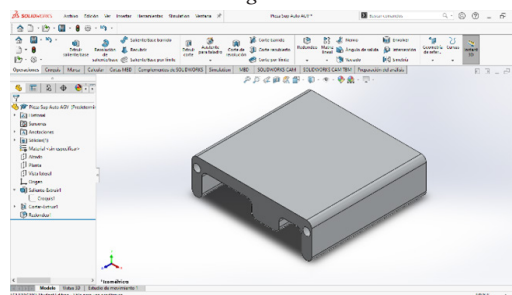
Figura 3



Luego procedemos ahora a medir de igual manera el diferencial para el vehículo AGV en la sección superior para modelar y manufacturar el soporte superior.

De regreso en el software realizamos el croquis para el soporte superior y lo vamos a extruir como se muestra en la Fig. 4.

Figura 4



Continuando con el modelado, se tendrá que diseñar una especie de tapa para ayudar al soporte superior. Procederemos a tomar las medidas necesarias y comenzaremos a croquizar y extruir el diseño para obtener algo como se muestra en la Fig. 5.

Para concluir con ayuda de la manufactura por adición imprimiremos las tres secciones en plástico que podemos ver en la Fig. 6.

Figura 5

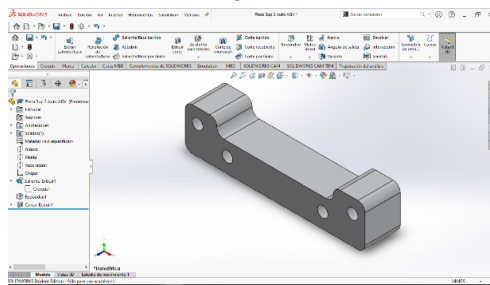


Figura 6



En este caso específico con la manufactura de estas tres secciones se concluye con el proceso de adaptar el diferencial al vehículo AGV.

#### IV. RESULTADOS

El objetivo buscado se logró, las tres secciones permiten adaptar el diferencial al vehículo AGV el cual, para este caso en específico, estaba pensado para utilizar otro tipo de diferencial que tiene una durabilidad menor y un costo mayor al que pudimos adaptar, logrando así mayor durabilidad a un menor costo favoreciendo la educación.

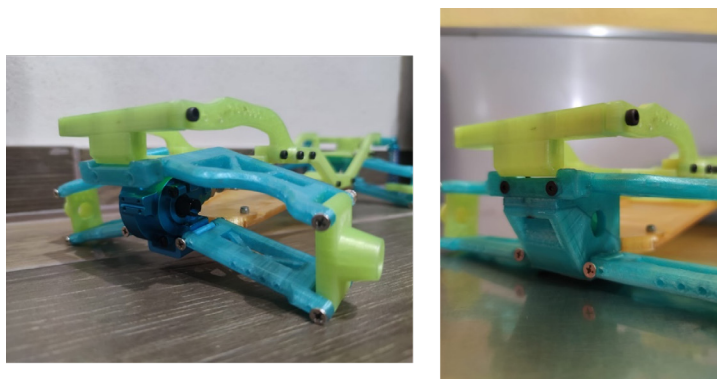
El vehículo AGV es capaz de utilizar el nuevo diferencial ya que las modificaciones lo permiten. El resultado se observa en la Fig. 7.

Figura 7



El resultado se puede apreciar en la siguiente Fig. 8 donde ponemos en comparativa la mejora a la que llegamos, del lado izquierdo el prototipo impreso en 3d y del otro lado el mismo prototipo, pero con mejoras para poder utilizar partes como el diferencial que son mas durables gracias a los materiales de los que este fabricado.

Figura 8



## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Si bien hablamos del diseño de un prototipo a escala de un vehículo AGV, la idea nació de tomar un diseño de un prototipo real que se encuentra en foros de internet<sup>4</sup>, este diseño es de uso libre. Nuestro trabajo consistió en mejorar la resistencia, reducir costos y adaptar en este caso el sistema de tracción por uno que en cuestiones de durabilidad y precio son mucho mejor a los que se establecen en el diseño original, lo cual nos lleva que para términos educativos es más accesible para nosotros.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como pudimos darnos cuenta, es relativamente sencillo plasmar una idea basada en un dibujo gracias a la implementación de un software CAD en este caso SOLIDWORKS, debido a que las herramientas con las que cuenta son suficientes para manufacturar la pieza deseada. Además, fue muy importante tener conocimientos en el área de modelado y fabricación. Por otro lado, logramos adaptar una pieza con mejores propiedades como lo pueden ser la durabilidad y el costo, todo esto favoreciendo la educación. Finalmente es bueno siempre verificar en este caso las características de los componentes como lo pueden ser sus dimensiones y propiedades. Siendo así que es posible fabricar componentes que no pueden estar a nuestro alcance de manera sencilla y económica, sin embargo, es posible fabricarlas como medida alternativa.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Me es un gusto expresar mi gratitud con mi profesor y asesor Carlos Fuentes Silva por todo su apoyo y motivación, a su vez a la Universidad Politécnica de Querétaro, institución con la que estoy muy agradecido por el apoyo y conocimiento brindado, así como las oportunidades y experiencias que vivo cada día.

## REFERENCIAS

- [1] Introduction a SOLIDWORKS, Dassault Systemes, 2021.
- [2] Anónimo, Vehículos de guiado automático ¿Qué son y para que sirven?, TATOMATECH, 24 julio, 2019. Disponible en <https://www.tatomatech.com/vehiculos-de-guiado-automatico-que-son-y-para-que-sirven/> [consultado en 2021].
- [3] Anónimo, Software para impresión 3D, AUTODESK, 2020. Disponible en <https://www.autodesk.mx/solutions/3d-printing> [consultado en 2021].
- [4] Foro prototipo 1 <https://www.thingiverse.com/thing:3082041>
- [5] Foro prototipo 2 <https://www.instructables.com/MyRCCar-110-MTC-Chassis-Updated-Customizable-Chass/>



# ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE CELDAS FOTVOLTAICAS QUE ALIMENTEN ELÉCTRICAMENTE EL EDIFICIO UNO DEL TecNM CAMPUS MONCLOVA

Valeria Estefanía Rendón Gómez

Instituto Tecnológico Superior de Monclova Carretera 57, S/N, Col. Los 90's, C.P. 25733  
*H18050538@monclova.tecnm.mx*

Adriana Hernández Córdova

Instituto Tecnológico Superior de Monclova Carretera 57, S/N, Col. Los 90's, C.P. 25733  
*adriana.hernandez@monclova.tecnm.mx*

Resumen — En este proyecto se analizó la factibilidad de instalar un sistema de energía limpia mediante celdas fotovoltaicas interconectadas a la red eléctrica para alimentar el consumo energético del edificio uno del TecNM Campus Monclova. Así mismo, se realizó un análisis de la cantidad de energía eléctrica consumida en el edificio mencionado, el cálculo del costo del suministro eléctrico y la captación de energía solar diaria promedio por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de superficie en este lugar. Con los datos anteriores se estimó el número de paneles óptimo para cubrir la demanda energética y se realizó una comparación del costo actual con el costo implementando las celdas fotovoltaicas.

Palabras clave — Celda fotovoltaica, Energía, Sistema fotovoltaico.

Abstract — The development of renewable energies has stood out as the central axis of the energy transition towards a more sustainable society. In recent decades, photovoltaic technologies have undergone enormous technological advancement. This paper presents a study on the different types of photovoltaic cells and their characteristics. In addition, an analysis was carried out of the amount of electrical energy consumed in building one of the TecNM Campus Monclova, the calculation of the cost of the electrical supply and the average daily solar energy capture per square meter (m<sup>2</sup>) of surface in this place. With the previous data, the optimal number of panels to cover the energy demand was estimated and a comparison of the current cost with the cost of implementing the photovoltaic cells was made.

Keywords — Photovoltaic cell, Energy, Photovoltaic system.

## I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, las tecnologías fotovoltaicas experimentaron un enorme avance tanto a nivel científico como tecnológico. La eficiencia de los diferentes tipos de celdas se ha incrementado cinco veces y, desde el punto de vista de la innovación, actualmente se cuenta con tres generaciones de celdas desarrolladas. Los costos y la cantidad de energía necesaria para la fabricación de paneles fotovoltaicos se han reducido en tal medida que la inversión se puede recuperar durante los dos primeros años de uso, mientras que la confiabilidad contra fallas y condiciones climáticas adversas otorga garantías que exceden los veinte años de vida útil. (PROMEXICO, 2017, p.26)

En el uso de las energías renovables, es importante tomar en consideración el dimensionamiento y diseño de una instalación solar fotovoltaica así como el conocimiento del funcionamiento de los paneles solares, los cuales proporcionan las bases para que los usuarios finales tengan la capacidad de decidir si genera o no su propia energía, a partir de su factura de luz. Una de las ventajas de la instalación de paneles, es que existen diversos tipos de esquemas de conexión. Una solución para disminuir estos costos de operación en la generación es estar en el esquema de autogeneración, y los sistemas de generación fotovoltaicos interconectados a la red son una alternativa a esta problemática futura para el usuario básico y actual para el usuario de alto consumo. (González León et al., 2018) En este trabajo se realiza la estimación correspondiente al número de paneles que constituiría el Sistema Fotovoltaico que abastecería energéticamente al edificio uno del Campus Monclova tomando en consideración aspectos como el historial del consumo de energía eléctrica en este lugar, la irradiación solar, entre otros aspectos.

## II. MARCO TEÓRICO

Las celdas fotovoltaicas o paneles solares son celdas que convierten la energía proveniente de sol en energía eléctrica. Estas celdas están formadas normalmente por silicio (Si) con una eficiencia comercial promedio que va desde el 20% hasta el 30%; liberar un electrón sólo es una parte del proceso de cómo funcionan las celdas fotovoltaicas ya que se requiere mover los electrones de cierta forma para generar una corriente eléctrica. Esto se logra mediante un campo eléctrico el cual es producido por el efecto de dos capas semiconductoras “p” y “n”. Al combinar ambas capas se genera un campo eléctrico el cual no deja a los electrones moverse más que de una manera, generando así una corriente eléctrica la cual puede ser almacenada fácilmente en una batería. (Rocha Rojas y Morales Rodríguez, 2021)

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de este proyecto se realiza una revisión del historial del consumo mensual de energía eléctrica de todo el Campus Monclova en el año 2019, ya que en 2020 y lo que va de 2021, por cuestiones de pandemia se tomaron clases a distancia, por lo que no se usaron aparatos y equipos electrónicos en su totalidad, estimando así el consumo promedio diario en el período mencionado.

Así mismo se determinan las Horas Solar Pico (HSP) para la zona donde se ubica el Campus Monclova.

Con los datos de consumos energéticos y las HSP se determinan el número de paneles necesarios que puede abastecer la demanda de energía del edificio uno, así como también los costos e instalación del Sistema Fotovoltaico que incluye además de los paneles, solares, los inversores, materiales y mano de obra.

En esta misma línea, se calcula la energía eléctrica propuesta con los paneles fotovoltaicos, así como los costos por consumo.

Finalmente se calcula el tiempo, en que el sistema fotovoltaico tendrá una amortización económica así como la viabilidad del proyecto.

#### IV. RESULTADOS

De acuerdo a la revisión del historial de facturas eléctricas emitidas por Comisión Federal de Electricidad (CFE), se obtuvieron los consumos mensuales (Kwh), así como el consumo promedio diario, los cuales se muestran en la Tabla 1.

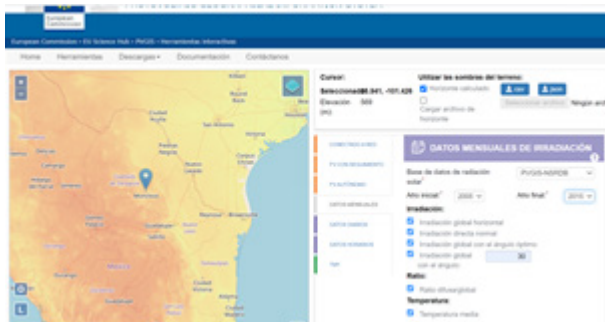
Tabla 1. Consumo de energía periodo febrero-diciembre 2019 en todo el Campus Monclova

PERIODO	CONSUMO MENSUAL (Kwh)	CONSUMO PROMEDIO DIARIO (kW)
feb-19	39690	661.50
mar-19	204	3.40
abr-19	45029	750.48
may-19	93754	1562.57
jun-19	84294	1404.90
jul-19	49403	823.38
ago-19	96226	1603.77
sep-19	92737	1545.62
oct-19	75655	1260.92
nov-19	45753	762.55
dic-19	24776	412.93
<b>TOTALES</b>	<b>647521.00</b>	<b>10792.02</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>58865.55</b>	<b>981.09</b>

Los datos anteriores corresponden al consumo energético de todo el Campus Monclova. Para estimar el consumo del edificio uno, se analizaron la cantidad de equipos electrónicos, su potencia nominal, su utilización en horas, el consumo base de energía (kW) correspondiendo a este edificio el 48% de éste consumo promedio diario equivalente a 470.92 kW.

Así mismo, se obtuvieron las HSP, ésta es una unidad que mide la irradiación solar y se define como la energía por unidad de superficie que se recibiría con una hipotética irradiancia solar constante de 1000 W/m<sup>2</sup>, el valor estimado promedio de HSP para esta zona es de 5 de acuerdo a los datos arrojados por la PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System) Figura 1.

Fig.1 .Datos de irradiación solar



Con los datos anteriores se calculó el número de paneles necesarios para cubrir la demanda energética.

$$\text{Número de paneles} = \frac{(E)(1.3)}{(HSP)(Wp)}$$

Donde:

$E$  = Consumo diario promedio en w (vatios)

HSP= Horas Solar Pico

$W_p$  = Potencia del panel

1.3 = Factor de seguridad, significa sobredimensionar en un 30% más de consumo.

Tomando en consideración los datos correspondientes,  $E= 470.92$  Kw = 470920 w, HSP=5,  $W_p= 450$  w, se obtuvo lo siguiente:

$$\text{Número de paneles} = \frac{(470920)(1.3)}{(5)(450w)} = 272.08 = \mathbf{273}$$

Además de los paneles se consideró, los inversores, mano de obra, materiales y estructuras, se revisaron las cotizaciones de diferentes proveedores, de las cuales se determinaron los siguientes costos correspondientes a: 273 Paneles marca solar EGE-450W-144M: \$2, 622,607.042, mano de obra y materiales: \$8888.89, dos inversores: \$159,360, lo anterior da un total de \$2, 790,855.932 equivalente al costo del Sistema Fotovoltaico (SFV). Por otra parte se calculó la energía propuesta con los 273 paneles, además del costo por consumo mensual.

$$\text{Energía propuesta} = \frac{(W_p)(\text{No. Módulos})(HSP)(30)}{1000}$$

$$\text{Energía propuesta} = \frac{(450)(273)(5)(30)}{1000} = \mathbf{18,427.5 kW}$$

$$\text{Costo por consumo} = (E)(\text{Tarifa Promedio Mensual CFE})$$

$$\text{Costo por consumo: } (18,427.5 kW)(2.3205 \$kW) = \$42,761.01$$

Finalmente se obtuvo el tiempo en meses en el que el SFV tendrá una amortización económica.

$$\text{Amortización: } \frac{\text{Costo del SFV}}{\text{Costo por consumo}}$$

$$\text{Amortización: } = \frac{\$2,790,855.932}{\$42,761.01} = 65.26 \text{ meses}$$

## V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos analizar la factibilidad de instalar el sistema de energía limpia en el edificio uno del Campus Monclova ya que la vida útil promedio de los paneles fotovoltaicos es de 25 años en condiciones normales, en este tiempo pueden generar 5,528,250 kW, que al costo medio actual de \$2.3205 serían \$12,828,304.13, el costo de instalación inicial aproximado es de \$2, 790,855.932 puede parecer elevado sin embargo el tiempo de amortización es de 5.43 años, quedando de ganancia alrededor de 19.57 años, en este tiempo se podría ahorrar \$10,037,448.07.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El uso de las energías limpias hoy en día forma parte importante de la vida del ser humano, ya que estas sin duda garantizan el bienestar del medio ambiente.

Las celdas fotovoltaicas en la actualidad son una herramienta que suman a los importantes cambios en nuestro entorno, ya que contribuye a reducir la contaminación debido a que la energía solar no causa gases de efecto invernadero.

Se ha divulgado en diferentes partes del mundo que las celdas fotovoltaicas forman parte de proyectos interesantes y de gran impacto, por lo que se le considera atinadamente como la energía del futuro.

Aunado a lo anterior y referente a la parte económica también tiene grandes ventajas porque a pesar de que la inversión sea considerable se recupera en un determinado tiempo.

Es importante dar a conocer a los estudiantes la información referente a las energías limpias y motivarlos a desarrollar proyectos referentes a este tema.

#### REFERENCIAS

González León, C., Torres, J., Serrano, J. ., Rodríguez Alejandro, A. D. ., & González Cabrera, N. (2018). Estudio técnico económico de paneles solares interconectados a la red de distribución. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 5(3), 94–105. <http://reibci.org/publicados/2018/jun/2800107.pdf>

PROMEXICO. (2017). LA INDUSTRIA SOLAR FOTOVOLTAICA Y FOTOTÉRMICA EN MÉXICO (p. 16). [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/428621/La\\_industria\\_solar\\_fv\\_y\\_ft\\_en\\_M\\_xico-compressed.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/428621/La_industria_solar_fv_y_ft_en_M_xico-compressed.pdf)

Rocha Rojas , D., y Morales Rodríguez, M. A. (27 de Agosto de 2021). IBERO FWD. La Mirada de la Academia. Obtenido de <https://ibero.mx/prensa/que-son-y-como-funcionan-las-celdas-fotovoltaicas>

# ANÁLISIS DE DIFERENTES COMBUSTIBLES EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

Zazil Gaspar Aranguré  
Instituto Tecnológico de Querétaro  
Av. Tecnológico s/n esq. Gral. Mariano Escobedo. Colonia Centro Histórico C.P. 76000,  
Querétaro, Querétaro.  
*Zazil.gaspar@gmail.com*

Juan Manuel García Guendulain  
Universidad Politécnica de Querétaro Carretera Estatal 420 SN, El Marqués Querétaro C.P. 76240  
*manuel.garcia@upq.edu.mx*

Resumen — En este trabajo se presenta la implementación de un modelo termodinámico de bajo costo computacional desarrollado en el software de MATLAB® en el que se imita el proceso de un motor de combustión interna alimentado con gasolina; se simula un tipo de motor con ciertas características específicas de operación. El modelo termodinámico se emplea para llevar a cabo pruebas con distintos combustibles donde los resultados obtenidos muestran el desempeño del ciclo con cada uno de estos combustibles alternativos.

Palabras clave — Motores de combustión interna, combustible alternativo, modelo termodinámico.

Abstract — In this work the implementation of a low computational thermodynamic model simulated in MATLAB® software is presented, in which the process of gasoline fueled internal combustion engine is imitated; also is simulated with certain specific operating characteristics. Thermodynamic model is used to carry out tests with different fuels where the results obtained show the performance of the cycle with each of alternative these fuels.

Keywords — internal combustion engines, alternative fuel, thermodynamic model.

## I. INTRODUCCIÓN

En el sector de transporte la potencia para poder mover vehículos ligeros puede ser generada a través de diferentes formas de energía, una de ellas a través del proceso de combustión en motores de combustión interna alternativos (MCIA). Aunque se ha dado un crecimiento en la producción de coches que funcionan con baterías, pronósticos mundiales muestran que aun dentro de los próximos años los motores de combustión interna serán predominantes [1]. Esto implica que dichos motores deben ser más limpios y se debe promover el uso de combustibles alternativos. Ensayos experimentales para el análisis de combustibles alternos son de muy alto costo debido a la infraestructura y a los instrumentos empleados en la medición de los diferentes parámetros característicos de los MCIA, una



opción viable para el análisis del efecto de estos combustibles es mediante el uso de termodinámica aplicada a través de simulaciones de alto o bajo consumo de recurso computacional.

El objetivo de este trabajo es desarrollar un modelo termodinámico de bajo consumo computacional que permita evaluar los principales parámetros como presión dentro del cilindro, así como la potencia y presión media efectiva desarrollada al evaluar diferentes combustibles.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Ecuación de Wiebe

Modelos de una sola zona se pueden representar a través de la liberación de energía en función del ángulo del cigüeñal con la función de wiebe [2], como se muestra a continuación:

$$X_b(\theta) = 1 - \exp \left[ -a \left( \frac{\theta(i) - \theta_0}{\theta_b} \right)^{k+1} \right]$$

Donde  $a$  y  $k$  son constantes ajustables,  $\theta(i)$  es el ángulo del cigüeñal,  $\theta_0$  es el ángulo del inicio de la combustión y  $\theta_b$  es la duración de la combustión.

### B. Parámetros geométricos [3]

Diámetro del pistón:  $D$

Carrera del pistón:  $S$

$$S = 2a \quad (2)$$

Cilindrada unitaria:  $V_d$

$$V_d = \frac{\pi}{4} D^2 S \quad (3)$$

Cilindrada total:  $V_t$

$$V_t = z V_d \quad (4)$$

donde  $z$  = número de cilindros

Volumen de la cámara de combustión:  $V_c$

Volumen del cilindro en función de  $\theta$ :  $V$

$$V = V_c + \frac{\pi}{4} D^2 (l + a - s) \quad (5)$$

Donde,  $s = \cos\theta + (1 - a^2 \sin^2\theta)^{1/2}$

Relación de compresión: En MEP de 8 a 11 y en MEC de 12 a 24,

$$r = (V_d - V_c) / V_c \quad (6)$$

Relación carrera/diámetro: en motores pequeños y medianos de 0.6 – 1.2, en MEC de baja velocidad de 1.2 – 3.0.

$$R_{SD} = S/D \quad (7)$$

Relación longitud de biela/radio de la manivela: en motores pequeños y medianos de 3 – 4, en MEC de baja velocidad de 5 – 10.

$$R = l/a \quad (8)$$

Velocidad media del pistón:  $C_m = 2Sn$ ,

Donde,  $n$  = régimen de giro del cigüeñal.

### C. Trabajo

El trabajo de bombeo (admisión y escape) normalmente no se considera como trabajo indicado (compresión, combustión y expansión) y se incluye dentro de las pérdidas mecánicas.

Para motores de aspiración natural, el trabajo de bombeo será negativo, por lo que el trabajo efectivo será:

$$W_e = W_i - W_b \quad (9)$$

En motores sobrealimentados, la presión de admisión puede ser mucho mayor que la de escape dando un trabajo

de bombeo positivo, por lo que:

$$W_e = W_i + W_b \quad (10)$$

D. Presión media y potencia

La presión media indicada se define como la presión constante que durante una carrera produce un trabajo igual al indicado del ciclo:

$$p_{mi} = W_i / V_d \quad (11)$$

La potencia indicada  $N_i$  (o potencia interna) de un motor (trabajo indicado por unidad de tiempo) será:

$$N_i = p_{mi} \cdot Z \cdot V_d \cdot n = p_{mi} \cdot V_{(i)} \cdot n \quad (12)$$

Donde  $i$  = número de ciclos por vuelta.

La potencia efectiva  $N_e$  en el cigüeñal será menor que la potencia indicada debido a la potencia absorbida por pérdidas mecánicas ( $N_{pm}$ ):

$$N_e = N_i - N_{pm} \quad (13)$$

La potencia absorbida por pérdidas mecánicas incluye las pérdidas por fricción mecánica, las pérdidas de bombeo y la potencia necesaria para el accionamiento de los elementos auxiliares.

El par motor es un parámetro que indica la capacidad para realizar trabajo que tiene un motor particular, por lo que depende del tamaño de este. Un parámetro más adecuado para reflejar el comportamiento de un motor es la presión media efectiva, la cual se define análogamente a la presión media indicada.

$$p_{me} = W_e / V_d \quad (14)$$

E. Torque

Par ejercido por el motor:

$$M = F \cdot L \quad (15)$$

Potencia desarrollada por el motor y absorbida por el freno:

$$N = 2\pi n M \quad (16)$$

F. Relación combustible-aire (dosado)

Dosado estequiométrico:

$$F_{(e)} = ((m_f) / (m_a))_{e} \quad (17)$$

### III. METODOLOGIA

La realización del proyecto consta de dos etapas principales.

a) En la primera etapa se desarrolla el modelo termodinámico para motores de combustión interna alternativos en el software de Engineering Equation Solver.

b) En la segunda etapa se llevan a cabo las pruebas con diferentes combustibles, calculando los principales parámetros involucrados

Tabla 1: Combustibles y sus características

Combustible	Hc (kJ/kg)	Fe	Referencia
Gasolina	44 000	1/15.13	[4]
Gasolina 10% de etanol	42 510	1/14.35	[5]
Metanol	20 000	1/6.47	[6]
Di-methyl ether (DME)	28 800	1/9	[7]

Los combustibles que se utilizaron y sus características se muestran en la tabla 1.

El modelo termodinámico desarrollado es el siguiente:

Características de operación del MCIA [2]:

1. Diámetro del pistón (D) = 0.101m

2. Carrera del pistón (S)= 0.088m
3. Número de cilindros (z)= 6
4. Relación de compresión (rc)= 9:1
5. Longitud de la biela (L)= 0.93
6. Poder calorífico inferior del combustible (Hc)
7. Dosado estequiométrico del combustible (Fe)

Las características de los combustibles seleccionados se agregan al modelo termodinámico, se obtienen los datos especificados y se generan las gráficas de presión, potencia y parámetros globales como potencia indicada y presión media efectiva.

#### IV. RESULTADOS

En esta sección se muestran los resultados obtenidos con el modelo termodinámico programado en el software MATLAB. La figura 2 muestra la variación de la presión dentro del cilindro para diferentes combustibles analizados mientras que en la Tabla 2 se muestran los parámetros de operación obtenidos con el modelo.

Fig. 2. Presión dentro del cilindro

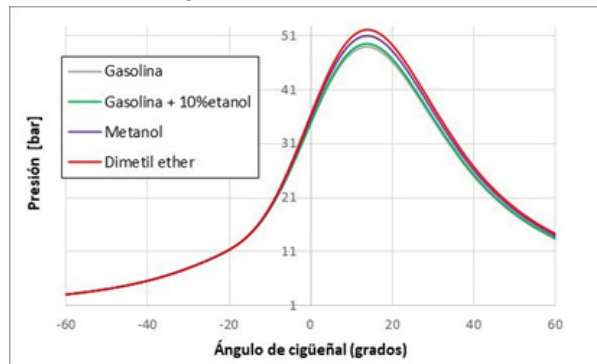


Tabla 2: Parámetros principales

	Gasolina	Metanol	Gasolina + 10% etanol	Dimetil ether
N (rpm)	4500	4500	4500	4500
Hc (kJ/kg)	44000	20000	42510	28800
Fe	15013	6.47	14.35	9
Ne (kW)	129.8	139.67	132.76	145.49
pme (bar)	8.05	8.66	8.22	9.02
torque (Nm)	275.444155	296.388945	281.72547	308.739369
We (J)	748.5	792.19	761.46	818.032

#### V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Como se puede ver en la Figura 1, se muestra un incremento en la presión dentro del cilindro cuando se utilizan combustibles distintos a la gasolina, como lo es una mezcla de 10% etanol con gasolina, metanol y DME, siendo este último quien origina un mayor incremento de presión. Esto se traduce en el motor como un incremento en los parámetros efectivos de operación como lo son la presión media efectiva (pme) la potencia (Ne) y el torque cuando DME es utilizado, esto se atribuye principalmente a la alta concentración de combustible dentro de la mezcla a pesar de tener un poder calorífico mucho menor que el de la gasolina.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este trabajo se ha desarrollado un modelo termodinámico de bajo costo computacional el cual ha simulado de manera adecuada la predicción de la presión dentro del cilindro y con ello los parámetros efectivos del motor. El modelo desarrollado ayuda al análisis de diferentes combustibles alternativos y propicia información cualitativa del desempeño del motor ante estos. Como trabajo futuro queda la validación experimental del modelo, así como el desarrollo de análisis de otros tipos de combustible y mezclas entre ellos.

## VII. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Politécnica de Querétaro por el uso de la licencia del software Matlab® y por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

## REFERENCIAS

- [1] BP Energy Economics. BP Energy Outlook, 2018 2018. [https://www.bp.com/content/dam/bp-country/de\\_ch/PDF/Energy-Outlook-2018-edition-Booklet.pdf](https://www.bp.com/content/dam/bp-country/de_ch/PDF/Energy-Outlook-2018-edition-Booklet.pdf)
- [2] Y. G. Guez W H Tw -Zone Heat Release Analysis of Combustion Data and Calibration of Heat Transfer Correlation in an IC engine, SAE International, Warrendale, PA, SAE Technical Paper 1999-01-0218, Mar. 1999.
- [3] J. Heywood, Internal Combustion Engine Fundamentals. Tata Mcgraw Hill Education, 2011.
- [4] Mohsen Ghazikhani, Mohammad Hatami, Behrouz Safari, Davood Domiri Ganji, Experimental investigation of exhaust temperature and delivery ratio effect on emissions and performance of a gasoline-ethanol two-stroke engine, Case Studies in Thermal Engineering, Volume 2, March 2014, Pages 82-90, ISSN 2214-157X,
- [5] M. Bahattin Celik, Experimental determination of suitable ethanol-gasoline blend rate at high compression ratio for gasoline engine, Applied Thermal Engineering, Volume 28, Issues 5-6, April 2008, Pages 396-404, ISSN 1359-4311.
- [6] Avinash Kumar Agarwal, Himanshu Karare, Atul Dhar, Combustion, performance, emissions and particulate characterization of a methanol-gasoline blend (gasohol) fuelled medium duty spark ignition transportation engine, Fuel Processing Technology, Volume 121, May 2014, Pages 16-24, ISSN 0378-3820
- [7] Seokhwan Lee, Seungmook Oh, Young Choi, Kernyong Kang, Effect of n-Butane and propane on performance and emission characteristics of an SI engine operated with DME-blended LPG fuel, Fuel, Volume 90, Issue 4, April 2011, Pages 1674-1680, ISSN 0016-2361

# DISEÑO DE UN DISPOSITIVO INTELIGENTE PARA EVALUAR CONDICIONES ERGONÓMICAS INDUSTRIALES.

Juan Gilberto Quintero López

Instituto tecnológico superior de Purísima del Rincón

Boulevard Del Valle #2301, guardarrayas C.P. 36413, Purísima del Rincón, Guanajuato

*RS17110535@purisima.tecnm.mx*

Guillermo García Rodríguez

Instituto tecnológico superior de Purísima del Rincón

Boulevard Del Valle #2301, guardarrayas C.P. 36413, Purísima del Rincón, Guanajuato guillermo.

*gr@pirisima.tecnm..mx*

Resumen — En el siguiente trabajo se presenta un análisis ergonómico de diferentes factores que pueden afectar al operador dentro de una empresa, se llevó a cabo el análisis ergonómico de diferentes áreas con aparatos especiales para hacer un estudio y posteriormente se realizó un prototipo que hace las mediciones en una aplicación móvil y aquí la diferencia es que los primeros estudios son seis equipos diferentes uno para cada medición y el prototipo realizado es uno solo el cual mide el campo de los seis instrumentos utilizados en el primer análisis y esto se realiza para que el operador tenga un mejor campo de trabajo y su desgaste personal sea el mínimo y sea más productivo en su área determinada.

Palabras clave — ergonomía, análisis ergonómico, operador.

Keywords — ergonomic, ergonomic analysis, operator.

Abstract — In the following work, an ergonomic analysis of different factors that can affect the operator within a company is presented, the ergonomic analysis of different areas was carried out with special devices to make a study and later a prototype was made that makes the measurements in a mobile application and here the difference is that the first studies are six different equipment, one for each measurement and the prototype carried out is only one which measures the field of the six instruments used in the first analysis and this is done so that the operator has a Better field of work and your personal burnout is minimal and you are more productive in your given area..

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente en la industria; sin importar el giro, se presentan una serie de enfermedades por la deficiencia de espacios laborales ergonómicos, lo que conduce a problemas de salud o incapacidades permanentes afectando la productividad de la industria. Por ello, surge la necesidad de evaluar y adecuar los espacios de trabajo mediante

el uso de un dispositivo, capaz de monitorear dichas condiciones mediante un dispositivo capaz de monitorearlas desde una perspectiva ergonómica en el sector industrial para mejorar las áreas de trabajo, usando una aplicación móvil.

De igual manera se aplicarán principios ergonómicos para hacer las adaptaciones correspondientes a las áreas de trabajo y mejorar las condiciones con las que se están realizando las actividades del proceso.

## II. MARCO TEÓRICO

¿Qué es la ergonomía?

Es el conjunto de conocimientos de carácter multidisciplinar aplicados para la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las necesidades, limitaciones y características de sus usuarios, optimizando la eficacia, seguridad y bienestar. [1]

*Fig. 1 ¿Que es la ergonomía?*



La ergonomía ocupacional se basa en la adaptación del entorno laboral para conseguir el bienestar del trabajador, contribuir positivamente en su salud y facilitar la correcta realización de sus tareas y funciones. [2]

*Fig. 2 ¿Que es la ergonomía ocupacional?*



¿Qué es el estrés laboral?

El estrés es un fenómeno natural. Puede desencadenarlo cualquier factor emocional, físico, social o económico que requiera una respuesta o un cambio de una persona. [1]



Fig. 3 ¿Que es el estrés laboral?



Condiciones físicas:

Iluminación, su norma es NOM-025-STPS-2008

Temperatura, su norma es NOM-015-STPS-2001

Ruido, su norma es NOM-011-STPS-2001

Humedad, su norma es NOM-014-STPS-2000

Ventilación, su norma es NOM-033-STPS-2015

Repetibilidad y Reproducibilidad

Los productos obtenidos en un proceso tienen un error admisible. Cualquier proceso de medición genera un error. Lo que se observa no es exactamente la realidad, “es la realidad más un error de medición”.

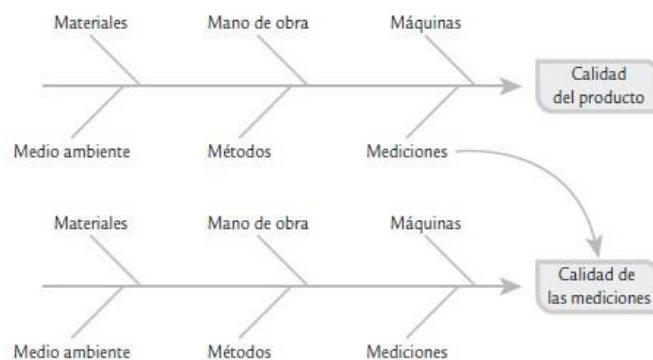
Esto se traduce en que la variación total observada en unos datos es el resultado de la variación propia del producto más el error del proceso de medición.

Así, parte de la variabilidad observada en el producto se debe a la variabilidad de las mediciones y no a la variabilidad propia del producto.

En los estudios R&R se evalúa de modo experimental qué parte de la variabilidad total observada en los datos es atribuible al error de medición. [3]

- Repetibilidad (instrumento).
- Reproducibilidad (operador).

Fig. 4 Ishikawa de estudio R&amp;R [4]



Se pueden separar en:

- RyR corto (Permite estimar el error del conjunto operador – instrumento de medición).
- RyR largo (Permite una mejor estimación y separar el error del operador y del instrumento).

Estudio R&R corto

Un estudio de repetibilidad y reproducibilidad corta (estudio R&R corto) permite estimar de manera rápida la variabilidad con la que contribuye el proceso de medición.

Con este estudio no es posible separar la repetibilidad (instrumento) de la reproducibilidad (operadores), sino que vienen de manera mezclada. Cada pieza se medirá sólo una vez por cada operador. [4]

Estudio RyR Largo

Análisis por medias y rangos:

Por lo tanto, el error o variabilidad de las mediciones debido a repetibilidad y reproducibilidad se obtiene con:

La repetibilidad es la variación causada por el dispositivo de medición.

La reproducibilidad es la variación causada por el sistema de medición.[4]

## I. MATERIALES Y MÉTODOS

- 1) Realizar análisis de método que permita conocer la secuencia y fases dentro del proceso productivo para detectar áreas de oportunidad.
- 2) Evaluar mediante diagnóstico general de ergonomía e identificar las condiciones actuales de trabajo.
- 3) Diseñar carta de condiciones ergonómicas tomando como referencia el área con mayor oportunidad de mejora.
- 4) Realizar plan de desarrollo del diseño del monitor que evaluara las condiciones ergonómicas básicas.
- 5) Diseñar un dispositivo que monitoree condiciones ergonómicas básicas para el sector industrial.
- 6) Aplicación y prueba del dispositivo ergonómicos llamado AIS- ergonomic.
- 7) Estudio R&R aplicable al dispositivo AIS- ergonomic en la empresa Sarasti S.A.

de C

Materiales:

- 1) Luxómetro
- 2) Sonómetro
- 3) Termómetro
- 4) Vibro metro
- 5) Anemómetro
- 6) Termo higrómetro
- 7) AIS ERGONOMIC (sensores de cada uno de los anteriores).

## II. RESULTADOS

De acuerdo con las actividades desarrolladas en el presente verano de la ciencia se logró hacer un análisis de condiciones ergonómicas usando el dispositivo “AIS-ergonomic”, comprobando su funcionamiento mediante un estudio R&R, el cual fue diseñado por los alumnos, además se logró hacer un análisis de condiciones económicas en una empresa de la región y proponer acciones de mejoras a dichas condiciones basadas en las normas de la STPS aplicables a la parte de ergonomía.

Tabla 1 Tabla de resultados obtenidos

Áreas	RUIDO	ILUMIN	TEMP	HUMEDAD	VIBRACION	VENTILACION
1.Administrativos	57.75	697.10	24.26	69.51	0.00	0.00
2.Corte	34.43	218.05	26.70	62.75	0.00	0.00
3.Rayado	15.25	237.68	26.68	62.50	0.00	0.00
4.Pespunte	75.67	1150.79	19.79	68.75	4.50	0.00
5.Hulera MP	75.85	1665.97	19.01	69.10	0.22	0.00
6.Hulera prensista	81.90	775.58	26.26	57.80	0.65	0.25
7.Hulera PT	86.48	1010.53	26.87	53.03	0.51	0.00
8.Montado 1,2	75.11	1312.32	24.49	54.90	1.46	0.33
9.Montado 3,4	77.45	1104.95	23.90	42.53	1.46	0.30
10.Embarque	65.65	1681.63	24.07	56.55	0.00	0.00
Puntos Máximos	90	300	30	50	4	5

### III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la tabla 1 se muestra cada una de las áreas en las cuales se hicieron las mediciones con el dispositivo inteligente midiendo cada una de las condiciones y realizando un estudio R&R y ayudándonos de los datos obtenidos podemos determinar qué área es óptima o que área puede tener una mejora claro todo conforme a los resultados obtenidos.

Para darle continuidad al análisis se puede aplicar nuevamente en un futuro para ver qué cambios nuevos puede realizar y ver qué tan productivo es el sistema mejorado.

### IV. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Quiero agradecer primero al ITSPR por el apoyo de nuestro asesor el maestro Guillermo

García por estar al pendiente del proyecto y por siempre apoyarnos a corregir nuestros errores, también quiero agradecerle a la empresa SARASTI por dejarnos usar sus instalaciones para poder llevar a cabo este proyecto en el “Verano de la Ciencia” y por ultimo a mis padres y amigos por apoyarme en cada momento y hacerme fuerte para seguir adelante con todos los proyectos en mi vida.

### REFERENCIAS

- [1] R. G. Criollo, «estudio del trabajo o ingeniería de metodos y mediciones del trabajo,» mexico, 2005.
- [2] G. b. u., «introduccion a la ingeniería industrial,» mexico, grupo editorial patria, 2014.
- [3] j. l. perla, «estudio del trabajo una nueva vision,» mexico, grupo editorial patria, 2014.
- [4] j. l. alvarez, «ergonomía y psicología aplicada,» lex nova, 2007.

## DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS

Ana Karem Jasso Vázquez

Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón  
División de Ingeniería Industrial Blvd. del Valle No. 2301, Guardarrayas,  
C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.  
*lrs18110017@purisima.tecnm.mx*

Nayeli Montalvo Romero

Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón  
División de Ingeniería Industrial Blvd. del Valle No. 2301, Guardarrayas,  
C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.  
*nayeli.mr@purisima.tecnm.mx*

Resumen — La alimentación juega un papel importante en la vida de las personas, sin embargo, está es mermada por la vida sedentaria, las tareas cotidianas, el poder adquisitivo y el gusto por la comida rápida; por lo que, poder tener al alcance una alimentación rica en vitaminas y minerales apoya a la calidad de vida. Además, que las características propias de las áreas de cultivo hacen que se puedan desarrollar ciertos productos, generando con ello la dietética de cada región. Entonces, realizar una investigación sobre los principales cultivos se podrá proveer una visión sobre el desarrollo de proyectos en torno a estos cultivos. Ya que la selección de cultivos a sembrarse se debe realizar tomando en cuenta que deben proveer de una mejor alimentación y mantener una vida mayormente saludable, al alcancé de todos y más barato, esto es, porque al tener los vegetales, legumbres u hortalizas al alcance, favorece a la economía tanto del agricultor como a la comunidad. En el estudio se encontraron que el maíz y el frijol son los principales cultivos a nivel nacional, por lo que se debe enfocar los proyectos de investigación en torno a estos cultivos.

Palabras clave — alimentación, dietética, saludable

Abstract — Food plays an important role in people's lives, however, it is diminished by sedentary life, daily tasks, purchasing power and the taste for fast food; Therefore, being able to have a diet rich in vitamins and minerals within reach supports the quality of life. In addition, the characteristics of the growing areas make it possible to develop certain products, thereby generating the diet of each region. Then, conducting research on the main crops can provide insight into the development of projects around these crops. Since the selection of crops to be planted must be carried out taking into account that they must provide a better diet and maintain a mostly healthy life, available to everyone and cheaper, that is, because having vegetables, legumes or vegetables within reach, It favors the economy of both the farmer and the community.

The study found that corn and beans are the main crops nationwide, so research projects should focus on these crops.

Keywords — food, diet, healthy

## I. INTRODUCCIÓN

La alimentación se define como el proceso por el cual se toma del exterior sustancias que contienen los alimentos que definen la dieta y que son necesarios para la nutrición. Así mismo, la nutrición es el conjunto de procesos mediante los cuales, los seres vivos transforman los alimentos y obtienen sustancias con el objetivo de aportar energía, formación de tejidos y estructuras corporales y regular el organismo [1].

Por lo que, la alimentación no debe ser una tarea inconsciente, consumiendo “comida chatarra” que genera enfermedades crónico-degenerativas sino una actividad consiente.

La principal recomendación nutricional consiste en comer con diversidad y elegir bien los alimentos. Solo así se podrá garantizar una dieta equilibrada [2]. Aunado a ello, si se consumen alimentos propios de la región o de temporada, su costo de adquisición es menor lo que garantiza que el consumo sea diario.

La dietética es la combinación de los alimentos además que está debe garantizar las necesidades básicas de un organismo, aportar beneficios para la salud y hacer que la alimentación sea eficaz en la prevención de muchas enfermedades [3].

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en base una búsqueda de información documental del tipo exploraría, puesto que se desconoce los alimentos cultivados y que se consumen por la población; mediante la aplicación de 2 etapas:

1. Estadístico de cultivos: en esta primera etapa se examinó los principales cultivos, en base a los datos históricos, esta búsqueda se realizó en Google encontrado en la página de INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) la mayor parte de la información.

2. Análisis de estadísticos: en esta segunda etapa se definió considerando los datos reportados en la primera etapa.

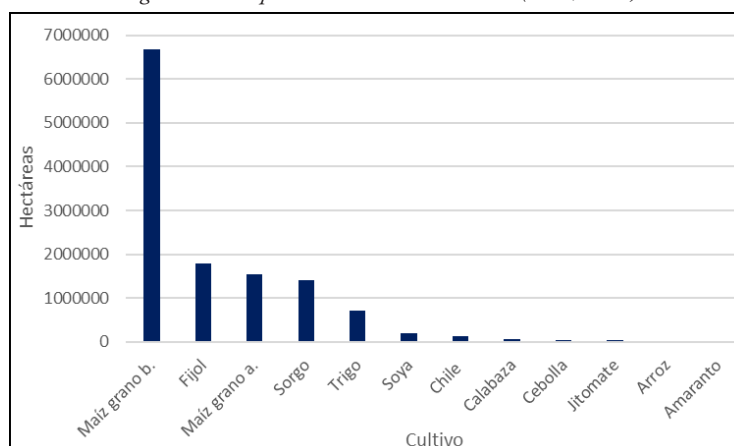
## III. RESULTADOS

A nivel nacional, la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) realizada en el 2019 presenta información de los principales productos agropecuarios de México (24 agrícolas y 5 pecuarios) [4] (véase figura 1). De los cuales el principal cultivo es el maíz de grano blanco, seguido por el frijol y el maíz de grano amarillo, tal como se muestra en la Figura 2.

Figura 1. Principales productos agropecuarios (ENA, 2019).



Figura 2. Principales cultivos a nivel nacional (ENA, 2019).



Ahora bien, los productos agrícolas guanajuatenses aportan al país el 3.6 por ciento de la producción nacional [5]. En Figura 3 se muestra la superficie sembrada con agricultura protegida del 2013 a 2018, en base a ello al 2018 Guanajuato ocupa el quinto lugar en superficie bajo agricultura protegida, solo superado por del Estado de México (1,743.13 has); Sinaloa (1,670 has); Jalisco (1,467.13 has) y Puebla (1,214.47 has) [6]. En cuya superficie sembrada, se tiene que principalmente se cultiva es el jitomate y el chile verde (incluyendo el pimiento morrón y chile poblano), tal como se muestra en la Figura 4.

Aunado a lo anterior, en México apenas el 56% de los hogares puede consumir diariamente frutas y verduras [7], y de acuerdo con el portal social de Guanajuato la canasta básica es el “conjunto de alimentos cuyo valor sirve para construir la línea de bienestar mínimo” y este se determinan de acuerdo con el patrón de consumo de un grupo de personas que satisfacen con ellos sus requerimientos de energía y nutrientes, cuyos principales cultivos que forman parte son: maíz, trigo, tubérculos crudos y frescos, arroz, verduras y legumbres frescos, leguminosas, frutas frescas y otros productos cárnicos [8].

Figura 3. Superficie sembrada por AP (Ha).

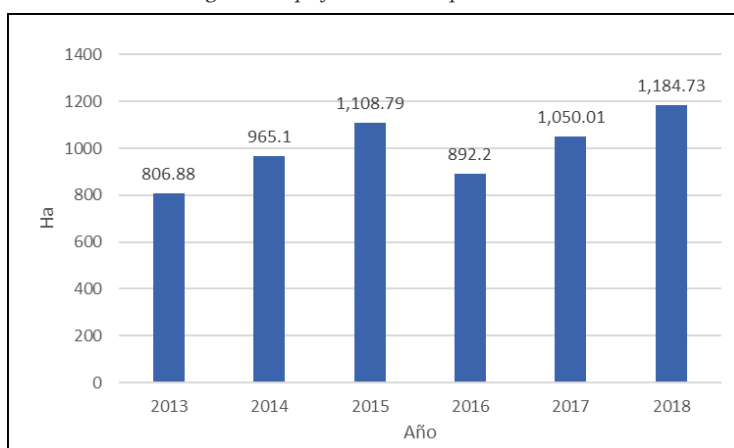
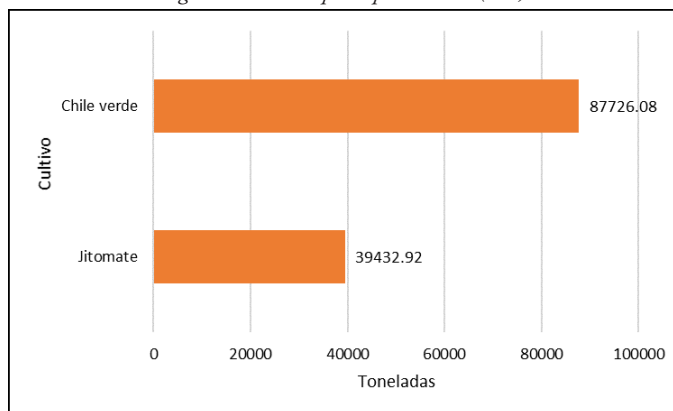




Figura 4. Cultivos principales en AP (Ton).



#### IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

La agricultura ya sea a cielo abierto o protegida, es de vital importancia para garantizar la soberanía alimentaria en la población y solventar los requerimientos nutricionales básico en la dietética. Así mismo las estadísticas muestran que como un país productor capaz de ofrecer una variedad de alimentos frescos y de calidad. Además, Guanajuato se puede considerar una potencia al estar dentro de los 5 grandes productores nacionales. Por lo que faltan estrategias que solvente el uso de la tecnología en los cultivos, tal como la agricultura de precisión.

#### V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El trabajo desarrollo muestra que los cultivos de mayor auge son el maíz y el frijol, siendo ricos en antioxidantes y ácido fólico, por lo que se debe apostar en el desarrollo de proyecto de investigación en torno a estos productos. Así mismo que en Guanajuato el chile verde y el jitomate son cultivos en agricultura protegido igual para realizar proyectos de investigación con herramientas actuales; en cuanto a la agricultura a campo abierto se conoce que el brócoli es el cultivo de mayor producción.

Ahora bien, el desarrollo de proyecto en torno a estos cultivos ayudará a las economías al tener una mayor producción al menor costo y sobre todo ofrecer productos frescos y sanos que sean parte de la dietética de la población.

#### VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco principalmente a la maestra Nayeli que me brindo la oportunidad de formar parte de este nuevo proyecto para mí, y a todas las personas que están detrás de todo este proyecto por ayudarnos y guiarnos, por seguirnos impulsándonos en nuestro, desarrollo profesional en los diferentes sentidos, y por enseñarnos que cualquier carrera se puede mezclar un poco en otros sectores.

#### REFERENCIAS

[1] G. Morcillo Ortega, Biotecnología y alimentación. Madrid: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2013. [En Línea] Disponible en:

<https://elibro.net/es/ereader/bibliotecpurisima/48653?page=46>

[2] I. Évora Capote y M. I. Lantero Abreu, Alimentación y salud. Editorial Universitaria, 2020. [En Línea] Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/bibliotecpurisima/157438?page=6>

[3] S. OCU Ediciones, Cuaderno de alimentación por una vida sana. Bogotá: Ediciones de la U, 2019. [En Línea] Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/bibliotecpurisima/127082?page=76>

- [4] INEGI. Encuesta Nacional Agropecuaria 2019. Disponible en <https://www.inegi.org.mx/programas/ena/2019/>. 2019.
- [5] SADER. Compendio de Indicadores 2018. En Programa de concurrencia con las entidades federativas. Disponible en <https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2020/03/19/1894/19032020-guanajuato-pcef-compendio-2018.pdf>. 2018.
- [6] SDAYR. Evaluación específica del desempeño y resultados de los programas de SADAYR 2019. En Programa de Invernaderos en GTO. Disponible en <https://iplaneg.guanajuato.gob.mx/wp-content/uploads/2020/12/Q0171-Informe-Evaluaci%C3%B3n-EDR-Invernaderos-GTO-2019-SDAyR.pdf>. 2019.
- [7] Forbes. Sólo 1 de cada 2 hogares en México puede comer diario frutas y verduras. Disponible en <https://www.forbes.com.mx/economia-1-de-cada-2-hogares-mexico-comer-diario-frutas-verduras/>. 8 octubre, 2020.
- [8] Secretaria de Desarrollo Social y Humano. Canasta alimentaria. Disponible en <https://portalsocial.guanajuato.gob.mx/content/canasta-alimentaria>. 2021.

## DETERMINACIÓN DE VARIABLES AGRÍCOLAS

José Rodrigo Vargas López

Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón

División de Ingeniería Industrial Blvd. del Valle No. 2301, Guardarrayas,

C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.

*lms18110387@purisima.tecnm.mx*

Aarón Montiel Rosales

Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón

División de Ingeniería Industrial

Blvd. del Valle No. 2301, Guardarrayas,

C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.

*aaron.mr@purisima.tecnm.mx*

Resumen — Para que un país pueda desarrollarse de una mejor manera, es necesario que la parte agrícola esté funcionando correctamente, ya que es la principal y mejor manera de obtener alimentos en muchísimos aspectos, empezando por brindar trabajo a familias campesinas y mantener el equilibrio en el medio ambiente. Este artículo tiene el objetivo de dar a conocer las variables agrícolas y climáticas necesarias para que, en este caso, determinados vegetales crezcan como se debe, alcanzando esto último gracias a un sistema inteligente de monitoreo de cultivos. Los resultados son muy fructíferos, ya que encontramos variables muy básicas que se pueden implementar, abonando al objetivo principal. Es importante difundir los hallazgos para que más personas puedan aplicar estas características en sus procesos y obtener mejores resultados.

Palabras clave — Variables climáticas, variables climáticas, vegetales, suelo, temperatura.

Keywords — Agricultural variables, climatic variables, plants, soil, temperature.

Abstract — For a country to develop in a better way, it is necessary to make sure the agricultural part is working correctly, since it is the main and best way in many aspects to obtain food, starting with providing work to peasant families and maintaining balance in the environment. This article aims to present the agricultural and climatic variables necessary, in this case, certain vegetables grow as they should, achieving the latter thanks to an intelligent crop monitoring system. The results are very fruitful, since we found very basic variables that can be implemented, contributing to the main objective. It's important to disseminate the findings, so that way, more people can apply these characteristics in their processes and obtain better results.

## I. INTRODUCCIÓN

En este artículo se analizarán diversos tipos de variables climáticas y agrícolas que favorecen al buen desarrollo de algunos vegetales como la zanahoria, la cebolla, la caña de azúcar, entre otros, de esta manera, se pretende monitorizar los cultivos para que gracias a las variables y/o características obtenidas de la investigación, puedan ser aplicadas y el sistema nos permita observar el estado actual que el vegetal está llevando.

## II. MARCO TEÓRICO

¿Qué es una variable?

Una variable refiere, en una primera instancia, a cosas que son susceptibles de ser modificadas, de cambiar en función de algún motivo determinado o indeterminado.

¿Qué es una variable climática?

Las variables climáticas incluyen la lluvia, el agua, la luz, la temperatura, la humedad relativa, el aire y el viento. También existen componentes abióticos incluyendo la topografía y el suelo que también influyen en el ambiente.

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Revisión literaria

En esta fase una búsqueda de información se realiza para el análisis de las variables, ver Fig. 1.

Fig. 1. Índice de humedad. B. Análisis y comparación de plantas y vegetales

En Función de la Humedad			En Función de la Eficacia Térmica		
Tipo de Clima		Índice de humedad	Tipo de Clima		ETP en cm
A	Perhúmedo	> 100	A'	Megatérmico	> 114
B <sub>4</sub>	Húmedo	80 ↔ 100	B' <sub>4</sub>	Mesotérmico	99.7 ↔ 114
B <sub>3</sub>	Húmedo	60 ↔ 80	B' <sub>3</sub>	Mesotérmico	88.5 ↔ 99.7
B <sub>2</sub>	Húmedo	40 ↔ 60	B' <sub>2</sub>	Mesotérmico	71.2 ↔ 88.5
B <sub>1</sub>	Húmedo	20 ↔ 40	B' <sub>1</sub>	Mesotérmico	57 ↔ 71.2
C <sub>2</sub>	Subhúmedo húmedo	0 ↔ 20	C' <sub>2</sub>	Microtérmico	42.7 ↔ 57
C <sub>1</sub>	Subhúmedo seco	-33 ↔ 0	C' <sub>1</sub>	Microtérmico	28.5 ↔ 42.7
D	Semiárido	-67 ↔ -33	D	Tundra	14.2 ↔ 28.5
E	Árido	-100 ↔ -67	E	Hielo	< 14.2

Se realizó una búsqueda de información referente a las variables agrícolas, partiendo de los elementos químicos principales, haciendo la comparación de los macroelementos y cómo aportan a la nutrición mineral de las plantas (véase Fig. 2).

Fig. 2. Macroelementos en nutrición mineral.

MACROELEMENTOS	POR 100g DE MATERIA SECA
Carbono	45.0
Oxígeno	45.0
Hidrógeno	6.0
Nitrógeno	1.5
Calcio	0.5
Potasio	1.0
Azufre	0.1
Fósforo	0.2
Magnesio	0.2

¿Qué es una variable agrícola?

Las variables agrícolas incluyen el suelo, salinidad, abonado y algunos elementos químicos, que trabajan e influyen de la misma manera como las variables climáticas, cada una con su función específica.

### C. Análisis y comparación de plantas y vegetales

Se realizó la recopilación de información básica y general que pule la investigación, añadiendo aspectos puntuales que aportan al resultado final.

## IV. RESULTADOS

Los resultados de la investigación se presentan en la siguiente matriz de información, presentándolos de una manera clara para el lector (ver Tabla 1 y Tabla 2).

**Tabla 1. Matriz de variables agrícolas y climáticas.**

Vegetal	Variables agrícolas	Variables climáticas
Jitomate	-Suelo: Tierra con buen drenaje. Ricos en materia orgánica. -Salinidad: 3.5 dS/m en extracto saturado. -Dióxido de Carbono: ronda los 360 ppm.	-Temperatura: día 20 y 25 °C noche 15 y 18 °C -Humedad relativa óptima: oscila entre un 60% y un 80% -Radiación: Demanda entre 8 y 16 hrs de luz diarias y una buena iluminación.
Zanahoria	-Suelo: suelos arcillo-calizos, aireados y frescos, ricos en materia orgánica. -PH: comprendido entre 5,8 y 7 -Abonado: Tierras pobres__por hectárea: estiércol (30 T), nitrato amónico al 33,5 % (100kg), superfosfato de cal al 18 % (400 kg), cloruro potásico al 50 % (100 kg). Tierras ricas por hectárea: nitrato amónico al 33,5 % (100 kg), superfosfato de cal al 18 % (300 kg), cloruro potásico al 50 % (150 kg). -Profundidad del terreno: 25cm.	-Temperatura: La temperatura mínima de crecimiento está en torno a los 9°C y un óptimo en torno a 16-18°C - Humedad: Lo bastante húmedo hasta que llegue a los 25 cm de humedad.
Brócoli	-Suelo: Tierra con buen drenaje. -pH: entre 6 y 7 (neutro) -Profundidad del terreno: a 2cm directo al suelo. -Nutrientes: Potasio y Nitrógeno.	-Humedad: Tierra muy húmeda. -Temperatura: puede germinar incluso a temperaturas tan bajas como a 4°C Clima: plantar en otoño.
Cebolla	-Suelo: Prefiere suelos sueltos, sanos, profundos, ricos en materia orgánica, de consistencia media y no calcáreos. -pH óptimo: 6 – 6.5 -Profundidad del terreno: 30-35 cm -Nitrógeno: no deben sobrepasarse los 25 kg por hectárea. -Fósforo: La necesidad en fósforo es relativamente limitada y se considera suficiente la aplicación en el abonado de fondo. -Potasio: Las cebollas necesitan bastante potasio. -Calcio: Endado caso de que el terreno no lo tenga.	-Climas: Templados -Humedad: la humedad del suelo debe mantenerse por encima del 60% del agua disponible en los primeros 40 cm. del suelo. Temperatura: 14 a 32°C

**Tabla 1. Matriz de variables agrícolas y climáticas (continuación).**

Vegetal	Variables agrícolas	Variables climáticas
Caña de azúcar	-Suelo: pueden ser arenosos, arcillosos y suelos ácidos o alcalinos. -pH: 5-8.5 -Nitrógeno: La planta lo absorbe por las raíces o por las hojas en forma de NO <sup>-3</sup> y NH <sup>+4</sup> -Fósforo: La planta lo absorbe en forma de H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> y en menor proporción como H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> . -Potasio: Lo absorben en la forma elemental K <sup>+</sup> -Calcio: Lo absorben de forma ionica Ca <sup>2+</sup> -Magnesio: Al igual que el calcio, depende de la fracción intercambiable y de su balance. -Azufre: Lo absorben en la forma de SO <sub>4</sub>	-Clima: Tropical -Temperatura: 32 a 38°C -Humedad relativa: Alta - Radiación solar: necesita y asimila la radiación solar llegando a conseguir una transformación de hasta el 2% de la energía incidente en biomasa. Riego: Los requerimientos hídricos son de 1200-1500mm anuales

## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Los resultados obtenidos nos dan una idea de las características que debe tener, en este caso, cada vegetal en estudio, en este caso pudimos obtener las variables básicas que hacen que un vegetal crezca en óptimas condiciones, asegurando de esta manera su objetivo y dando paso a permitirnos cumplir el nuestro.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Gracias a la información obtenida, se podrá tener un mejor rango de acertividad en nuestro sistema de monitoreo de cultivos, originando con esto, satisfacer de mejor manera las necesidades de a población en el ámbito de consumo nutrimental y disminuyendo los desperdicios por el mal manejo durante el desarrollo de cualquier vegetal.

Con esta información, aunque algunas personas difieran en nuestro objetivo, pueden guiarse para atender sus huertos y acondicionarlos de tal manera que sus cultivos den mejores resultados, es decir, aumentar la optimización y de igual manera reducir al máximo los desperdicios.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Se agradece principalmente al programa de Verano de la Ciencia por continuar con actividades de aprendizaje como estas, sabiendo realizarlas a pesar de las circunstancias, velando por la seguridad de los interesados.

Por último, agradezco al maestro Aarón Montiel Rosales y a la maestra Nayeli Montalvo Romero por invitarme a esta nueva edición del Verano de la Ciencia.

## REFERENCIAS

- [1] M. E. Raffino, «concepto de» 26 mayo 2020. [En línea]. Available: <https://concepto.de/variable/>.
- [2] E. A, «Induanálisis» 3 abril 2019. [En línea]. Available: [https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/variables\\_climaticas\\_23](https://www.induanalisis.com/publicacion/detalle/variables_climaticas_23).
- [3] A. P, «Sembralia» 28 julio 2020. [En línea]. Available: <https://sembralia.com/tomate-en- invernadero/#:-:-text=La%20temperatura%20%C3%B3ptima%20para%20el,plantarlo%20en%20l as%20fechas%20justas>.
- [4] M. Jesus, «El Huerto de Urbano» 21 abril 2017. [En línea]. Available: <http://www.huertodeurbano.com/como-cultivar/zanahoria/>.
- [5] R. Gómez, «Sembrar 100» 24 diciembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.sembrar100.com/coles/brocoli/>.
- [6] M. T, «InfoAgro» 18 abril 2020. [En línea]. Available: <https://www.infoagro.com/hortalizas/cebolla.htm>.
- [7] Esther, «InfoAgro» 23 noviembre 2018. [En línea]. Available: [https://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_cana\\_azucar.asp](https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_cana_azucar.asp).



## REVISIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS CULTIVOS QUE SON PARTE DE LA DIETA ALIMENTICIA

Ana Karla Rodríguez Padilla

Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón

División de Ingeniería Industrial Blvd. del Valle No. 2301, Guardarrayas,

C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.

*lms18110422@purisima.tecnm.mx*

Aarón Montiel Rosales

Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón

División de Ingeniería Industrial Blvd. del Valle No. 2301, Guardarrayas,

C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.

*aaron.mr@purisima.tecnm.mx*

Resumen — En esta investigación se expone datos acerca de revisión de cultivos que son

parte de la dieta alimenticia, así como los nombres de los vegetales que frecuentemente consumimos, tanto para canasta básica y cómo para cualquier comida mexicana. Presentando el diseño de un sistema inteligente de monitoreo de cultivos, dicho diseño está basado en variables, cómo Cuántas variedades hay de cultivos u hortalizas, que se consumen en casas mexicanas, pero, los necesarios ¿son?, la utilización del sistema puede proporcionar beneficios importantes a los usuarios entre ellos: incrementar el rendimiento y la productividad de sus huertos, incrementar la calidad en la toma de decisiones y

confiabilidad en los resultados de los nutrimentos y alimentos frescos.

Palabras clave — cultivos, alimentación, despensas mexicanas.

Abstract — In this investigation presents data about the revision of crops that are part of the diet, as well as the names of the vegetables that frequently consume, both for the basic basket and for any Mexican food. Presenting the design of an intelligent crop monitoring system, said design is based on variables, such as How many varieties are there of crops or vegetables that are consumed in Mexican homes, but are they necessary?, the use of the system can provide important benefits to users including: increasing the yield and productivity of their orchards, increasing the quality of decision making and reliability in the results of nutrients and fresh food.

Keywords — crops, food, Mexican pantries.

## I. INTRODUCCIÓN

La alimentación y la agricultura son de las más importantes y que se deben mantener sostenibles para poder seguir viviendo. Sin una alimentación adecuada, los niños no pueden aprender, las personas no pueden llevar una vida sana y productiva y las sociedades son incapaces de prosperar. Pero ¿se lleva a cabo diariamente una revisión de cultivos para llevar una dieta alimenticia sana? Si no cuidamos nuestras tierras y adoptamos una agricultura resiliente ante el clima, las generaciones futuras tendrán grandes problemas para alimentar a una población cada vez más numerosa.

Así que, para eso tenemos que tener en cuenta cuáles son los cultivos que frecuentemente consumimos para una dieta alimenticia básica. Ya que, la agricultura es actualmente el mayor empleador del mundo y el sector económico más grande para muchos países.

## II. MARCO TEÓRICO

La dieta alimenticia, es la suma de las comidas que realiza una persona u otro organismo, mientras que los hábitos dietéticos conforman el patrón de alimentación que sigue a diario. Ahora bien, la canasta básica alimentaria se define como el conjunto de diversos alimentos, expresados en cantidades para satisfacer las necesidades de calorías de un hogar promedio.

¿Qué son las frutas y verduras? Las frutas y verduras se consideran partes comestibles de las plantas (por ejemplo, estructuras portadoras de semillas, flores, brotes, hojas, tallos, brotes y raíces), ya sean cultivadas o cosechadas en forma silvestre, en estado crudo o en forma mínimamente elaborada.

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos de este análisis de revisión provienen tanto de la página de La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), artículos, dónde nos señala cada una de las verduras que más son consumidas por cada casa- habitación o que no pueden faltar en una canasta alimenticia básica.

### A. Búsqueda bibliográfica de cultivos que son parte de las dietas alimenticias

Se obtuvo información sobre cultivos cómo: Chile de diferentes especies, calabacitas, papas de varios tipos, aguacates, chilacayotes, nopales, epazote, jitomate, tomate, cebollín, ejotes, hongos, algas, verdolagas, zanahorias, lechuga, repollo, brócoli, coliflor, berenjena, pepinos, apio, y chayotes.

### B. Definición de grupos de alimentos nutritivos recomendables para consumo cotidiano

Las verduras y hortalizas son imprescindibles en nuestra alimentación, así que tampoco pueden faltar en nuestras cocinas. Las cebollas y los ajos son fundamentales en muchas recetas, sofritos, salsas, sopas, etc. Las lechugas y los tomates, por ejemplo, te servirán para preparar una ensalada rápida, a la que, si añades queso, huevo cocido o bonito, por ejemplo, le añadirás proteínas y podrás convertirla en un plato único. Las patatas constituyen uno de los alimentos más importantes en muchas cocinas del mundo. Y es que más allá de las patatas fritas, puedes prepararlas en ensalada, saltearlas, cocerlas, gratinarlas o hacer un puré como acompañamiento. Perfectas también para estofados y guisos, nunca deben faltar en tu despensa.

Para éste, análisis se recabó la información general, y que no puede faltar en una despensa mexicana.

### C. Definición de cuántas variedades existen

### D. Identificación de qué es lo que se consume en general en México, hasta lo que no puede faltar en casa

Las variedades existentes en México son, 302 especies vegetales cultivables. El Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) registra 302 especies sembradas en México, que ocupan 21.5 millones de hectáreas. Siendo los que más se siembran y no pueden faltar en México; el aguacate y el tomate rojo (jitomate).

Las hortalizas tuvieron un valor de producción total de 567,283.5 millones de pesos (mdp) para el periodo 2011-2020. De entre 158 tipos distintos, el tomate rojo (saladette), el tomate verde, la cebolla blanca, el tomate rojo (jitomate) sin clasificar, el chile verde, el chile verde sin clasificar y el esparrago son los de mayor valor, en México. El tomate rojo (saladette) es la hortaliza con mayor valor de producción al proporcionar el 8.2% del total del grupo, y obtiene, en promedio, 4,207.3 mdp al año. El tomate verde proporciona el 5.7% del valor total y en promedio equivale a 3,214.3 mdp al año. Seguido de la cebolla blanca la cual proporciona el 5.2% del valor total y produce en promedio al año 3,042.4 mdp, el tomate rojo (jitomate) sin clasificar el 4.5% del valor total. Mientras que el chile verde jalapeño y el chile verde sin clasificar producen cada uno el 4.4% del valor total; seguidos por el esparrago que produce el 4.3% del valor total. Por otro lado, la participación del país en la producción de zanahoria y jícama es mínima pues solo proporcionan el 1.0% y el 0.9% del valor del total del grupo, respectivamente. Finalmente, el estudio permitió identificar que, en una casa típica mexicana, lo que no puede faltar es la cebolla, chile verde, y tomate rojo.

#### IV. RESULTADOS

El tomate rojo (saladette) es la hortaliza con mayor valor de producción al proporcionar el 8.2% del total del grupo. El tomate verde proporciona el 5.7% del valor total. Seguido de la cebolla blanca la cual proporciona el 5.2% del valor total, el tomate rojo (jitomate) sin clasificar el 4.5% del valor total. Mientras que el chile verde jalapeño y el chile verde sin clasificar producen cada uno el 4.4% del valor total; seguidos por el esparrago que produce el 4.3% del valor total. Por otro lado, la participación del país en la producción de zanahoria y jícama es mínima pues solo proporcionan el 1.0% y el 0.9% del valor del total del grupo, respectivamente.

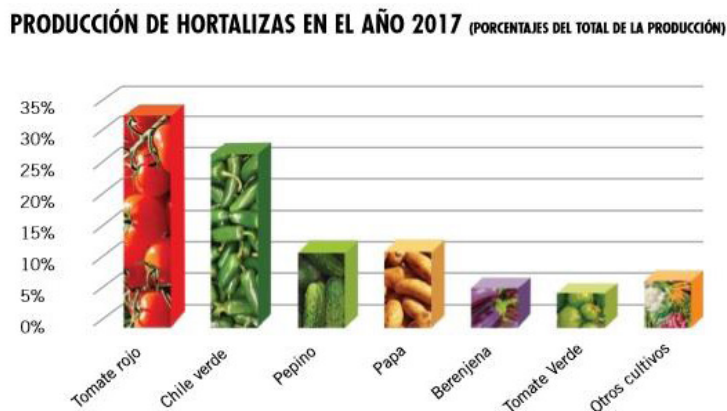
De acuerdo a La FAO, los vegetales que no pueden faltar en una dieta alimenticia de una casa mexicana, son: Cebolla, lechuga, espinaca, zanahoria, jitomate, berenjena, éstos para una dieta saludable. Y por consiguiente los más necesarios que se consumen a diario en una casa Mexicana son: Cebolla, chile verde, y tomate rojo. En la Fig. 1, se muestra la evolución y situación actual de la agricultura en México.

Fig. 1. Evolución y situación actual de la Agricultura en México.



Mientras que en la Fig. 2, se muestra la producción de hortalizas en México el año 2017.

Fig. 2 Porcentajes del total de producción de hortalizas en México.



## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

En este análisis se presenta el porcentaje de cultivos, hortalizas, y verduras más comunes, y producidas que se consumen desde en general en México hasta la canasta básica de una casa. Los resultados muestran que el consumo diario de frutas y verduras está presente en un porcentaje medio-bajo de la población, pero que para realizar cualquier comida son necesarios dichos vegetales como la cebolla, el jitomate rojo, tomate verde, y chile verde. Se encontraron también diferencias regionales en el que se manifiestan otros cultivos y hortalizas más producidas al año, como la papa, berenjena, pepino, etc. De igual manera, el análisis y revisión de los cultivos, muestran un gran porcentaje por año de las verduras más producidas como lo es el jitomate.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La fortaleza de este estudio es que presenta información sobre grupos de alimentos clave, los más representativos de una dieta saludable como lo son las verduras, además ayudan a cumplir nuestro objetivo de acuerdo a la revisión, en cuánto al sistema de monitoreo para una mejor hortaliza, mejores resultados en calidad de verduras. En conclusión, porcentajes altos de la población mexicana consumen de manera cotidiana (cebolla, jitomate, chile verde, papas, tomate verde). Es necesario profundizar en el estudio del diseño del sistema para una mejor calidad en cuánto a 0 desperdicios, y sin que nadie se quede atrás en un futuro de comer saludable. Así como factores sociodemográficos relacionados con el acceso a alimentos saludables para el diseño de estrategias y políticas que incrementen su consumo.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Reconozco el esfuerzo y dedicación de mis compañeros, y mi asesor el profesor Aarón, que hicieron posible cada una de las etapas de este verano de la ciencia, es imprescindible agradecerles por su responsabilidad e ímpetu, queda de sobra agradecer más que nada al programa del Verano de la Ciencia que sigue impulsando cada una de estrategias importantes hacia jóvenes con ganas de indagar y encontrar una solución al problema, gracias por esto, por la oportunidad y por la enseñanza.

## REFERENCIAS

- [1] FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de <http://www.fao.org/food-systems/es/>
- [2] M. A. Gallardo. CIEP. Obtenido de Centro de Investigación Económica y Presupuestaria: <https://ciep.mx/>

posicion-de-las-principales-hortalizas-en-mexico-2000-2011/#:~:text=Las%20hortalizas%20con%20la%20mayor,producci%C3%B3n%20total%20(Cuadro%202).

[3] FAO. 2020. Frutas y verduras – esenciales en tu dieta: Año Internacional de las Frutas y Verduras, 2021. In Documento de antecedentes. Roma. <https://doi.org/10.4060/cb2395es>

# IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE MONITOREO AGRÍCOLA

Erick Alejandro López Maciel

Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón

División de Ingeniería Industrial Blvd. del Valle No. 2301, Guardarrayas,

C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.

*lms18110510@purisima.tecnm.mx*

Aarón Montiel Rosales

Tecnológico Nacional de México / ITS de Purísima del Rincón

División de Ingeniería Industrial

Blvd. del Valle No. 2301, Guardarrayas,

C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.

*aaron.mr@purisima.tecnm.mx*

Resumen — En este artículo se presenta las diferentes herramientas que son implementadas en la agricultura que ayudan a monitorear el comportamiento de variables ambientales, tales como la temperatura ambiental, la humedad, de la luz solar, para los cultivos agrícolas, al igual que medidores de los cultivos como lo son el medidor de potasio, medidor de sodio, la madurez de los cultivos, la mayoría de estos sensores de medición muestra la información capturada mediante los display de forma rápida. Estos sensores son de ayuda para la agricultura logrando así una mejor calidad de cultivos y logrando evitar pérdidas.

Palabras clave — Sensores, Cultivos, Monitoreo agrícola.

Keywords — Sensor, Crops, Agricultura monitoring.

Abstract — This article presents the different tools that are implemented in agriculture that help to monitor the behavior of environmental variables, such as environmental temperature, humidity, sunlight, for agricultural crops, as well as crop meters. As are the potassium meter, sodium meter, the maturity of the crops, most of these measurement sensors show the information captured by the displays quickly. These sensors are helpful for agriculture, thus achieving a better quality of crops and avoiding losses.

### I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día se le da menos importancia a la agricultura, siendo este el sector importante para la humanidad. Debido al cambio climático los cultivos llegan a perder sus propiedades provocando así pérdidas para el agricultor, ahora con la implementación de nuevas herramientas tecnológicas que permiten realizar un trabajo satisfactorio y al mismo tiempo ayuda al ciudadano del medio ambiente. Estas herramientas permiten controlar los cultivos mediante sensores, controladores y Arduino para la medición de estos.

### II. MARCO TEÓRICO

Algunos términos, empleados en el monitoreo y control de cultivos son:

- Sensor de Suelo: los sensores brindan información, recogida directamente del campo, que sirve de apoyo en la toma de decisiones.
- Humedad: la humedad constituye una parte integral del ciclo hidrológico, puesto que el vapor se genera de manera continua como resultado de la evaporación y se elimina tras la condensación.
- Sensor de temperatura: los sensores de temperaturas son componentes eléctricos y electrónicos que, en calidad de sensores, permite medir la temperatura mediante una señal eléctrica determinada. Dicha señal puede enviarse directamente o mediante el cambio de la resistencia.
- Monitoreo: es el proceso sistemático de recolectar, analizar y utilizar información para hacer seguimiento al progreso de un programa de la consecución de sus objetivos, y para guiar las decisiones de gestión.
- Medidor de pH: determinar de forma directa el valor pH del suelo, de forma rápida y precisa el valor pH del suelo o de una prueba tomada del suelo.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

El material implementado en las investigaciones se basó principalmente en fuentes de internet confiables. En el método de investigación la información empleada para el sector de la agricultura. Con el fin de lograr la optimización tanto de recursos, como de tiempo, ya que mediante los diferente herramienta que son utilizadas para medir la humedad de la tierra, madurez del cultivo, el pH, se logra obtener de manera muy precisa y simultáneamente los resultados del cultivo, mediante los resultados obtenidos ya se puede tomar alguna decisión que mejor convenga al agricultor, dentro de la las diferentes herramientas hay que visualizar cuáles son las mar certeras ya que hay algunas que cuenta con un poco grado de confiabilidad, esto también es derivado al precio del producto

### IV. RESULTADOS

Los resultados del estudio se muestran el la Fig. 1, Fig. 2 y Fig. 3.

Fig. 1. Matriz de controles de monitoreo agrícola.


NOMBRE	FOTO	DESCRIPCIÓN	MATERIALES	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Sistema de Suelo de pH y Temperatura de Suelo		Es un sistema de monitoreo de suelo que permite medir la temperatura y la humedad del suelo, así como el pH del suelo, para determinar el estado de madurez del cultivo y la necesidad de riego y fertilización.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arduino Uno</li> <li>• Sensor de pH</li> <li>• Sensor de temperatura</li> <li>• Sensor de humedad</li> <li>• Cable de conexión</li> <li>• Fuente de alimentación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un sistema de monitoreo de suelo que permite medir la temperatura y la humedad del suelo, así como el pH del suelo, para determinar el estado de madurez del cultivo y la necesidad de riego y fertilización.</li> <li>• Puede ser utilizado en cualquier tipo de cultivo.</li> <li>• Es un sistema de monitoreo de suelo que permite medir la temperatura y la humedad del suelo, así como el pH del suelo, para determinar el estado de madurez del cultivo y la necesidad de riego y fertilización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un sistema de monitoreo de suelo que permite medir la temperatura y la humedad del suelo, así como el pH del suelo, para determinar el estado de madurez del cultivo y la necesidad de riego y fertilización.</li> <li>• Puede ser utilizado en cualquier tipo de cultivo.</li> <li>• Es un sistema de monitoreo de suelo que permite medir la temperatura y la humedad del suelo, así como el pH del suelo, para determinar el estado de madurez del cultivo y la necesidad de riego y fertilización.</li> </ul>
Sistema de Suelo de pH y Temperatura de Suelo		Es un sistema de monitoreo de suelo que permite medir la temperatura y la humedad del suelo, así como el pH del suelo, para determinar el estado de madurez del cultivo y la necesidad de riego y fertilización.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arduino Uno</li> <li>• Sensor de pH</li> <li>• Sensor de temperatura</li> <li>• Sensor de humedad</li> <li>• Cable de conexión</li> <li>• Fuente de alimentación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un sistema de monitoreo de suelo que permite medir la temperatura y la humedad del suelo, así como el pH del suelo, para determinar el estado de madurez del cultivo y la necesidad de riego y fertilización.</li> <li>• Puede ser utilizado en cualquier tipo de cultivo.</li> <li>• Es un sistema de monitoreo de suelo que permite medir la temperatura y la humedad del suelo, así como el pH del suelo, para determinar el estado de madurez del cultivo y la necesidad de riego y fertilización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un sistema de monitoreo de suelo que permite medir la temperatura y la humedad del suelo, así como el pH del suelo, para determinar el estado de madurez del cultivo y la necesidad de riego y fertilización.</li> <li>• Puede ser utilizado en cualquier tipo de cultivo.</li> <li>• Es un sistema de monitoreo de suelo que permite medir la temperatura y la humedad del suelo, así como el pH del suelo, para determinar el estado de madurez del cultivo y la necesidad de riego y fertilización.</li> </ul>



Fig. 2. Matriz de controles de monitoreo agrícola (continuación).

<p>Monitoreo de pH por conductividad</p>		<p>Permite el control rápido de las funciones y aperturas del medidor. Permite el almacenamiento de datos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Precisión</li> <li>○ Portabilidad</li> <li>○ Versatilidad</li> <li>○ Interacción con la red</li> <li>○ Almacenamiento de datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Precisión</li> <li>○ Portabilidad</li> <li>○ Versatilidad</li> <li>○ Interacción con la red</li> <li>○ Almacenamiento de datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Precisión</li> <li>○ Portabilidad</li> <li>○ Versatilidad</li> <li>○ Interacción con la red</li> <li>○ Almacenamiento de datos</li> </ul>
<p>Monitoreo digital de temperatura del suelo</p>		<p>La temperatura del suelo, permite a los usuarios de la herramienta, la información de los cambios de temperatura, para que se pueda tomar decisiones de la calidad de las plantas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Precisión</li> <li>○ Portabilidad</li> <li>○ Versatilidad</li> <li>○ Interacción con la red</li> <li>○ Almacenamiento de datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Precisión</li> <li>○ Portabilidad</li> <li>○ Versatilidad</li> <li>○ Interacción con la red</li> <li>○ Almacenamiento de datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Precisión</li> <li>○ Portabilidad</li> <li>○ Versatilidad</li> <li>○ Interacción con la red</li> <li>○ Almacenamiento de datos</li> </ul>
<p>Monitoreo de pH (pH)</p>		<p>Este medidor de pH puede ser utilizado para medir la acidez de los suelos, para que se pueda tomar decisiones de la calidad de las plantas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Precisión</li> <li>○ Portabilidad</li> <li>○ Versatilidad</li> <li>○ Interacción con la red</li> <li>○ Almacenamiento de datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Precisión</li> <li>○ Portabilidad</li> <li>○ Versatilidad</li> <li>○ Interacción con la red</li> <li>○ Almacenamiento de datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Precisión</li> <li>○ Portabilidad</li> <li>○ Versatilidad</li> <li>○ Interacción con la red</li> <li>○ Almacenamiento de datos</li> </ul>

Fig. 3. Matriz de controles de monitoreo agrícola (continuación).

<p>Monitoreo de pH (pH)</p>		<p>El suelo es un recurso vital para la agricultura, por lo tanto, es necesario medir la acidez del suelo, para que se pueda tomar decisiones de la calidad de las plantas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Precisión</li> <li>○ Portabilidad</li> <li>○ Versatilidad</li> <li>○ Interacción con la red</li> <li>○ Almacenamiento de datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Precisión</li> <li>○ Portabilidad</li> <li>○ Versatilidad</li> <li>○ Interacción con la red</li> <li>○ Almacenamiento de datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Precisión</li> <li>○ Portabilidad</li> <li>○ Versatilidad</li> <li>○ Interacción con la red</li> <li>○ Almacenamiento de datos</li> </ul>
-----------------------------	---	---	--	--	--

## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Hoy en día el sector agrícola está muy descuidado, lo cual no tomamos conciencia de ellos siendo uno de los sectores más importantes ya que la humanidad depende de este sector alimenticio, con las nuevas tecnologías se han podido implementar nuevas herramientas lo que facilita un mejor trabajo a la agricultura, mediante estas herramientas se puede detectar, prevenir y solucionar problemas, tomando en cuenta la mejor decisión que conlleva al agricultor, gracias a misma se visualiza un futuro con una producción de cultivo de calidad, tomando en cuenta que estas herramientas son muy eficaces a la hora de su medición.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con el paso del tiempo, el sector agrícola se ha visto sumamente afectado por el mal manejo de los recursos financieros y se cierto modo del descuido del humano, la problemática del medio ambiente, entre otras más, en el cual es considerando uno de los más importante para la humanidad ya que de esta depende la mayor parte de nuestra alimentación, aunque sea tenido un poco olvidado, gracias a las nuevas tecnologías se al podido implementar nuevas herramientas las cuales ayuden a facilitar el trabajo al agricultor, es por eso que mediante estas herramientas se puede detectar, prevenir y solucionar problemas para que en un futuro sea poca la probabilidad de que de un cultivo se pierda, logrando tomar la mejor decisión. Con la investigación realizada queda más que claro que el sector agrícola cada vez va fortaleciéndose con la ayuda de la tecnología.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

La realización de este proyecto de investigación se llevó a cabo por el estudiante Erick Alejandro López Maciel, de la carrera de Ingeniería Industrial, se agradece el apoyo de las personas involucradas, por los sacrificios y vínculos de amistad tenemos que dar las gracias. En primer lugar, al curso de verano de la ciencia de la Región centro por brindarme esta oportunidad de participar en el proyecto de investigación, logrando ampliar mis conocimientos, los mismos que me ayudan para mi formación académica, profesional y de cierto modo personal. En segundo lugar, a mis compañeros con los que de la mano se logró la investigación a fondo. Por último, pero no menos importante, al profesor Aarón Montiel Rosales quien nos apoyó durante todo el proyecto compartiendo su conocimiento y transmitiéndolo, siendo estos útiles para la vida laboral y para la realización del proyecto

## REFERENCIAS

- [1] Marín, M. R., Padilla, L. S., & Gómez, J. G. (2016). Sistema De Monitoreo Agrícola Mediante Redes Inalámbricas De Sensores Para El Monitoreo De Variables Ambientales–Sismoagro. *Ingeniería al Día*, 2(2).
- [2] Cuenca Cahuana, G. M. (2016). Implementación de un Sistema de Riego Automático y Manual para Optimización de recursos con Adquisición de datos de Sensor de Humedad en Computador, pp. 1-3.
- [3] Garcés Villacís, J. S., & Torres Castro, H. O. (2002). Control y monitoreo de la humedad relativa y de la humedad del suelo en un ambiente de invernadero (Bachelor's thesis, Quito: EPN, 2002.).
- [4] Cob, E. R., & Romero, H. G. (2011). Instrumentos económicos y de política pública para la asignación de agua subterránea para uso agrícola en México. *Revista de Economía, Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Yucatán*, 28(76), 41-41.

# DISEÑO DE UN DISPOSITIVO BIOMIMÉTICO PARA LA EVALUACIÓN FOTOTÉRMICA DE NANOESTRUCTURAS PLASMÓNICAS CON POTENCIAL TERAPÉUTICO

Perla Angélica Izaguirre Camargo

Universidad Autónoma de San Luis Potosí Facultad de Ciencias Químicas

Martínez #6, Av. Dr. Manuel Nava C.P. 78210, San Luis Potosí, S.L.P.

*perla.izaguirre.camargo@outlook.com*

Asesor: Daniela Edith Salado Leza

Cátedras CONACyT

Universidad Autónoma de San Luis Potosí Facultad de Ciencias Químicas

Martínez #6, Av. Dr. Manuel Nava C.P. 78210, San Luis Potosí, S.L.P.

*daniela.salado@uaslp.mx*

Resumen — La terapia fototérmica asistida con nanotecnología es una alternativa prometedora para combatir tumores superficiales, o de fácil acceso. Las nanopartículas plasmónicas funcionales pueden acumularse en el sitio enfermo, ser activadas con fotones de baja energía que no dañan el tejido sano, y aumentar la temperatura del tumor hasta causar su destrucción. El objetivo de este proyecto es diseñar un dispositivo experimental biomimético para realizar pruebas de concepto del uso de nanomateriales para terapia fototérmica. El diseño final es simple y está compuesto por materiales de fácil adquisición. Cuenta con un LED de alto brillo para 3 regiones espectrales, un gel comercial validado para cultivo celular en presencia de nanopartículas, una cámara termográfica portátil, y una chaqueta de metacrilato.

Palabras clave — Nanoestructuras plasmónicas, terapia fototérmica, biomimetización.

Abstract — Nanotechnology-assisted photothermal therapy is a promising alternative to combat superficial or easily accessible tumors. Functional plasmonic nanoparticles can accumulate in the tumor site, be activated with low-energy photons that do not damage healthy tissue, and to increase the temperature of the tumor until it is destroyed. The main goal of this project is to design a biomimetic experimental device to carry out the proof-of-concept of nanotechnology enhanced photothermal therapy. The final design is simple and is made up of accessible materials. It consists of a high brightness LED with 3 spectral regions, a commercial gel validated for cell culture in the presence of nanoparticles, a portable thermal imager, and a methacrylate jacket.

Keywords — Plasmonic nanostructures, photothermal therapy, biomimetization

## I. INTRODUCCIÓN

La nanomedicina es una herramienta muy valiosa para prevenir, diagnosticar y tratar enfermedades [1]. Su principal objetivo es brindar alternativas eficientes que mejoren el desempeño de la medicina tradicional. Por ejemplo, la terapia fototérmica asistida con nanotecnología busca aumentar la selectividad y el efecto terapéutico a partir del diseño y funcionalización de nanoestructuras fotoresponsivas. La denominada AuroLase Therapy desarrollada en 2008 por la empresa Nanospectra Biosciences (Houston, Texas) utiliza Auroshell, nanopartículas (NPs) que consisten en una cubierta de oro y un núcleo de sílice no conductor que absorben luz infrarroja y que, administradas vía intravenosa, se acumulan en el tumor convirtiendo la luz absorbida en calor para destruirlo [2].

En las últimas décadas la comunidad científica ha buscado explicar el comportamiento *in vitro* e *in vivo* de este tipo de nanoestructuras, y el aumento local de temperatura que inducen al interactuar con la luz incidente. Por ejemplo, Jon Withney et al., (2013) evaluaron el efecto fototérmico de nanocuernos de carbono de pared simple en un modelo *in vitro* tridimensional de alginato de sodio en presencia de células de cáncer de mama (MDA-MB-231). El modelo 3D fue irradiado con un láser de fibra de iterbio a una longitud de onda de 1064 nm y, a través de cámaras termográficas de la marca FLIR, registraron cada 2 segundos la temperatura, concluyendo en un efecto fototérmico espacio-temporal que debe ser considerado para mejorar los protocolos y aumentar la muerte celular [3]. En este sentido, el uso de geles que imiten un entorno biológico (microambiente tisular o tumoral) para contener células y albergar igualmente NPs plasmónicas, es una alternativa para introducir las 3Rs (Reemplazo, Reducción, y Refinamiento) del trabajo con animales de laboratorio, acortando la brecha entre los ensayos *in vitro*, *in vivo* y clínicos.

El objetivo de este proyecto virtual es, a través de una búsqueda sistemática de fuentes bibliográficas, fundamentar el diseño de un dispositivo experimental de terapia fototérmica. El diseño debe contener principalmente: fuente de excitación, gel biomimético para realizar cultivos 3D en presencia de NPs, y un equipo para medir el aumento de temperatura.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Terapia fototérmica asistida con nanotecnología

La terapia fototérmica consiste en exponer una determinada parte del cuerpo a temperaturas superiores a 37°C mediante la incidencia de luz por un periodo de tiempo definido [4]. La terapia asistida con nanotecnología consta de una fuente de luz, y de un aceptor / receptor capaz de absorber la energía fotónica en el sitio blanco para liberarla en forma de calor e inducir daño a nivel molecular, celular y tisular. El tipo de daño causado por el aumento de temperatura en sistemas biológicos se clasifica por rangos de temperatura: mayor a 48 °C se provocan daños irreversibles como muerte celular por necrosis, 41-48 °C es conocido como hipertermia y en este caso se desnaturalizan las proteínas y se inactiva la replicación del material genético, y por último menores a 41 °C, llamado diatermia, en donde se incrementa el flujo sanguíneo para favorecer el ingreso de fármacos [4].

Las fuentes de luz incidente más utilizadas son tecnología láser, o la luz pulsada intensa. La elección se hace principalmente a partir de la longitud de onda, por ejemplo ultravioleta en 380 nm, visible 380-780 nm e infrarrojo superior a 780 nm, energía, potencia alta (decenas de W), mediana (W) y baja (mW), y duración del pulso [5]. Asimismo, dependerá de la NP plasmónica estudiada, es decir, de su capacidad para absorber la luz incidente y convertirla en calor. Adicionalmente, la radiación infrarroja (IR) que emite todo cuerpo cuya temperatura es mayor al cero absoluto, puede ser detectada a través de cámaras termográficas, dispositivos sin contacto que detectan esta radiación y la convierten en una señal en forma de imagen sobre la cual puede cuantificarse, por ejemplo, el rendimiento térmico de una terapia alternativa asistida con NPs plasmónicas.

## B. Nanoestructuras plasmónicas

El LSPR (Localized Surface Plasmon Resonance), son oscilaciones coherentes agrupadas de electrones en la banda de conducción a una frecuencia específica y contenidas en volúmenes metálicos muy pequeños. Esta propiedad depende de las características físicas de la NP, como naturaleza del metal, tamaño y forma, las cuales definen el rango de longitud de onda en que los electrones pueden ser excitados (e.g. NPs esféricas de oro (530 nm), plata (390 nm), y cobre (640 nm)). Las más prometedoras son las que pertenecen a los metales nobles, ya que permiten trabajar en el infrarrojo cercano y entre más se encuentren en ese rango más útiles serán (e.g. nanobarillas de oro (650-950nm)) [6]. De esta manera al ser irradiadas con luz que pertenezca a una longitud de onda que se solape fuertemente con el LSPR se logra el aumento de temperatura, ya que son capaces de absorber y dispersar la luz que se incide sobre ellas [7].

## C. Simulación de tejidos

El material que va a albergar a las nanoestructuras plasmónicas y a las células, es un gel que se denomina biomimético, esta palabra de biomimesis se considera una ciencia que estudia los modelos naturales para imitarlos, también utiliza sus diseños y procesos para resolver los problemas humanos [8].

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Búsqueda bibliográfica

Se realizó una revisión bibliográfica sistemática en bases de datos como PubMed y Google Académico usando las palabras clave “gel fantasma”, “terapia fototérmica”, “láser”, y “nanoestructuras plasmónicas”. Como criterio de inclusión, se analizaron artículos cuya metodología experimental destacara el uso de modelos in vitro e in vivo para la evaluación del efecto fototérmico. Como criterio de exclusión, se descartaron trabajos enfocados mayormente a la síntesis de las NPs.

### B. Búsqueda de los materiales

Para el diseño del dispositivo, éste se seccionó en las siguientes partes esenciales: i) gel térmico, el cual a partir de sus propiedades permite mimetizar el microambiente tisular o tumoral; ii) fuente de luz incidente, la cual debe cumplir con ciertas características (longitud de onda y potencia) para excitar el plasmón de superficie de las NPs; iii) cámara termográfica, capaz de detectar la radiación IR emitida por el gel térmico y las NPs para cuantificar el aumento de temperatura; y iv) gabinete experimental, el cual debe impedir la entrada de radiación IR ambiental. La Tabla 1 presenta algunas materias primas con las cuales se puede fabricar el gel biomimético, e incluye modelos comerciales de fácil manipulación que permiten integrar cada componente para las pruebas de concepto (i.e. células y NPs) [8]. La Tabla 2 muestra fuentes de luz y sus características, las cuales son factibles para excitar NPs plasmónicas. Se buscó que brinden alto rendimiento, facilidad de uso y confiabilidad. Finalmente, interesantes modelos comerciales de cámaras termográficas se muestran en la Tabla 3.

Tabla 1. Descripción de materiales para la elaboración de geles térmicos [9]

Material	Descripción	Ventajas	Limitantes
TX-150	Resultado de una mezcla de ácido bórico, goma de guar y poliacrilamida.	Imitan tejidos con alto contenido de agua.	Vida útil de 2 semanas.
Agar	Polisacárido de membranas de algas.	Sus propiedades son modificables.	Inapropiados para microondas.
Hidroxietyl celulosa	Agente gelificante derivado de la celulosa.	Fácil fabricación.	Estabilidad térmica variable.
RAFT™ 3D	Permite el autoensamble de células en un andamio de proteína natural.	Crea organoides similares en tamaño y forma a los tejidos.	Para placas de 24 y 96 pocillos.
Alvetex	Andamio de poliestireno altamente poroso.	Las células mantienen su morfología y capacidad de respuesta.	Tamaño reducido.
VitroGel	Equilibrio sobresaliente de funciones biológicas.	Las células cultivadas en este sistema se pueden recuperar.	Rendimiento máximo de 50 mL.

Tabla 2. Opciones de luz incidente








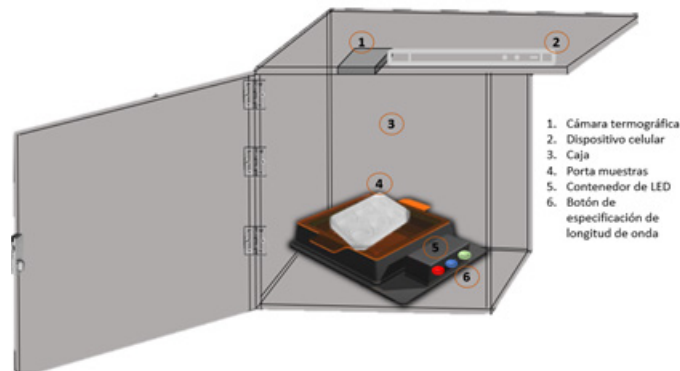
Aparato	Descripción	Longitud de Onda	Potencia	Imagen
Láser SOLSTIS	Onda continua de zafiro.	670-1050 nm	5W	
LED de alto brillo	Se acopla en rangos rojos, verdes y azules.	R: 625, G:525, B: 465 nm	4W	
LASERMATE	Láser de diodo y continuo en su disparo.	808 nm	20 mW	

Tabla 3. Opciones de cámaras termográficas comerciales

Cámara	Descripción	Visión de imagen	Dimensiones	Imagen
XEVA-1.7-320	Detecta longitud de onda de 400 a 1700 nm.	Conexión de puerto USB a una computadora.	10x10x10 cm, peso de 300 gr	
FLIR E40	Rango de Temperatura -20 a 120 °C	Pantalla táctil integrada, visión en tiempo real.	56x37x19 cm, peso de 5.3 kg	
FLIR T650sc	Longitud de onda de 750 a 1400 nm. Rango de Temperatura de -40 a 150°C	Pantalla táctil integrada, visión en tiempo real.	14.3x19.5x9.5 cm, peso 1.3 kg	
FLIR ONE PRO	Rango de temperatura -20 a 400 °C	Se adapta a los celulares con sistema operativo iOS.	6.8x3.4x1.4 cm, peso 36.5 g	

#### IV. RESULTADOS

Fig. 1 Propuesta final de diseño de un dispositivo para la prueba de concepto del efecto fototérmico de nanoestructuras plasmónicas.



La Fig. 1 muestra el prototipo que más se apega a un dispositivo fácil de manipular, con ayuda de la recopilación de la información de los puntos anteriores. Complementando la información para el gabinete, se optó por aislar el dispositivo en una caja de metacrilato de color negro, porque es opaco al IR y ayuda a aislar el sistema para que no haya interferencia durante las mediciones. La cámara más accesible es la FLIR ONE PRO por ser compatible con dispositivos móviles. La fuente de luz con mejores características fue el LED de alto brillo que, como se mencionó en la Tabla 5, se puede regular entre tres regiones espectrales diferentes, haciéndola versátil para las pruebas de concepto con NPs de naturaleza química, tamaño y forma variables. Se propone que se irradia por debajo de la posición específica de cada pozo.



## V. DISCUSIÓN

Los requisitos clave para el gel térmico son: (a) biocompatibilidad, (b) propiedades de conducción y absorción de calor similares a los tejidos y (c) estabilidad térmica. El cambio de técnicas tradicionales como los cultivos 2D por geles en 3D, brindan información más precisa como de interacción entre célula-célula o matriz-célula, una representación más cercana a los tejidos biológicos [3]. Otro punto a considerar para elegir la mejor fuente de luz, es que las longitudes de onda se encuentren en la región de las ventanas biológicas que están en el rango de 700 a 980 nm y de 1000 a 1400 nm.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La principal ventaja que presenta la terapia fototérmica es su simplicidad de operación, la rapidez en la aplicación, el reducido número de contraindicaciones, y su relativo bajo costo, mientras que su principal limitación reside en la baja penetración de la luz en los tejidos, la cual puede ser maximizada operando con agentes fototérmicos que puedan excitarse dentro de las ventanas biológicas. Como recomendación para réplicas futuras, se puede implementar un ambiente de temperatura controlada al momento de incidir el láser y el cambio en la cámara termográfica o la fuente de luz, esto va a depender de la aplicación que se le dé al dispositivo.

## VII. AGRADECIMIENTOS

Agradezco al programa Verano de la Ciencia Región Centro por brindarme la oportunidad de participar en un proyecto. Expreso mi especial agradecimiento a la Dra. Daniela Edith Salado Leza quien me compartió sus ideas y me fomentó la lectura e investigación. También agradezco al Dr. Edgar Guevara que al inicio de la estancia me brindó información necesaria para despegar la investigación.

## REFERENCIAS

- [1] Centros Públicos de Investigación CONACYT (s.f.). Nanomedicina, el futuro para atender las grandes enfermedades. [Online]. Disponible en: <https://centrosconacyt.mx/objeto/nanomedicina-el-futuro-para-atender-enfermedades/>
- [2] Nanospectra (s.f.). Introducing the First Ultra-Focal Nanoshell Technology. [Online]. Disponible en: <https://nanospectra.com/technology/>
- [3] Jon Whitney, Matthew Dewitt, Bryce M. Whited, et. al., 3D Viability Imaging of Tumor Phantoms Treated with Single Walled Carbon Nanohorns and Photothermal Therapy. *Nanotechnology* 24 (27). Disponible en <https://doi.org/10.1088/0957-4484/24/27/275102>
- [4] María Belén Rivas Aiello, Síntesis de Nanopartículas de Oro y Plata para su aplicación en Terapias Alternativas de Cáncer: Terapia Fotodinámica y Terapia Fototérmica [Tesis Doctoral]. Universidad Nacional de la Plata, Argentina, 2018.
- [5] Universidad Austral, (s.f.). Láser y luz pulsada intensa – Manual Digital de Dermatología. [Online]. Disponible en: <https://www.austral.edu.ar/cienciasbiomedicas/manual-dermatologia/terapeutica-dermatologica/laser-y-luz-pulsada-intensa/>
- [6] Pellas V, Hu D, Mazouzi Y, Mimoun Y, Blanchard J, Guibert C, Salmain M, Boujday S. Gold Nanorods for LSPR Biosensing: Synthesis, Coating by Silica, and Bioanalytical Applications. *Biosensors (Basel)*. 10(10):146. doi: 10.3390/bios10100146
- [7] Daniel A. Cruz, Miriam C. Rodríguez, Juan M. López, et. al., Nanopartículas y plasmones de superficie: Una relación profunda. *Av. cien. Ing.* 3(2) Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3962777.pdf>
- [8] Lualdi M, Colombo A, Farina B, Tomatis S, Marchesini R. A phantom with tissue-like optical properties in the visible and near infrared for use in photomedicine. *Lasers Surg Med.* 2001;28(3). <https://doi.org/10.1002/>



Ism.1044

[9] Ali Dabbagh, Basri Johan Jeet Abdullah, et. al., Tissue- Mimicking Gel Phantoms for Thermal Therapy Studies. Ultrasonic Imaging. 36(4). DOI: 10.1177/016173

# DESPACHO ÓPTIMO AMBIENTAL DE SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA: MINIMIZACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub> MEDIANTE LA INTEGRACIÓN DE FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES

Isaac Benjamín Hernández Medina  
 Instituto Tecnológico Superior de Irapuato  
 Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.  
*LIS17111479@irapuato.tecnm.mx*

José Miguel García Guzmán  
 Instituto Tecnológico Superior de Irapuato  
 Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.  
*jose.gg@irapuato.tecnm.mx*

Resumen — En este trabajo se analiza el impacto que tiene la integración de las fuentes de energía renovables en la operación económica y ambiental de los sistemas de potencia (SEP). La función de emisiones de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) y los modelos de las fuentes de energía renovable se integran en una formulación de Flujos de Potencia Óptimos (FPO), esto para obtener un despacho económico y medioambiental que considera el impacto de este tipo de fuentes de energía. Diversos casos de estudio se realizan para visualizar el efecto que tiene la integración de las fuentes de energía renovable en la operación de los SEP. Los resultados obtenidos muestran que las fuentes renovables reducen el costo de generación y las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Palabras clave — Sistemas potencia, despacho óptimo medioambiental, fuentes de energía renovables.

Abstract — This paper analyzes the impact of the integration of renewable energy sources in the economic and environmental operation of power systems (EPS). The emissions function of Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) and the renewable energy sources models are integrated in an Optimal Power Flows (OPF) formulation, in order to obtain an economic and environmental dispatch that considers the impact of this type of energy sources. Several case studies are carried out to visualize the effect of the integration of renewable energy sources in the operation of the SEPs. The results obtained show that renewable sources reduce generation costs and CO<sub>2</sub> emissions.

Keywords — Electric power systems, environmental optimal dispatch, renewable energy sources.

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el cuidado del medio ambiente ha cobrado gran importancia en las actividades cotidianas y productivas de la sociedad alrededor del mundo. De modo que, en nuestros días es de gran importancia llevar a cabo tales actividades con la afectación mínima del medioambiente y garantizando la sustentabilidad ambiental. En los sistemas eléctricos de potencia (SEP) las centrales de generación termoeléctricas son una fuente de contaminación considerable, ya que emiten grandes cantidades de gases de efecto invernadero a la atmosfera. En este sentido, se realiza un estudio en el cual se reduce el impacto ambiental negativo que tienen las centrales de generación termoeléctricas a través de la reducción de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en el ambiente. El CO<sub>2</sub> es el gas contaminante que se considera en el estudio porque es el gas de efecto invernadero que se produce en mayor cantidad [1].

El análisis de Flujos de Potencia Óptimos (FPO) permite optimizar una función objetivo sujeta a distintas restricciones, con lo que se determina el estado óptimo de operación en estado estacionario del sistema eléctrico de potencia. Las funciones objetivo pueden considerar aspectos económicos, de seguridad o ambientales del sistema eléctrico [2].

La integración de fuentes de energía renovable en el sistema de generación de potencia activa ofrece energía limpia, de modo que, no emiten gases de efecto invernadero, por lo tanto, contribuyen a satisfacer la demanda eléctrica del SEP reduciendo la huella de carbono que producirían, si únicamente la demanda fuera satisfecha por centrales termoeléctricas.

De acuerdo al escenario antes descrito, en este trabajo se presenta un análisis del impacto que tiene la integración de los modelos de las fuentes de energía renovable en la operación económica y ambiental de los sistemas eléctricos de potencia.

## II. GENERACIÓN DE POTENCIA MEDIANTE FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE

### A. Generación de potencia mediante energía eólica

En general, la energía eólica será producida por turbinas o molinos de viento. La energía cinética que existe en el aire en movimiento se convertirá en energía mecánica por la rotación de las palas del aerogenerador y en energía eléctrica por el generador eléctrico. La potencia disponible que es convertida por el aerogenerador es [3],

$$P_{Wind} = 0.5 \times \rho \times A \times v^3 \times C_P$$

Donde  $\rho$  es la densidad del viento con un valor de 1,221 kg/m<sup>3</sup>, A es el área de barrido de las aspas de la turbina de viento en m<sup>2</sup> y v es la velocidad del viento en m/s. El término C<sub>P</sub> es la constante de Betz o coeficiente de potencia, cuyo valor es igual a 59.3% [4].

### B. Generación de potencia mediante energía solar

La energía solar es una de las más abundantes en el planeta, no genera emisiones que contaminan el medio ambiente, requieren menos mantenimiento y su tiempo de duración es largo. Uno de los puntos importantes para la generación de energía solar es la radiación del sol, la cual es captada por un panel solar que se utiliza para convertir la radiación del sol en energía eléctrica. Una típica celda solar está formada por un diodo semiconductor de unión P-N [5], que trabaja con el principio del efecto fotovoltaico. Cuando la insolación solar es conocida, la potencia de salida generada por una planta solar PSolar puede ser calculada, en KW, cómo sigue [3],

$$P_{Solar} = PR \times GHI \times A_S \times \eta_{PV} \times S_Z$$

Donde, PR es la relación de rendimiento, cuyo valor se encuentra entre 0.5 y 0.9, el valor por defecto es de 0.75, GHI es la irradiación global horizontal en kW/m<sup>2</sup>, A<sub>S</sub> es el área superficial del panel solar en m<sup>2</sup>, PV es

la eficiencia del panel solar cuyo valor es alrededor de 0.15 y SZ es el número de paneles solares que contiene la planta solar.

### III. FORMULACIÓN DE FPO MULTI-OBJETIVO CONSIDERANDO ENERGÍAS RENOVABLES

Las dos funciones a minimizar en el FPO multiobjetivo son el costo de generación de potencia activa y la de emisiones de CO<sub>2</sub>, las cuales se minimizan de forma simultánea. Enseguida se presentan los modelos matemáticos de la formulación de FPO que considera aspectos económicos y ambientales, incluyendo las fuentes de energía renovable.

A. Modelo matemático del problema de flujos de potencia óptimos multiobjetivo

La función global multiobjetivo a minimizar se expresa mediante la Ec. (3) como sigue [6, 7],

$$F_T(P_{g,i}) = w_C * F_C \times (P_{g,i}) - w_E \times h \times F_E(P_{g,i})$$

En (3) FC es la función de costo de generación y FE la función de emisiones, las cuales se detallan explícitamente en [2]. Los términos wC y wE son los coeficientes de ponderación para las funciones costo y emisiones, en forma respectiva, mientras que el termino h es el factor de penalización que permite combinar ambas funciones objetivo en una función global.

$$h_i = \frac{F_{Ci}(P_{gi}^{max})/P_{gi}^{max}}{F_{Ei}(P_{gi}^{max})/P_{gi}^{max}}$$

Donde P<sub>gimax</sub> es la potencia máxima del generador i, de modo que las funciones FC<sub>i</sub> y FE<sub>i</sub> son evaluadas en este valor de la potencia generada en el i-ésimo generador.

1) Restricciones de igualdad

Las restricciones de igualdad que permiten modelar el balance de potencia activa considerando las fuentes de energía renovables son dadas enseguida,

$$P_{g,k} + \sum_{i=1}^{Nw} P_{Wind,i} + \sum_{i=1}^{Ns} P_{Solar,i} - P_{D,k} - \sum_{m=1}^{Nb} P_{iny,k} = 0 \quad Q_{g,k} - Q_{D,k} - \sum_{m=1}^{Nb} Q_{iny,k} = 0$$

Donde {P<sub>g,k</sub>, Q<sub>g,k</sub>}, {P<sub>D,k</sub>, Q<sub>D,k</sub>} y {P<sub>iny,k</sub>, Q<sub>iny,k</sub>} son la potencia activa y reactiva generada, demandada e inyectada en el nodo k, en forma respectiva. El término P<sub>Wind</sub> representa la potencia activa generada por las N<sub>w</sub> centrales eólicas y P<sub>solar</sub> es la potencia generada por las N<sub>s</sub> centrales fotovoltaicas.

2) Restricciones de desigualdad al sistema eléctrico

Las restricciones de desigualdad modelan los límites físicos y operativos del sistema eléctrico, las cuales se modelan mediante las expresiones siguientes,

$$\begin{aligned} \delta_k^{\min} < \delta_k < \delta_k^{\max} \\ V_k^{\min} < V_k < V_k^{\max} \\ P_{g,i}^{\min} < P_{g,i} < P_{g,i}^{\max} \\ Q_{g,i}^{\min} < Q_{g,i} < Q_{g,i}^{\max} \\ P_{Wind} = 0; \quad v_{nom} < v_{\min} \\ P_{Wind} = 0.5 * \rho * A * v^3; \quad v_{\min} < v < v_{\max} \\ P_{Wind} = P_r; \quad v > v_{\max} \\ P_{Solar} = 0; \quad GHI < GHI_{\min} \\ P_{Solar} = PR * \eta * A_s * S_z; \quad GHI > GHI_{\min} \end{aligned}$$

Las restricciones de desigualdad (10) y (11) corresponden a las fuentes de energía renovable [3]. La variable  $P_r$  es la potencia nominal del aerogenerador,  $v_{min}$  es la velocidad mínima del viento de 3.5 m/s y  $v_{max}$  es la velocidad máxima del viento de 20 m/s. Se debe mencionar que la velocidad nominal del viento es de 11 m/s. La variable  $GHI_{min}$  es la irradiancia mínima del sol mínima cuyo valor es de 5.5 kW/m<sup>2</sup> [8].

#### IV. CASO DE ESTUDIO

En esta sección se presentan diversos casos de estudio que permiten analizar el efecto que tiene la integración de los modelos de la fuente de energía solar y eólica en las emisiones de CO<sub>2</sub> y en el costo de generación de potencia activa de un sistema eléctrico de potencia. En los casos de estudio se emplea el sistema eléctrico de potencia de 9 nodos [9], el cual consta de tres generadores, seis líneas de transmisión y tres transformadores. Los coeficientes de las funciones de costo y de emisiones de dióxido de carbono de las unidades de generación de este SEP se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Coeficientes de las funciones de costo y emisiones del SEP de 9 nodos.

Generador	a (\$/h)	b (\$/MWh)	c (\$/MW <sup>2</sup> h)	d (lb/h)	e (lb/MWh)	f (lb/MW <sup>2</sup> h)
1	140	2.0	0.0060	137.3701	-1.2488	0.0138
2	120	1.5	0.0075	137.3701	-1.2488	0.0138
3	80	1.8	0.0070	363.7048	0.8051	0.0077

Los límites de tensión utilizados en los casos de estudio presentados con este SEP son de 0.95 pu para los límites inferiores y de 1.05 pu para los superiores. Mientras que los valores iniciales de los ángulos de fase de tensión son de 0°. Los límites utilizados para la potencia activa y reactiva para el generador 1 son, en forma respectiva,  $0 \leq P_{G1} \leq 200$  MW y  $-100 \leq Q_{G1} \leq 150$  MVAR; para el generador 2 de  $0 \leq P_{G2} \leq 150$  MW y  $-100 \leq Q_{G2} \leq 300$  MVAR; y para el generador 3 de  $0 \leq P_{G3} \leq 100$  MW y  $-100 \leq Q_{G3} \leq 300$  MVAR.

Para analizar el comportamiento de la operación económica y ambiental de los sistemas eléctricos de potencia se realizan cuatro análisis de flujos de potencia óptimos multiobjetivo con el sistema de 9 nodos. En el primer análisis se obtiene la solución de FPO multiobjetivo sin considerar las fuentes de energía renovable; para el segundo análisis se añade una central de generación eólica en el nodo 7, la cual tiene una generación de 35.7250 MW de potencia activa. En el tercer análisis de FPO se incorpora una central de generación fotovoltaica en el nodo 9, que genera una potencia activa de 48.0942 MW, y finalmente, en el cuarto análisis se incluyen los dos tipos de centrales de generación con fuentes de energía renovable en los nodos antes mencionados. Es importante mencionar que en los análisis de FPO realizados se combina la función de costo y la función de emisiones en la función global con el mismo factor de peso, esto con la finalidad de analizar la operación del SEP dando la misma importancia al aspecto económico y ambiental. Un resumen de los resultados obtenidos de los cuatro análisis de FPO mencionados antes se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Resumen de resultados de los análisis e FPO multiobjetivo.

Parámetros	Sin $P_{wind}$ y $P_{solar}$	Con $P_{wind}$	Con $P_{solar}$	Con $P_{wind}$ y $P_{solar}$
$P_G$ (MW)	318.001	282.586	270.284	234.806
$Q_G$ (MVAR)	5.818	3.379	2.775	0.329
$P_{pérdidas}$ (MW)	3.001	3.311	3.378	3.625
$Q_{pérdidas}$ (MVAR)	-109.182	-111.620	-112.225	-114.671
Costo (\$/h)	1134.055	1024.099	987.661	885.517
Emisiones (lb/h)	845.603	778.677	757.324	702.705

A partir de los resultados mostrados en la Tabla 2, se puede observar que al añadir una fuente energía renovable al sistema eléctrico de potencia ocurre una disminución en el costo de generación debido a que se demanda menos potencia a los generadores para satisfacer la carga y las pérdidas de potencia activa en los elementos de transmisión. Lo mismo ocurre con las emisiones, al producir una menor cantidad de potencia mediante los generadores las emisiones de CO<sub>2</sub> tienden a disminuir, ya que estas dependen de la potencia generada por las centrales de generación termoeléctrica. En forma similar y de acuerdo con la Columna 4 de la tabla en mención, cuando se integran las dos formas de generación de potencia con las fuentes de energía renovable se presenta una disminución aún mayor en el costo de generación y las emisiones de CO<sub>2</sub>. Por otro lado, con la inclusión de las fuentes de energía renovable se disminuye la generación y las pérdidas de potencia reactiva, lo cual se traduce en una mejora del perfil de tensión nodal del sistema de potencia. También se debe notar que las pérdidas de potencia activa son mayores al añadir fuentes de energía renovables al sistema de potencia.

## V. CONCLUSIONES

Un análisis del despacho óptimo ambiental, donde se minimizan las emisiones de CO<sub>2</sub> y el costo de generación de potencia activa mediante la integración de los modelos de la fuente de energía eólica y solar, se ha presentado. De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que al integrar los modelos de las fuentes de energía renovable se presenta una reducción en las emisiones de dióxido de carbono y en el costo de generación, por lo que, se mejora la operación económica y ambiental del SEP, a pesar del aumento de las pérdidas de potencia activa. De igual manera, se concluye que al integrar las fuentes de energía renovable se presenta una mejora en el perfil de tensión nodal del sistema a causa de una disminución de la generación y pérdidas de potencia reactiva

## REFERENCIAS

- [1] Oceana. (2008) “Gases de efecto invernadero”. [Online]. Disponible: <https://eu.oceada.org/es/>
- [2] D. Corona, H. Elizarraraz, J. A. Márquez y J. M. García, “Flujos de Potencia Óptimos multi-objetivo: Análisis de la operación de sistemas de potencia considerando las emisiones de CO<sub>2</sub>”, *Identidad Energética*, vol. 2, No. 1, Dic. 2019.
- [3] S. S. Mahaboob, S. V. Chintalapudi, S. Sirigiri, “Optimal Power Flow Solution in the Presence of Renewable Energy Sources”, *Iran J Sci Technol Trans Electr Eng*, vol. 45, pp. 61–79, March 2021.
- [4] T. Ackerman, *Wind Power in Power System*, 1st. Ed. New York: John Wiley & Sons Inc Print on, 2005.
- [5] M.R. Patel, *Wind and solar power systems: design, analysis, and operation*, 1st. Ed. New York: CRC Press, 1999.
- [6] P. S. Kulkarni, A. G. Kothari, and D. P. Kothari, “Combined Economic and Emission Dispatch Using Improved Backpropagation Neural Network,” *Electric Machines and Power Systems*, vol. 28, No. 1, pp. 31-44, Nov., 2010.
- [7] Y. Demirel and A. Demiroren, “Economic and minimum emission dispatch,” in *International Conference on Electrical and Electronics Engineering*, Bursa, Turkey, 2003, pp. 1-5, 2003.
- [8] Deloitte México. (2019) “En energía, México debe apuntar al sol”. [Online]. Disponible: <https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/dnoticias/articles/energia-solar-en-mexico.html>.
- [9] P. W. Sauer and M. A. Pai, “Power System Dynamics and Stability”, Champaign, Illinois, USA, Stipes Publishing L.L.C., 1997.

# CONTROL ELECTRÓNICO DE UN BRAZO ROBÓTICO ARTICULADO POR MEDIO DE UNA TARJETA DE CIRCUITO IMPRESO PCB

Miguel Ángel Saldaña Salas

Tecnológico Nacional de México campus Querétaro Departamento de Metal Mecánica

Av. Tecnológico s/n esq. Gral. Mariano Escobedo.

Colonia Centro Histórico C.P. 76000, Querétaro, Querétaro.

*miguelangelsalas98@gmail.com*

Mónica Balvanera Ortuño López

Tecnológico Nacional de México campus Querétaro Departamento de Metal Mecánica

Av. Tecnológico s/n esq. Gral. Mariano Escobedo.

Colonia Centro Histórico C.P. 76000, Querétaro, Querétaro.

*monica.ol@queretaro.tecnm.mx*

Resumen — El presente proyecto desarrolló la implementación de una placa de circuito impreso (PCB) en el sistema de control de un brazo robótico desarrollado en el Tecnológico Nacional de México campus Querétaro, con el propósito de reducir las interferencias en las señales de control, englobando el proceso de diseño, solicitud de manufactura y ensamble de la PCB. Con la implementación de la PCB se obtuvo una reducción en el espacio destinado a circuitería y resultados satisfactorios en la anulación de interferencias por ruido eléctrico en la operación del brazo.

Palabras clave — PCB, Sistema Automatizado, Brazo Robot.

Abstract — This project presents a PCB Implementation in the control system of a robot arm on the Tecnológico Nacional de México campus Querétaro to reduce the electrical interferences in the control signals, encompassing the design process, manufacturing requirement and, PCB assembly. Achieving a circuitry space reduction and satisfactory results in the suppression of electrical interferences.

Keywords — PCB, Automated system, Robot Arm.



## I. INTRODUCCIÓN

La investigación y el desarrollo tecnológico requieren de la realización de tareas que, acorde a la primera regla sobre el uso de un robot, presentan alguna de las cuatro D de la robótica (Four Ds of Robotics), es decir, si la tarea es sucia (Dirty), aburrida (Dull), peligrosa (Dangerous) o difícil (Difficult) [1], en cuyo caso se considera un proceso apropiado automatizar. En el Tecnológico Nacional de México campus Querétaro se propuso incorporar un sistema automatizado de producción de películas delgadas mediante Deposito por Baño Químico (CBD), técnica que consiste en la adhesión de película delgada semiconductor sobre un sustrato sólido a partir de una reacción que ocurre en una solución acuosa [2], para realizar investigaciones acerca de recubrimientos de sulfuro de zinc (ZnS) y sulfuro de cadmio (CdS). La automatización se planteó debido a que el proceso de producción requiere de una larga jornada para obtener unos pocos recubrimientos. El sistema consta de un brazo robótico que transporta los sustratos a través de las estaciones donde se desarrolla el CBD, dicho brazo fue propuesto para una mejora en el subsistema de control, encargado de regular el movimiento del robot con el fin de lograr una determinada tarea [1], puesto que presentaba alteraciones en su rutina.

Actualmente existe una tendencia a incrementar el nivel de automatización en la fabricación de productos [3], incorporando sistemas automatizados y procedimientos de integración de los mismos, por ello la mejor manera de aprender sobre este tema es mediante la elaboración de proyectos tecnológicos que incluyan el diseño y la construcción de prototipos a escala como el presente proyecto. Para el desarrollo de esta placa de circuito impreso utilizaremos el software Proteus®, un entorno integrado diseñado para la realización completa de proyectos de construcción de equipos electrónicos en todas sus etapas: diseño, simulación, depuración y construcción [4].

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Sistema automatizado

Un sistema automatizado es el conjunto de elementos (equipamiento, sistema de información, y procedimientos) interrelacionados funcionalmente entre sí que conforman una estructura cuya función es garantizar el desempeño independiente del proceso a través de operaciones de control y supervisión total del sistema, bajo las técnicas más modernas y cumpliendo los requisitos establecidos de acuerdo al tipo de planta [5].

### B. Placa de Circuito Impreso (PCB)

Una placa de circuito impreso es un soporte físico en el que se instalan distintos componentes electrónicos o eléctricos que se interconectan entre ellos, haciendo fluir la energía entre ellos mediante finas pistas conductoras de cobre. El desarrollo de placas de circuito impreso o PCB es utilizado en las universidades, empresas y grupos de investigación para fabricación y/o modificación de equipos con funciones específicas de instrumentación, control y automatización [6].

### C. Control

El control se refiere a una operación que, en presencia de perturbaciones, tiende a reducir la diferencia entre la salida de un sistema y alguna entrada de referencia, y lo realiza tomando en cuenta esta diferencia. Aquí sólo se especifican con este término las perturbaciones impredecibles, ya que las perturbaciones predecibles o conocidas siempre pueden compensarse dentro del sistema [7].

### D. Brazo Robótico

Se trata de un manipulador multifuncional reprogramable, capaz de mover materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales según trayectorias variables, programadas para realizar tareas diversas. Incluye al manipulador (hardware) y al sistema de control (software) [8].

### III. MÉTODO

La metodología de este proyecto se dividió en 3 etapas: diseño, manufactura y ensamble, mismas que son descritas a continuación.

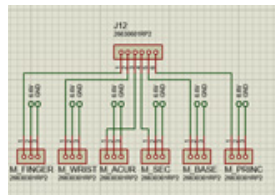
a) El diseño fue primera tarea para implementar una placa de circuito impreso. Partiendo de un brazo robótico existente de 6 grados de libertad, manufacturado en aluminio y controlado mediante Arduino®, se planteó el diseño de un circuito de control distribuido de manera más eficiente, además del diseño de un modelo de simulación virtual de placa de circuito impreso utilizando software Proteus® 8.8.

a. El diseño de circuito requirió la selección de componentes electrónicos integrados en el brazo, así como su distribución en la placa y estructuración de la lógica de funcionamiento.

i. Se comenzó asignando las conexiones de los servomotores, colocando un bloque de 6 pines, donde cada pin se conecta con el pin de control de un motor y lo comunica con el dispositivo de control Arduino®, los cables de los motores van soldados a un conector de seguridad tipo molex de 3 pines donde recibe voltaje de alimentación, tierra y señal de posición. En la ilustración 2 es posible observar las conexiones de motores con sus respectivos etiquetados en la simulación del esquemático.

*Ilustración 1 Distribución de las conexiones de alimentación, gnd y señal de los servomotores del brazo robótico*

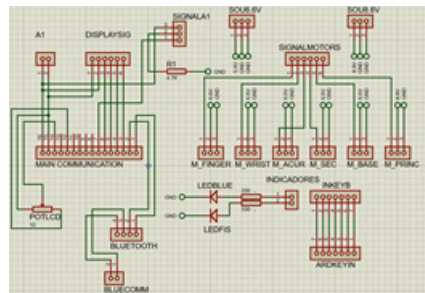
*Fuente: Construcción propia*



ii. Se añadió un conector molex de 16 pines, concentrando ahí las conexiones de display LCD, módulo Bluetooth® serial, entrada analógica 1 y salidas led indicadores de modo de operación. En la siguiente ilustración se presenta la distribución final de conexiones entre componentes, conectores y elementos de comunicación en la simulación.

*Ilustración 2 Esquemático de circuito de control placa de brazo robot*

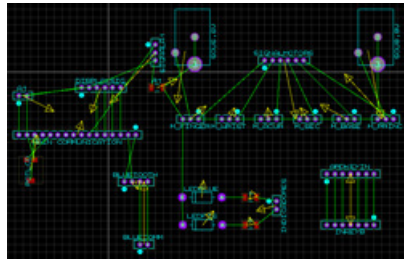
*Fuente: Construcción propia*



b. El diseño de la PCB

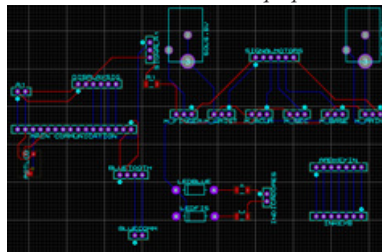
i. Se realizó un modelo virtual de la placa de circuito impreso en la herramienta PCB Layout® de proteus®, esta herramienta importa los componentes de la simulación junto a sus empaquetados para asignarles un espacio físico en la PCB y sugerir las líneas guía de conexión de componentes fundamentado en la simulación que integramos.

*Ilustración 3 El entorno de desarrollo de PCB Layout nos muestra los componentes electrónicos con sus empaquetados físicos y distribución espacial en la placa.*  
 Fuente: Construcción propia



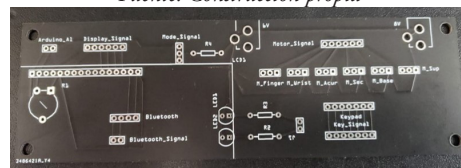
ii. Se realizó una configuración de placa asignando el espesor, número de capas y se asignó una capa de cobre superficial como tierra común para todos los componentes del circuito que la requieran.  
 iii. Luego de haberse configurado las características de la placa, se realizó el trazado de pistas de conexión manteniendo especial cuidado de evitar cruces entre las pistas de conexión. La ilustración 6 denota las pistas trazadas en la PCB, en color rojo se presentan las pistas en la capa superior y en color azul las conexiones presentes en la capa inferior de la placa.

*Ilustración 4 Conexiones de pistas de PCB*  
 Fuente: Construcción propia



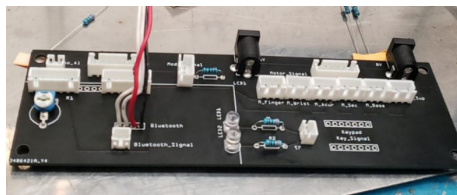
iv. Se exportó el circuito a formato PDF y se extrajo la carpeta con el archivo Gerber de diseño de la placa que contiene la información requerida para la manufactura de la placa de circuito impreso.  
 b) Manufactura de placa de circuito impreso  
 a. Se envió el archivo Gerber a la empresa JPCB donde se manufacturó la placa con fibra de vidrio y lamina de cobre, y luego de 3 semanas se recibió la placa fabricada.

*Ilustración 5 PCB recibida después de impresión*  
 Fuente: Construcción propia



c) Ensamblaje de los componentes y conexiones con el brazo robot  
 a. Una vez recibida la PCB se realizó el montaje de los componentes electrónicos, conectores molex hembra y conectores plug de alimentación.

*Ilustración 6 Ensamble de conectores en PCB  
Fuente: Construcción propia*



b. Se realizó la conexión de componentes periféricos del brazo a sus respectivos conectores en la placa y se ejecutó una rutina de prueba para verificar el funcionamiento del brazo robot.

#### IV. RESULTADOS

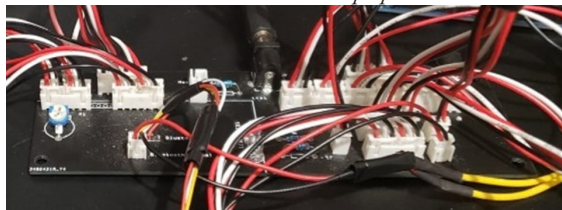
El desarrollo de este proyecto dio como resultado una interfaz de comunicación entre componentes, más eficiente, organizada, atractiva a la vista y confiable al implementar un sistema de conectores molex en una placa de circuito impreso, las ilustraciones 9 y 10 muestran una referencia gráfica de la diferencia en la distribución del cableado de control del brazo robot antes y después de la implementación de la placa de circuito impreso.

*Ilustración 7 Distribución de cableado previamente existente en el brazo robot implementación de placa de circuito impreso.  
Fuente: Construcción propia*



Además, se logró una reducción en el ruido que se presentaba en el control del brazo robot. El brazo presentaba problemas en el circuito de control anterior debido a interferencias en la señal de control cuando se aproximaban múltiples dispositivos con comunicación bluetooth. Se realizó una serie de pruebas de ejecución de rutinas en las cuales no se detectó interferencia por ruido en las señales eléctricas de control.

*Ilustración 8 Conexión de todos los dispositivos periféricos en placa de circuito impreso mediante conectores molex  
Fuente: Construcción propia*



#### V. CONCLUSIONES

Se logró implementar una placa de circuito impreso en un brazo robótico con 6 grados de libertad, con resultados satisfactorios en la anulación de interferencias eléctricas externas por ruido en el cableado del circuito de conexiones y una mayor organización en la distribución de conectores de componentes electrónicos y dispositivos periféricos.

En el periodo de desarrollo del proyecto se afrontaron múltiples desafíos relacionados al diseño ingenieril, el manejo de software y la documentación de un proyecto, no obstante, la fundamentación teórica existente sobre circuitos, el autodidactismo y la asesoría por parte del investigador, permitió superar de manera exitosa cada uno de los desafíos encarados. La implementación de PCB's permitió reducir el espacio destinado a circuitería, mejorar la calidad del circuito y la fiabilidad del comportamiento en el sistema ante agentes externos.

## VI. AGRADECIMIENTOS

Al Tecnológico Nacional de México Campus Querétaro, a través del Departamento de Metalmeccánica, en especial a la Dra. Mónica Balvanera Ortuño López por ser anfitrión del desarrollo de este proyecto. A la Dra. Yolanda Jiménez Flores, docente del mismo departamento y al Ing. José Miguel Jaimes Ramírez docente del Departamento de Sistemas y Computación, por las facilidades otorgadas y el apoyo para este proyecto. Así mismo al Programa Verano de la Ciencia de la Región Centro en su edición número 23, por incentivar y promover la investigación en los estudiantes de nivel superior

## REFERENCIAS

- [1] Kumar Saha, S. (2011). Introducción a la robótica. McGraw-Hill España. <https://elibro.net/es/ereader/itqueretaro/36580?page=43>
- [2] Ramírez Velázquez L. (2014). Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias extractivas, Síntesis y caracterización de películas semiconductoras de Óxido de Cadmio (CdO) y Óxido de Zinc (ZnO) mediante técnica de baño químico. Recuperado de <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/17361/1/25-1-16740.pdf>
- [3] Torres Vargas, L. Z. (2018). Integración de sistemas automatizados: elaboración de prototipos y su reporte técnico. Grupo Editorial Éxodo. <https://elibro.net/es/ereader/itqueretaro/128565?page=15>
- [4] Gallardo Puertas O. (2015). Universidad de Valladolid, Escuela de ingenierías industriales, “Fabricación de placas de circuito impreso con proteus” Recuperado de <https://1library.co/document/eqo4oj7z-fabricacion-de-placas-de-circuito-impreso-con-proteus.html>
- [5] Izaguirre Castellanos, E. (2012). Sistemas de automatización. Editorial Feijóo. <https://elibro.net/es/ereader/itqueretaro/124330?page=10>
- [6] Ramírez J. (2007). Universidad de los Andes, Facultad de ciencias. “Técnicas de diseño, desarrollo y montaje de circuitos impresos”. Recuperado de [http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/26205/tecnicas\\_diseno.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/26205/tecnicas_diseno.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [7] Ogata K. (2010). Ingeniería de control moderna. Editorial Pearson. Pag.16
- [8] Barrientos, A. (2012). Fundamentos de robótica (2a. ed.). McGraw-Hill España. <https://elibro.net/es/ereader/itqueretaro/50193?page=34>

## DETECCIÓN DE ANOMALÍAS EN LA PIEL

Jose Antonio Corona Guevar  
Instituto tecnológico superior de Purísima del  
Rincón Blvd. del Valle 2301, Guardarrayas, 36425 Gto.  
*LRS18110353@purisima.tecnm.mx*

Valentín Calzada Ledesma  
Instituto tecnológico superior de Purísima del Rincón Blvd. del Valle 2301, Guardarrayas, 36425 Gto.  
*valentin.cl@purisima.tecnm.mx*

Resumen — En este trabajo se presenta la implementación y programación de una Raspberry para que pueda tomar fotos y las guarde en se memoria para posteriormente ser utilizadas en el análisis de imágenes. En el presente reporte nos enfocaremos en la manera de ensamblar y programar nuestra Raspberry, para que pueda tomar fotos de manera eficiente. El sistema operativo que utiliza la Raspberry está basado en Linux, lo cual lo hace fácil y un tanto intuitivo el utilizarlo, por otro lado, el código utilizado para que pueda capturar fotos, fue programado y escrito en Python, ya que el sistema operativo de la Raspberry lo tiene instalado nativamente y esto facilita su funcionamiento.

Palabras clave — Captura de imagen, Python, Raspberry.

Keywords — Image capture, Python, Raspberry.

Abstract — This paper presents the implementation and programming of a Raspberry so that it can take pictures and store them in its memory for later use in image analysis. In this report we will focus on how to assemble and program our Raspberry, so that it can take pictures efficiently. The operating system used by the Raspberry is based on Linux, which makes it easy and somewhat intuitive to use, on the other hand, the code used to take pictures was programmed and written in Python, since the Raspberry operating system has it natively installed and this facilitates its operation.

### I. INTRODUCCIÓN

En la industria textil se tiene un problema de aprovechamiento de los recursos que se utilizan para su realización, para ser más precisos, en el aprovechamiento de las pieles, ya que al momento de utilizarlo tenemos muchas imperfecciones en la piel, ya sea por un mal proceso en el curado de la piel o simplemente marcas que puede tener la piel de manera natural. Para poder analizar estas pieles, se propone un instrumento que sea capaz de tomar una captura de imagen y lo analice para poder detectar dichas imperfecciones que tiene la piel y pueda el operario tener una referencia de como cortar la piel de manera mucho más eficiente.



Una parte muy importante para que este artefacto pueda realizar el análisis es el de tener un aparato que pueda ser programado para realizar lo que se necesite, y en esta ocasión se optó por la implementación de una Raspberry pi 4, que para nuestros fines es perfecta, esto por su fácil manejo y su disposición para adaptarse a nuestras necesidades, el sistema operativo que utiliza la Raspberry está basado en Linux, lo que permite, si ya estas familiarizado en este sistema, que sea muy sencillo el utilizarlo [1]

En la parte de la programación de la cámara para que pudiera capturar las imágenes se utilizó la plataforma Python ya que esta viene nativamente instalada en la Raspberry y esto facilita la programación y el manejo de la cámara. [2]

Para la captura de las imágenes, lo cual representa una de las partes primarias del proyecto se utilizó una cámara modelo “Pi NoIR V2” la cual está diseñada para las Raspberry, lo cual permite que tanto su instalación como su implementación sea muy sencilla. [1]

Básicamente en el presente trabajo se aborda todos los pasos que se siguieron para poder configurar y programar la Raspberry para que funcionara de manera correcta y pudiera tomar las capturas de imágenes que es la base del proyecto y de ahí partir a la parte del análisis de las imágenes.

## II. MARCO TEÓRICO (OPCIONAL)

Para realizar este proyecto fue utilizada una Raspberry PI 4, pero ¿Qué es una Raspberry PI 4?, bueno pues una Raspberry es, básicamente, un ordenador. A pesar de su placa reducida, su bajo coste y su sistema operativo de código abierto Raspbian, no deja de ser un ordenador adaptado a unas necesidades de programación muy básicas.

*Fig 1. Imagen de una Raspberry.*



Una vez sabiendo que es una Raspberry PI podemos pasar a el sistema operativo que esta utiliza el cual se llama Raspbian, el cual está basado en Linux, por lo cual el utilizarlo es muy intuitivo y sencillo si ya estamos familiarizados con el sistema operativo Linux, aunque si no es así no tardaremos mucho en acostumbrarnos al sistema Raspbian ya que no es muy complejo.

Otro de los conocimientos básicos que debemos tener el sobre el lenguaje de programación que se utiliza, la cual es Python, y ¿Qué es Python?, es un lenguaje de programación interpretado cuya filosofía hace hincapié en la legibilidad de su código. La ventaja que se tiene al momento de programar en Python es que es un lenguaje de programación libre, por lo que las paqueterías y todo lo que desees usar es gratuito y libre para que lo utilices y lo implementes de la manera que a ti te más te convenga.

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales:

A continuación, daremos una lista de los materiales utilizados para realizar el ensamblado de la Raspberry.

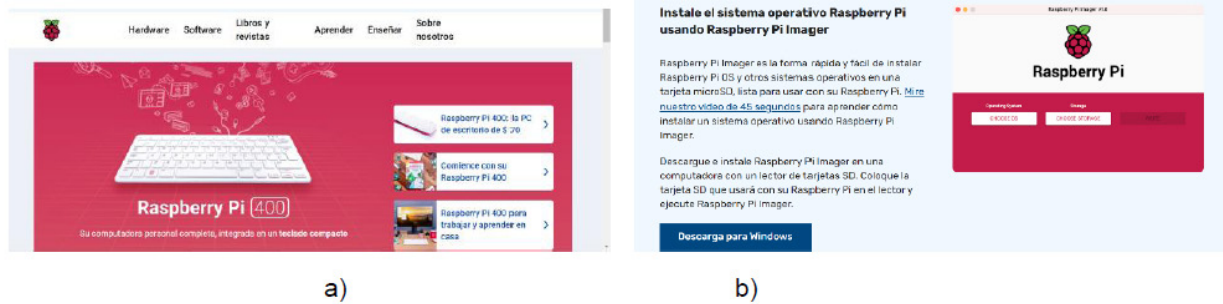
- Raspberry Pi 4 Computer modelo B de 1GB de RAM
- Una cámara Pi V2



- Case Raspberry Pi 4 Modelo B de aleación de aluminio con doble control de temperatura
- Memoria microSD de 64 GB de decima generación

Lo inicial para poder trabajar con la Raspberry es instalar el sistema operativo a la tarjeta microSD, esto para que pueda funcionar la Raspberry. El sistema operativo se descarga de manera gratuita de la página oficial de Raspberry.

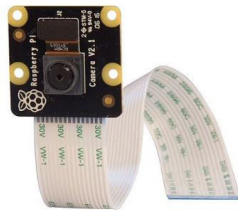
Fig 2. a) Página oficial de Raspberry b) apartado de descarga del sistema operativo.



El sistema operativo que utiliza se llama Raspberry Pi OS antes conocido como Raspbian, este sistema está pensado y diseñado para la Raspberry. Su instalación es muy sencilla se descarga el archivo dependiendo de si se va a instalar desde una computadora con Windows o con Mac OS, una vez descargado se carga a la tarjeta microSD y ya está lista para ponerse en nuestra Raspberry y ser utilizada.

Una vez teniendo el sistema operativo listo lo que hicimos fue el armado de la Raspberry, instalándole todos los aditamentos necesarios. Lo que instalamos primero fue la cámara PI NoIR, esta cámara esta diseñada para la Raspberry lo cual facilita su instalación.

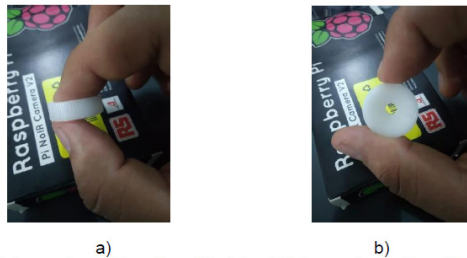
Fig 3. Cama Pi NoIR V2.



Esta cámara se instala en el puerto ya designado de la Raspberry, una vez instalada la cámara en su posición tenemos que calibrarla y habilitarla, para poder calibrarla se necesita una herramienta que viene incluida al comprar la cámara, que se puede apreciar en la Fig 4.

a) b)

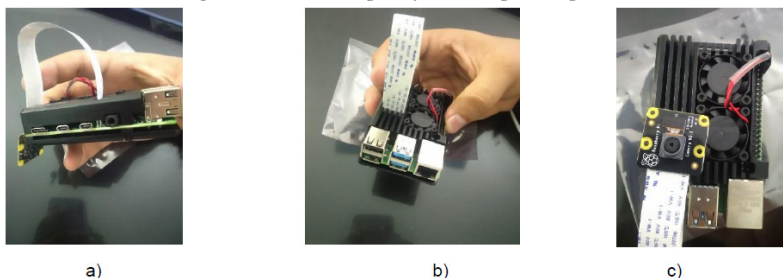
Fig 4. a) herramienta de calibración lateral b) herramienta de calibración frontal.



Esta herramienta se pone en el lente de la cámara y con ayuda de la visualización dese la Raspberry se libra dependiendo de las necesidades que se tengan.

Después colocamos el case disipador de calor junto con los ventiladores, esto para proteger de caídas y también de un sobre calentamiento por usarlo en un periodo largo de tiempo, en la Fig 5 podemos observar cómo queda armado todo el case y la Raspberry completa.

Fig 4. Vistas de la Raspberry armada por completo.



Una vez teniendo armada la Raspberry con su case y su cámara podemos pasar a la parte de la programación en Python para hacer que la cámara tome fotos y las pueda guardar en su memoria para que posteriormente se analicen, para que la cámara pueda funcionar primero se tiene que activar, para activar la cámara se tiene que ingresar a la parte de configuración (Fig 5), después a la opción de configuración de interfaz y por último

Fig 5. Menú de configuración. se activa la cámara (Fig 6).

Fig 6. Configuración de interfaz.

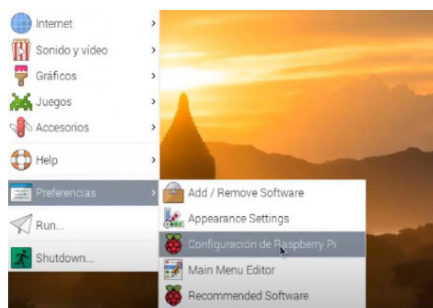


Fig 5. Menú de configuración.

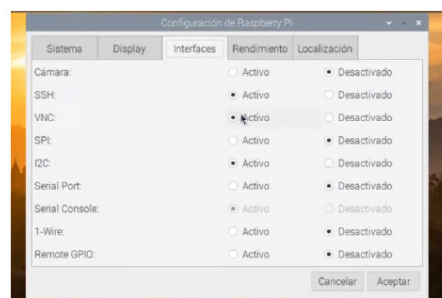


Fig 6. Configuración de interfaz.

Ya con la cámara activada podemos comenzar a programar la Raspberry, como ya lo habíamos mencionado se programa mediante Python. Para comenzar a programar se utilizó el siguiente código para que tomara fotos y las guardara en su memoria interna.

```
from picamera import PiCamera from time import sleep
camara = PiCamera () camara.start_preview()
captura = 1
sleep(5) camara.capture('/home/pi/Pictures/captura%03d.jpg'%captura) camara.stop_preview()
```

La función de este programa es la de activa la cámara en la pantalla por 5 segundos para poder ver como quedara la foto, después de transcurridos esos 5 segundos el programa toma la foto y la guarda con el nombre de "captura001", el nombre cambia dependiendo de las fotos que ya existen.

```

También se propone el siguiente programa.
import picamera
from time import sleep
from RPi import GPIO
button = 17
GPIO.setmode(GPIO.BCM) GPIO.setup(button, GPIO.IN, GPIO.PUD_UP) with picamera.PiCamera() as
camera:
camera.start_preview() frame = 1
while True:
GPIO.wait_for_edge(button, GPIO.FALLING)
sleep(5)
camera.capture('/home/pi/Pictures/frame%03d.jpg' %frame)
frame += 1
camera.stop_preview()

```

La diferencia de este programa con el primero mostrado es que esta toma las fotos cuando se pulsa un botón y las va guardando, a diferencia que en el pasado que al correr el programa solo toma una foto a la vez.

#### IV. RESULTADOS

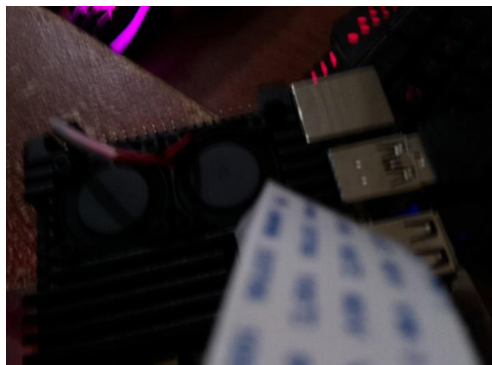
A continuación, se presentan algunas imágenes tomadas con la Raspberry las cuales nos demuestran que tanto como la Raspberry y el programa de captura de imágenes funcionan correctamente y las imágenes ya pueden ser utilizadas para el análisis de imágenes.

a) b)

*Fig 7. a) Imagen ejemplo de la calidad de las fotos tomadas por la Raspberry b) imagen de la previsualización de las imágenes.*



*Fig 8. Imagen de prueba de enfoque de imagen.*



Como podemos observar tanto la Raspberry, la cámara y el programa para la captura de imágenes funcionan de manera correcta.

#### V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el caso de este proyecto se realizó toda la programación de la Raspberry y la programación de la cámara, aunque esto pueda parecer que no representa una gran dificultad, si comprende una parte vital del proyecto de análisis de imágenes ya que sin esta programación sería imposible el llevar a cabo el resto del proyecto. y gracias es toda esta programación nos ayuda a poder detectar cualquier falla que se tenga en un futuro.

En la parte de problemas que nos encontramos en el proceso de realización del proyecto fue la parte de la conexión vía remota entre las Raspberry y la laptop, esta este momento no sabemos cuál sea el problema de porque no se puede realizar la conexión entre estas dos, pero suponemos que tiene que ver un poco con la conexión que la Raspberry tiene con el internet, o también puede ser por la dirección IP que genera y no conecta con el programa y por esto no se puede conectar a la laptop.

#### VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento al tecnológico superior de Purísima del Rincón por su apoyo, y facilidades otorgadas en este verano de la ciencia y al doctor Valentín Calzada Ledesma por el apoyo y confianza en este proyecto.

#### REFERENCIAS

[1]

[2] UPTON, Eben; HALFACREE, Gareth. Raspberry Pi user guide. John Wiley & Sons, 2014.

RICHARDSON, Matt; WALLACE, Shawn. Getting started with raspberry PI. “ O’Reilly Media, Inc.”, 2012.

## DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL INDUSTRIAL SOBRE ARQUITECTURAS EM BEBIDAS PARA EL ANÁLISIS Y DETECCIÓN DE DEFECTOS EN INSUMOS DE CORTE PARA LA INDUSTRIA DEL CUERO Y CALZADO

Carlos Fernando Orozco Solís  
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón  
Blvd. del Valle 2301, Guardarrayas, 36425 Gto.  
*LRS17110263@purisima.tecnm.mx*

Valentín Calzada Ledesma  
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón  
Blvd. del Valle 2301, Guardarrayas, 36425 Gto.  
*valentin.cl@purisima.tecnm.mx*

Resumen — Dentro del proceso de producción de artículos en la industria del cuero y calzado, trabajadores expertos llevan a cabo una etapa de análisis y detección de defectos en los insumos de corte. Esta etapa es crucial para mantener los estándares de calidad en los productos. Para lograr con éxito esta tarea, es imperativa la experiencia laboral, ya que se deben cumplir los tiempos de producción, manteniendo a su vez la calidad. En el presente proyecto, se propone el desarrollo de un sistema de inteligencia artificial industrial capaz de realizar el análisis y detección de defectos en insumos de corte de manera automática; mediante el uso de técnicas de visión artificial.

Palabras clave — Inteligencia Artificial, Visión Artificial, Redes Neuronales Artificiales.

Keywords — Artificial intelligence, Artificial vision, Artificial neural networks.

Abstract — Within the production process of articles in the leather and footwear industry, expert workers carry out a stage of analysis and detection of defects in the cutting supplies. This stage is crucial to maintain quality standards in products. To successfully accomplish this task, work experience is imperative, as production times must be met, while maintaining quality. In this project, the development of an industrial artificial intelligence system capable of automatically analyzing and detecting defects in cutting supplies is proposed; through the use of artificial vision techniques.

## I. INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de la globalización y los avances tecnológicos rumbo a la cuarta revolución industrial, los insumos baratos y la mano de obra ya no constituyen la principal fuente de ventaja competitiva en el sector empresarial, en cambio, el conocimiento y acumulación de capacidades tecnológicas, son factores determinantes para lograr competitividad. Es por eso que resulta inminente la implementación de herramientas tecnológicas novedosas como la inteligencia artificial industrial y el internet de las cosas (IoT por sus siglas en inglés), con el fin de proporcionar sistemas capaces de asistir en la toma de decisiones, agilizar los procesos de producción, reducir costos y maximizar la calidad.

La industria del cuero y calzado está posicionada como una de las industrias más fuertes en México, particularmente en la región del bajo. En ésta se involucran un conjunto de procesos que van desde el diseño, fabricación, distribución, comercialización, y venta de todo tipo de productos fabricados con piel. Previo al proceso de fabricación, las empresas suelen llevar a cabo rondas de clasificación y detección de defectos en los insumos de corte (mayormente cuero y piel), como cicatrices, agujeros o rasguños, que puedan empeorar la apariencia visual de los artículos, esta fase es crucial, ya que de ésta depende la calidad de los productos y su valor monetario final.

En el presente proyecto, se propone el desarrollo de un sistema capaz de realizar el análisis y detección de defectos en insumos de corte de manera automática. Para lograrlo, se obtendrán imágenes de los distintos materiales. Posteriormente, mediante el uso de algoritmos de visión artificial y redes neuronales artificiales, se hará el pre-tratamiento digital, la segmentación y finalmente la detección de dichos defectos. A futuro se pretende realizar la implementación de la metodología sobre arquitecturas embebidas, las cuales son ampliamente utilizadas en sistemas de IoT, debido a su bajo costo, su facilidad de mantenimiento, escalamiento y conectividad a la nube. Todo esto permitirá encaminar el presente proyecto de investigación hacia la aplicación de tecnología en el contexto de la cuarta revolución industrial.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Contexto de la Industria del cuero y calzado en México

En los 80's, la industria del cuero y calzado en México había gozado de la aceptación del mercado nacional, según datos de la Cámara Nacional de la Industria del Calzado (CNIC), se llegó a un nivel histórico máximo de producción, ya que se fabricaron 317 millones de pares de calzado, de los cuales, el 7.5% fue exportado al mercado extranjero (Garza, 2002).

A partir de la apertura comercial iniciada en la década de los 80's, esta industria presentó una transformación importante debido a la dura competencia internacional y al constante deterioro de la capacidad de consumo de la población mexicana. Más tarde, con la devaluación en el año 1994, se mejoraron las relaciones de intercambio de México, al tener precios más competitivos con respecto a los demás competidores, lo cual permitió incrementar las exportaciones (Garza, 2002).

La principal producción de calzado en México se encuentra ubicada geográficamente en tres regiones principales: Guanajuato, Estado de México y Jalisco, con una participación de 40%, 23% y 26%, en el año 1991; para 1999 los porcentajes de participación cambiaron a 52%, 16% y 22% respectivamente, posicionando con creces al estado de Guanajuato como el principal productor en la industria del calzado. Es una industria que importa insumos y maquinaria en cantidades importantes, y a su vez utiliza mano de obra calificada (Garza, 2002).

### B. Insumos de corte

Cuero: La piel de animal curtida se llama cuero. Proviene de una capa de tejido que recubre a los animales y que tiene propiedades de resistencia y flexibilidad adecuadas para su posterior manipulación. Se separa la capa de piel del cuerpo de los animales, se retira el pelo o la lana, excepto en los casos en los que se desee conservar



esta cobertura pilosa en el resultado final, y posteriormente se somete a un proceso de curtido. El cuero se utiliza como materia prima para la elaboración de productos como bolsas, carteras o zapatos.

**Piel (indumentaria):** La piel proviene de animales pilíferos, ésta se trata en las curtidurías, para preservar el cabello natural, haciéndolo impermeable y resistente. Las especies más utilizadas para las pieles son las de vaca, oveja, cabra, caballo y camello. En las curtidurías, las pieles de animales se industrializan para ser utilizadas por hombres y mujeres en prendas de vestir, accesorios, automóviles, hogares, yates y aviones. Se considera un artículo de lujo por su costo y exclusividad. En algunas sociedades, la industria peletera sigue considerándose como artesanía tradicional, e incluso puede utilizarse en la industria turística, como souvenirs.

### C. Inteligencia artificial industrial

A diferencia de la inteligencia artificial general, que es una disciplina de investigación de frontera para la construcción de sistemas computarizados que realizan tareas que requieren inteligencia humana, la inteligencia artificial industrial se preocupa más por aplicar tales tecnologías para abordar los puntos débiles industriales para crear valor para el cliente, mejorando la productividad, reduciendo costos y optimizando los procesos (Lee, Davari, Singh, & Pandhare, 2018).

La automatización es uno de los aspectos principales en las aplicaciones de IA industrial (Lee, Davari, Singh, & Pandhare, 2018). Las tecnologías de IA aumentan el rendimiento y amplían las capacidades de las aplicaciones de IA convencionales. Un ejemplo son los robots colaborativos, los cuales pueden aprender el movimiento y la trayectoria demostrados por operadores humanos al realizar una tarea.

En general, existen cuatro desafíos principales en la realización de IA industrial: datos, velocidad, fidelidad e interpretabilidad (Lee, Davari, Singh, & Pandhare, 2018).

Actualmente, los sistemas de ingeniería generan una gran cantidad de datos o entorno de Big data. A pesar de que los datos de la industria suelen estar estructurados, suelen ser de baja calidad.

Las aplicaciones de IA deben realizarse en tiempo real para poder detectar anomalías de inmediato y evitar desperdicios y otras consecuencias. Las soluciones basadas en la nube pueden ser potentes y rápidas, pero aún no cumplen con ciertos requisitos de eficiencia informática.

Las aplicaciones de IA industrial suelen abordar problemas críticos relacionados con la seguridad, la confiabilidad y las operaciones. Cualquier falla en las predicciones podría tener un impacto económico y/o de seguridad negativo en los usuarios y disuadirlos de confiar en los sistemas de inteligencia artificial (Lee, Davari, Singh, & Pandhare, 2018).

Además de la precisión de la predicción y la fidelidad del rendimiento, los sistemas de IA industriales también deben ir más allá de los resultados de la predicción y proporcionar un análisis de la causa raíz de las anomalías, lo cual exige un alto conocimiento y especialización del problema a tratar.

### D. Visión artificial

La visión artificial, también conocida como visión por computadora, es una disciplina científica que incluye métodos para adquirir, procesar, analizar y comprender las imágenes del mundo real con el fin de producir información numérica o simbólica para que puedan ser tratados por una computadora. Tal y como los humanos usamos nuestros ojos y cerebros para comprender el mundo que nos rodea, la visión artificial trata de producir el mismo efecto para que las computadoras puedan percibir y comprender una imagen o secuencia de imágenes y actuar según convenga en una determinada situación. Esta comprensión se consigue gracias a distintos campos como la geometría, la estadística, la física y otras disciplinas (Szeliski, 2017).

Para resolver un problema de visión artificial usualmente son necesarios tres componentes:

- Un modelo computacional que relacione matemáticamente los datos visuales con los conocidos en el entorno.
- Un algoritmo de aprendizaje que permita ajustar los parámetros del modelo computacional utilizando ejem-



plos de entrenamiento.

- Un algoritmo de inferencia que tome una nueva observación y use el modelo para resolverlo.

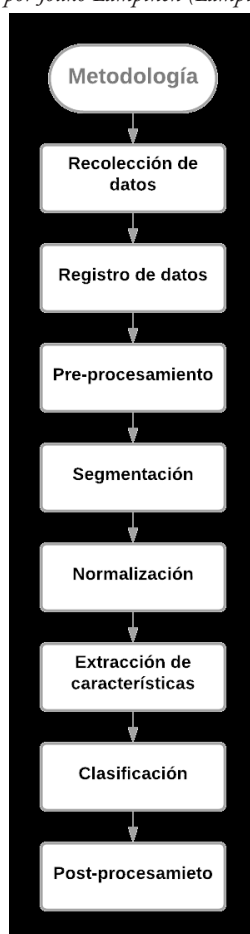
#### E. Detección de anomalías en imágenes

La detección de estructuras anómalas en imágenes es una tarea de suma importancia en el campo de la visión artificial y los procesos de producción. Consiste en identificar y segmentar el cambio estructural presentado en un material (Szeliski, 2017).

Este tipo de tareas implican la combinación de diversos algoritmos de procesamiento de imágenes y aprendizaje máquina. Actualmente, no existe un algoritmo universal que pueda realizar esta tarea con éxito para cualquier tipo de material y todos los tipos de cambio estructural, sin embargo, en el estado del arte se han realizado diversas propuestas que funcionan bajo ciertas condiciones específicas. Entre los métodos más populares se encuentran (Bergmann, Fauser, Sattlegger, & Steger, 2019).

### III. METODOLOGÍA

Fig. 1. Metodología propuesta por Jouko Lampinen (Lampinen, Laaksonen, & Oja, 1997).



Existen diversos modelos para la creación de sistemas de visión por computadora, los cuales a su vez se basan los sistemas de reconocimiento de patrones. La metodología empleada en el presente proyecto se basa en el sistema propuesto por Jouko Lampinen, 1997, para la construcción de un sistema de reconocimiento de patrones, a continuación, se detallan las etapas.

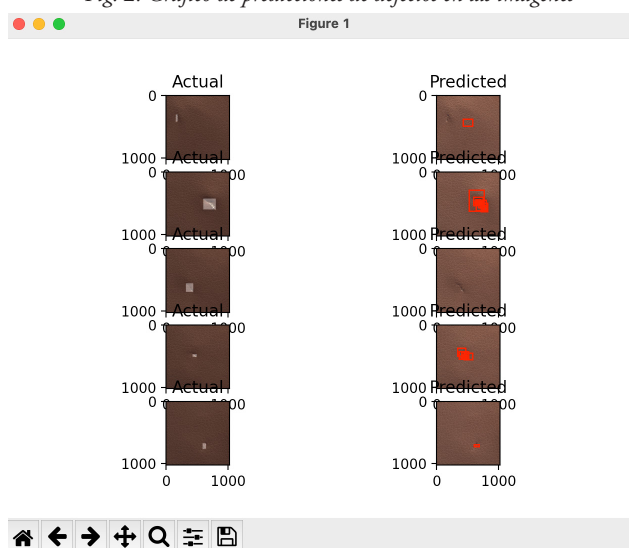
- **Recolección de datos:** En esta etapa, se realizará la captura de imágenes de materiales de corte, a través del uso de un sistema de adquisición de imágenes, el cual constará de una cámara conectada a la arquitectura embebida. Durante esta etapa es importante realizar una correcta configuración del sistema de captura, aquí se identifican las variables críticas, considerando a su vez las condiciones externas al sistema, como la iluminación, la humedad, y todos aquellos factores que puedan alterar el proceso de recolección de datos. Este proceso es importante, ya que de esto dependerá obtener imágenes de alta calidad útiles para el proceso de detección de defectos en los materiales.
- **Registro de datos:** Una vez realizado el proceso de recolección de imágenes, se debe de entrar a un proceso de organización de la información. En esta etapa se crearán/registrarán los conjuntos de datos experimentales, con los cuales se realizará la experimentación necesaria para construir un sistema de detección de defectos confiable. Cada conjunto de datos estará conformado por un grupo de imágenes previamente examinadas.
- **Pre-procesamiento:** En esta etapa se realizará un pre-tratamiento digital a las imágenes, con el fin de eliminar ruido o cualquier distorsión que afecte la calidad de estas. Sin embargo, este proceso depende fuertemente del proceso de recolección de datos, ya que a mayor calidad menos pre-procesamiento será requerido, lo cual se traduce a menor costo computacional, lo cual es deseable cuando se trabaja con arquitecturas embebidas.
- **Segmentación:** Posterior a la etapa de pre-tratamiento, se debe acotar/segmentar la región de interés en donde se realizará el análisis correspondiente, esto usualmente se puede realizar mediante un proceso de delimitación de bordes, sin embargo, dependiendo del tipo de imágenes, se debe seleccionar el algoritmo adecuado para realizar la segmentación. Esta etapa es una de las más complicadas, debido a que todas las imágenes pueden presentar características diferentes.
- **Normalización:** Esta etapa consiste en aplicar diversos métodos matemáticos para minimizar la variación de las imágenes, proporcionando un mejor marco de referencia para realizar el proceso de extracción de características.
- **Extracción de características:** En esta etapa, las imágenes previamente normalizadas, entrarán a un proceso de extracción de la información útil, capaz de representar matemáticamente, usualmente de manera vectorial, lo que se visualiza en las imágenes, todo con el fin de obtener una representación compacta y robusta de las imágenes. En el estado del arte existen un sinnúmero de algoritmos de extracción de características en imágenes, y encontrar una herramienta ad-hoc a un conjunto de imágenes específico es de suma dificultad. Es por eso que esta etapa involucrará todo un proceso de investigación documental, desarrollo y experimentación para determinar las herramientas adecuadas para llevar a cabo la extracción de características que puedan representar eficazmente los defectos en los materiales de corte.
- **Clasificación:** Usualmente las representaciones vectoriales obtenidas entran a un proceso de clasificación, aquí es en donde un algoritmo de clasificación es capaz de asociar un vector característico que representa a una imagen, hacia un conjunto de vectores con características similares. En el presente proyecto, los algoritmos de clasificación se emplearán para determinar si lo que se está observando es o no un defecto en el material de corte. Al igual que en la etapa anterior, esta etapa involucrará todo un proceso de investigación documental, desarrollo y experimentación para determinar el correcto clasificador. Ya que no todos los algoritmos de clasificación pueden funcionar de manera adecuada para todos los problemas del universo de reconocimiento de patrones.
- **Post-procesamiento:** Finalmente, en esta etapa se realizará un post-procesamiento de los resultados con el fin de obtener estadísticos para medir el rendimiento final del sistema de inteligencia artificial completo. De esta manera será posible retroalimentar y realizar las modificaciones pertinentes al sistema.

#### IV. RESULTADOS

Para obtener la exactitud con la que el sistema basado en una red neuronal artificial, detecta los diferentes tipos de defectos en los insumos de corte, se realizaron experimentos de prueba bajo un enfoque empírico, obteniendo 12% de precisión promedio, este porcentaje es bajo y se debe a que para el entrenamiento de la red neuronal artificial se utilizó un Dataset de Defectos Textiles que contiene 5 categorías (tipos de defectos) y por cada categoría se tienen entre 12 y 17 imágenes. Para obtener mejores resultados es necesario tener mínimo 100 imágenes por tipo de defecto.

Además, de obtener la exactitud del sistema se realizó una prueba de predicción de como el sistema detecta los defectos de 5 imágenes. Esto se puede observar en la Figura 2, donde el lado izquierdo se muestran las imágenes con el defecto señalado de manera manual y del lado derecho se muestran las imágenes con el defecto señalado por el sistema.

Fig. 2. Gráfico de predicciones de defectos en las imágenes



Como se puede observar en la figura anterior, el porcentaje tan bajo en la exactitud se debe a que, aunque el sistema se acerca y señala los defectos, detecta más de uno en el mismo sitio o cercano a esté.

#### V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este proyecto se propuso y realizó la implementación de un sistema de inteligencia artificial industrial basado en redes neuronales artificiales para el análisis y detección de defectos en insumos de corte.

Los resultados obtenidos no fueron los mejores, pero con un poco más de tiempo y un Dataset con mayor número de imágenes se puede entrenar mejor al sistema lo que aumentara su exactitud de detección de los defectos en insumos de corte. Cabe mencionar que el desarrollo de un sistema de este tipo demanda una gran cantidad de hardware los tiempos de entrenamiento son muy elevados llegando incluso a las 8 horas, por lo que recomendaría en lo posible contratar algún servicio de cloud computing o gestionar la creación de un laboratorio de supercómputo en el tecnológico, solo para realizar ahí el entrenamiento del sistema.

#### VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico de Purísima del Rincón por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de este proyecto. Asimismo, quiero agradecer al Doctor Valentín Calzada Ledesma por su acercamiento y asesoramiento ya que sin esté no hubiera sido posible la terminación de este proyecto.

**REFERENCIAS**

- [1] E. Garza, «Análisis de la industria del cuero y calzado en México y en la Unión Europea.» Entorno económico, pp. 5-9, 2002.
- [2] J. Lee, H. Davari, J. Singh y V. Pandhare, «Industrial Artificial Intelligence for industry 4.0-based manufacturing systems,» *Manufacturing letters*, pp. 20-23, 2018.
- [3] R. Szeliski, *Computer vision: algorithms and applications*, Springer Science & Business Media, 2017.
- [4] P. Bergmann, M. Fauser, D. Sattlegger y C. Steger, «MVTec AD--A Comprehensive Real-World Dataset for Unsupervised Anomaly Detection,» In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 9592-9600, 2019.
- [5] J. Lampinen, J. Laaksonen y E. Oja, «Neural network systems, techniques and applications in pattern recognition,» Helsinki University of Technology, 1997.

**Bibliografía**

- Lampinen, J., Laaksonen, J., & Oja, E. (1997). *Neural network systems, techniques and applications in pattern recognition*. Helsinki University of Technology.
- Lee, J., Davari, H., Singh, J., & Pandhare, V. (2018). *Industrial Artificial Intelligence for industry 4.0-based manufacturing systems*. *Manufacturing letters*, 20-23.
- Bergmann, P., Fauser, M., Sattlegger, D., & Steger, C. (2019). *MVTec AD--A Comprehensive Real-World Dataset for Unsupervised Anomaly Detection*. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 9592-9600.
- Garza, E. (2002). *Análisis de la industria del cuero y calzado en México y en la Unión Europea*. Entorno económico, 5-9.
- Szeliski, R. (2017). *Computer vision: algorithms and applications*. Springer Science & Business Media.

# SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD PARA MANUFACTURA BASADO EN VISIÓN COMPUTACIONAL

Isaac Alcocer Contreras

Tecnológico Nacional de México, TecNM Campus Monclova

Carretera 57 km 4.5 col. Los 90 s C.P.25733, Monclova, Coahuila

*C17131189@monclova.tecnm.mx*

Gerardo Trejo Caballero

Tecnológico Nacional de México, TecNM Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, ITESI

Carretera Irapuato - Silao km 12.5, El Copal C.P.36821, Irapuato, Guanajuato

*gerardo.tc@irapuato.tecnm.mx*

Resumen — En este trabajo se presenta un sistema de visión para el control de calidad de piezas de manufactura basado en la extracción de características. El sistema desarrollado consiste de un pre-procesamiento de la imagen, una posterior segmentación y finalmente de un extractor de características. En el pre-procesamiento, primero se transforma la imagen del espacio de color RGB a escala de grises y enseguida se binariza mediante un método de umbralización global para posteriormente ser filtrada mediante morfología matemática a fin de eliminar el ruido. Enseguida, se realiza la segmentación de la imagen binaria mediante un algoritmo de identificación de regiones para finalmente realizar la extracción de las características geométricas de cada una de las regiones identificadas. El sistema se ha implementado bajo el entorno de desarrollo de Matlab® y ha sido integrado a una interfaz gráfica de usuario (GUI). Las pruebas realizadas sugieren la viabilidad y factibilidad del sistema.

Palabras clave — procesamiento de imágenes, extracción de características, control de calidad.

Abstract — This paper presents a vision system for quality control of manufacturing parts based on feature extraction. The developed system consists of an image pre-processing, a subsequent segmentation and finally a feature extractor. In the pre-processing, the image is first transformed from the RGB color space to grayscale and then binarized using a global thresholding method to later be filtered using mathematical morphology to remove noise. Right away, the binary image is segmented using a region identification algorithm to finally extract the geometric characteristics of each of the identified regions. The system has been implemented under the Matlab® development environment and has been integrated to a graphical user interface. The tests performed suggest the viability and feasibility of the system.

Keywords — image processing, feature extraction, quality control.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la demanda de nuevos productos y la calidad de los mismos va en aumento, para responder a este problema la industria de la manufactura debe diseñar nuevos métodos que permitan garantizar la calidad del producto y satisfacer la demanda del mercado al menor precio y esfuerzo posible. Debido a esto, las empresas de manufactura están en constante cambio y constantemente exploran nuevas técnicas, metodologías y/o tecnologías que puedan ofrecer los resultados deseados.

En los años recientes, dentro de las nuevas tecnologías que se exploran en la industria para el manejo de la información digital encontramos a aquellas basadas en el procesamiento de imágenes que dan origen a los sistemas de visión computacional [1, 2]. Dichas tecnologías han sido empleadas con éxito en tareas como el control de decisiones de robots o en la clasificación de productos [2]. Entre las ventajas de estos sistemas se destacan los muy bajos índices de error que presentan, la posibilidad de operar 24/7 y además, la posibilidad de ser reprogramados, lo que conlleva un tiempo estimado de obsolescencia mucho mayor al de los sistemas tradicionales.

Cualquier sistema de visión, independientemente de la aplicación del mismo, está fundamentado en métodos o algoritmos de procesamiento digital de imágenes, mismos que están diseñados con el objetivo de analizar, mejorar, restaurar o comprimir imágenes digitales a fin de facilitar alguna tarea o proceso siguiente. Entre las principales aplicaciones de los sistemas de visión se encuentran las tareas de reconocimiento e identificación de objetos mediante la extracción de sus características [3], que bajo condiciones de operación controladas, resultan ser realizadas de forma más rápida y fiable, identificando las características indeseables de mejor forma que cualquier otro sistema, incluyendo los basados en seres humanos.

En el presente trabajo se exhibe un sistema de visión computacional orientado al control de la calidad de piezas de manufactura. El sistema desarrollado consiste de cuatro etapas: la primera de pre-procesamiento de la imagen, la segunda de segmentación, la tercera de extracción de características y finalmente una etapa de clasificación. El sistema se ha implementado bajo el entorno de desarrollo de Matlab® y ha sido integrado a una interfaz gráfica de usuario (GUI por sus siglas en inglés).

## II. METODOLOGÍA

El diagrama de bloques del sistema de control de calidad para manufactura propuesto se ilustra en la Fig. 1. El sistema recibe como entrada una imagen digital la cual debe ser adquirida bajo condiciones controladas de operación, principalmente las asociadas a la iluminación, el espacio de trabajo y mediante un dispositivo de captura calibrado (parámetros intrínsecos y extrínsecos conocidos) y devuelve una clasificación asociada al cumplimiento o no de los parámetros de calidad solicitados para cada una de las piezas presentes en la imagen de entrada.

*Fig. 1. Diagrama de bloques del sistema de control de calidad para piezas de manufactura propuesto.*



A continuación se describe la forma en que fueron implementadas cada una de las cuatro etapas que conforman el sistema de visión propuesto:

Pre-procesamiento



En esta primera etapa, con el objetivo de disminuir la dimensionalidad de los datos a procesar, se convierte la imagen de entrada de color (adquirida bajo condiciones controladas) a una imagen en escala de grises [3]. Lo anterior se realiza mediante el cálculo de la suma ponderada de las componentes de color, tal y como se describe enseguida:

$$I=0.2989 R + 0.5870 G + 0.1140 B \quad (1)$$

donde R, G y B son los valores de las componentes de color roja, verde y azul (Red, Green, Blue) de la imagen de entrada respectivamente e I es la imagen en escala de grises.

A continuación, la imagen en escala de grises es binarizada mediante un método de umbralización global con el objetivo de que la imagen binaria resultante represente solamente la(s) pieza(s) bajo análisis, representando en color blanco la(s) pieza(s) de interés y en negro el fondo. Para conseguir dicha imagen se hizo uso del método de Otsu [2], el cual trabaja con los valores de intensidad del histograma y un umbral determinado mediante la minimización de la varianza entre las clases.

Debido a que la imagen binaria obtenida por el método de Otsu puede contener ruido (pequeñas regiones no asociadas a piezas), se hace uso de un filtro basado en operaciones morfológicas con el objetivo de eliminar dicho ruido. Las operaciones morfológicas son una herramienta eficaz para la extracción de componentes de la imagen, útiles en la representación y descripción de la forma de la región como los son las operaciones que buscan límites, esqueletos, el adelgazamiento y el filtrado de figuras, entre otros.

El filtrado morfológico implementado se llevó a cabo mediante el empleo de la función `bwareaopen()` del entorno de Matlab® [4]. Esta función eliminará cualquier componente que no pertenezca a las piezas que analizaremos, brindándonos de una imagen binaria libre de ruido que facilitará los procesamientos de las etapas siguientes (segmentación y extracción de características).

#### Segmentación

Con el objetivo de identificar y clasificar cada de las regiones presentes en la imagen binaria, se realiza una segmentación basada en la función `bwlabel()`. La función recibe como entrada una imagen binaria y devuelve una imagen en la cual los conjuntos de píxeles de cada región (componente) tendrán un valor único que los identificará de otras regiones y resultará indispensable para la extracción de las características de cada una de las piezas presentes en la imagen.

#### Extracción de características

Las características geométricas calculadas a partir de la imagen binaria con etiquetas son: área, orientación y perímetro, calculadas por medio de la función `regionprops()`, misma que devuelve los resultados a través de una variable de tipo estructura.

También se calcula el número de orificios de cada pieza siguiendo los siguientes pasos: i) se selecciona la pieza que se analizará desde la imagen binaria con etiquetas, ii) se calcula el negativo de dicha imagen binaria, y iii) se calcula el número de elementos presentes en la imagen y finalmente se le resta 1 (debido a que el fondo de la imagen se contabiliza como otra región).

#### Clasificación

En la etapa final, el sistema clasifica a cada una de las piezas identificadas en función de las características calculadas en la etapa anterior y de si ellas cumplen con los parámetros de calidad preestablecidos y que están asociados a las características extraídas por el sistema de forma tal que, si las características de una pieza se encuentran dentro de los márgenes de tolerancia aceptables, se clasifica como “Aceptada”, en caso contrario, la pieza resulta clasificada como “Rechazada”.

### III. RESULTADOS

Fig. 2. Se muestran: a) imagen en escala de grises, b) imagen binaria, c) imagen binaria filtrada y d) representación de imagen binaria con etiquetas.

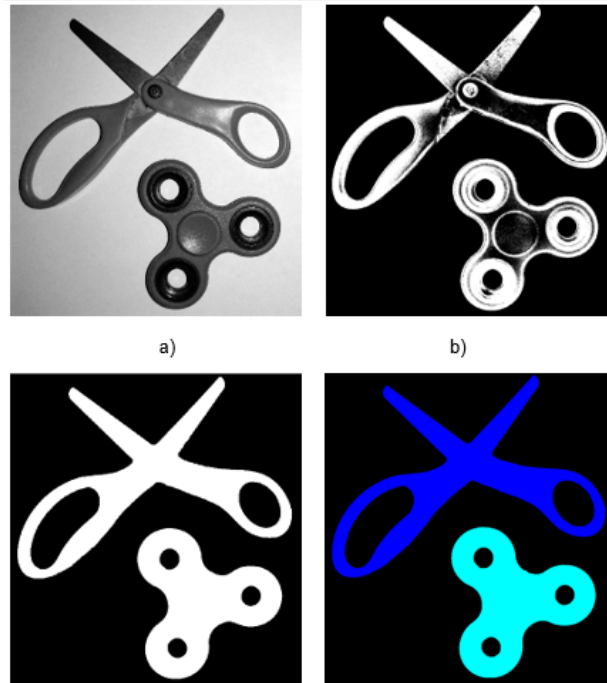


Fig. 3. Se muestran las pantallas de: a) inicio, b) procesamiento, y c) resultados de la GUI del sistema de visión desarrollado.



Se han realizado diversas pruebas para validar el sistema descrito, en ellas se han empleado imágenes sintéticas (artificiales) e imágenes reales. La Fig. 2 muestra los resultados obtenidos por cada uno de los procesamientos efectuados en la etapa de pre-procesamiento: conversión de la imagen de entrada de color a escala de grises, binarización

mediante el Algoritmo de Otsu, filtrado morfológico y una representación de la imagen binaria con etiquetas en la que a cada etiqueta identificada se le asignó un color para fines ilustrativos.

La GUI desarrollada para el sistema de visión se puede apreciar en la Fig. 3, en a) se muestra la pantalla Principal, en b) se muestra la pantalla de Procesamiento y en c) se muestra la pantalla de Resultados. Se han incluido en la pantalla de Procesamiento algunas opciones para que el usuario pueda seleccionar parámetros de operación que le permitan obtener resultados diferentes a los obtenidos con la configuración por defecto. La pantalla de Resultados despliega los valores calculados para cada una de las características geométricas de las diferentes piezas presentes en la imagen de entrada y la clasificación determinada según corresponda: aceptada o rechazada.

#### IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como se aprecia en la Fig. 2, la imagen binaria obtenida mediante la aplicación del método de Otsu (2b) presenta varias regiones que se consideran como ruido, es decir píxeles negros sobre la región de las piezas. Debido a estas circunstancias, la identificación de piezas que se realiza en la siguiente etapa (segmentación) presentaba muchos errores. Para eliminar los falsos positivos, se agregó el filtro morfológico, obteniendo resultados muy satisfactorios, tal y como se puede apreciar en la misma figura (2c). Por lo anterior, el filtrado morfológico resulta ser un paso crucial en el sistema, ya que la identificación y etiquetado de regiones, correspondiente a las piezas presentes en la imagen de entrada es exitoso siempre y cuando se cuente con una imagen binaria sin ruido.

Una “representación” de la identificación y etiquetado (segmentación) que se realiza sobre la imagen binaria se muestra en la Fig. 2d, en la que a cada región o pieza identificada se le ha asignado un color diferente para fines ilustrativos.

Si bien las pruebas realizadas sobre imágenes sintéticas arrojan resultados muy buenos, cuando se trata de imágenes reales, se presentan variaciones atribuibles a las condiciones bajo las cuales se realizó la adquisición de las imágenes.

#### V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se pudo comprobar que la iluminación es el principal factor a considerar cuando se trata de un sistema de visión, por lo que es ampliamente recomendable que el sistema sea implementado bajo condiciones controladas. Cabe señalar que en el presente proyecto no se enfocó a la adquisición de imágenes, ni a la calibración del dispositivo de captura, por lo que las características obtenidas están en unidades asociadas al plano imagen. Por lo anterior, la determinación de parámetros como exactitud, precisión y sensibilidad del sistema serán función del dispositivo de captura, es decir de la correcta determinación de sus parámetros intrínsecos y extrínsecos (calibración).

#### VI. AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al ITS Campus Monclova al ser la institución organizadora del verano regional y por haber hecho posible mi estancia en el mismo, también agradezco la guía y el apoyo del Ing. Gerardo Trejo durante mi estancia en el verano.

#### REFERENCIAS

- M. Sonka, Image processing analysis, and machine vision, Ed. Thomson Learning, 2007.
- J. R. Parker, Algorithms for Image Processing and Computer Vision, 2ª Ed. USA: Wiley, 2010.
- R.C. Gonzalez and R.E. Woods, Digital Image Processing, 4th ed. New York: Pearson Education Limited, 2018.
- Image Processing Toolbox Reference, Appl. Note R2021a, pp 1 - 3270.

## SÍNTESIS DE ESPONJAS MAGNÉTICAS DE CONCRETO POLIMÉRICO CON NANOPARTÍCULAS MAGNÉTICAS

Felix Fernando Ramírez Diosdado

Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

Carretera Irapuato-Silao k.m. 12.5, C.P. 36821, Irapuato, Gto.

*felixfer95@hotmail.com*

Javier Gustavo Cabal Velarde Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

Carretera Irapuato-Silao k.m. 12.5,

C.P. 36821, Irapuato, Gto.

*javier.cv@irapuato.tecnm.mx*

Resumen — En este proyecto se evaluó el desempeño de materiales que contribuyen a la separación de aceites en agua contaminada. La fabricación de estos materiales se centra en el desarrollo de esponjas de silicona polimérica y espuma de poliuretano con diluyentes caseros como aceite 3 en 1 (aceite de usos múltiples), aceite de motor y aceite quemado de motor, NaCl de grano y absorbentes de humedad en su estructura, así como materiales de refuerzo como el cemento y nanopartículas de magnetita, dichas pruebas de polimerización se llevan a cabo con la ayuda de un catalizador. Los resultados obtenidos se compararon con una matriz sin diluyentes caseros, esto con la finalidad de la remoción de contaminantes del agua.

Palabras clave — Magnetismo, nanopartículas, compósitos.

Abstract — In this work, the performance of materials that contribute to the separation of oils from contaminated water is evaluated. The fabrication of this materials its centered in the developing of polymeric silicone sponges and polyurethane foam using household diluents such as 3-in-one oil (multi-purpose oil), motor oil and burnt motor oil, grain salt and moisture absorbers in its structure, as well as reinforcement materials, for instance, cement and magnetite nanoparticles, said polymerization tests are performed using a catalyst. The results obtained were compared with a matrix without household diluents, this in order to remove contaminants from water.

Keywords — Magnetism, nanoparticles, composites.

## I. INTRODUCCIÓN

Los materiales magnéticos nanoestructurados ofrecen propiedades novedosas que están revolucionando la tecnología de las aplicaciones magnéticas. Este tipo de material está constituido por partículas magnéticas de tamaño nanométrico (1 a 100 nm) inmersas en una matriz de un material no magnético. La motivación fundamental para su síntesis y estudio es el cambio dramático en sus propiedades magnéticas derivado de las dimensiones nanométricas de los constituyentes magnéticos y la relación área superficial contra volumen existente [1].

Este proyecto se planteó a partir de la idea de contribuir con la conservación del medio ambiente, es por ello que se busca la separación de aceites en agua contaminada, ya que en las últimas décadas la contaminación de los cuerpos de agua ha ido en aumento, sin embargo, también ha incrementado la conciencia sobre la sobreexplotación de los combustibles fósiles y la voluntad de prevenir daños al medio ambiente.

La contaminación de aguas con productos aceitosos produce la escasez de agua potable en regiones pobladas, incluso en regiones donde actualmente se considera abundante, y se prevé que la falta de agua potable será un problema generalizado en todo el mundo en las próximas décadas. En este sentido, para atender dicha problemática se necesitarán de materiales y técnicas avanzadas que separen de manera eficiente las diversas mezclas de agua y aceite [2,3].

Actualmente se empieza a vislumbrar la utilización de nanomateriales o materiales nano-estructurados en aplicaciones de separación de materiales contaminantes, en este caso, de compuestos oleofílicos. La ventaja de la utilización de materiales nanoestructurados radica en su gran área superficial, con lo que es posible la adherencia del material oleofílico en las superficies de las nanopartículas, sin embargo, aunque el material oleofílico pueda ser exitosamente adherido a las nanopartículas, aún queda pendiente el mecanismo de extracción y su posterior recuperación.

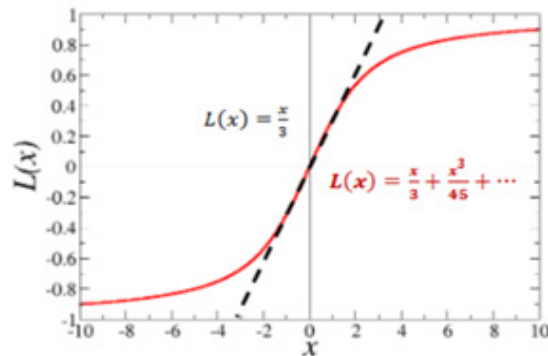
En los últimos años se han realizado progresos en el desarrollo de nanomateriales para la separación de selectiva del compuesto oleofílicos del agua, además, también se han desarrollado novedosos materiales, tal como lo son los hidrogeles [4-5], las esponjas [6- 8], nano alambres [9,10], nanopartículas [8-10]. En este sentido, adquiere particular interés los nanocompósitos que presentan propiedades magnéticas, ya que el componente magnético permite la recuperación de los nanomateriales una manera sencilla y, consecuentemente la extracción del material contaminante.

## II. MARCO TEÓRICO

Los polímeros son un tipo particular de macromolécula, que se caracteriza por tener una unidad que se repite a lo largo de la molécula. Las pequeñas moléculas que se combinan entre si mediante un proceso químico, llamado reacción de polimerización, para formar el polímero se denominan monómeros. La unión de todas estas pequeñas moléculas da lugar a una estructura de constitución repetitiva en el polímero y la unidad que se repite regularmente a lo largo de toda la molécula, se conoce con el nombre de unidad constitucional repetitiva (ucr) o unidad monomérica. [11]

Las pequeñas partículas de magnetita de tamaño nanométrico son superparamagnéticas debido a la relajación rápida, que debe ser detectado. Debido a las diversas alineaciones de estos pequeños imanes y dependiendo de varios otros parámetros, se decide un parámetro de histéresis importante como el campo coercitivo (es decir, el campo necesario para desmagnetizarlo) que da una idea y una indicación importante para muchas aplicaciones. Las nanopartículas de magnetita con diámetros menores a 30 nm exhiben un comportamiento superparamagnético, es decir, la curva de magnetización no presenta una curva de histéresis, lo cual significa que, en ausencia de un campo magnético externo, estas partículas tienen magnetización cero y menos tendencia a aglomerarse. [12]

Fig. 1. Función de Langevin que describe el para o superparamagnetismo clásico. La recta de color negro es la aproximación a campos bajos o temperaturas altas  $x \ll 1$ .



Los Compósitos magnéticos se comportan como un material magnético blando y presenta cambios en la variación de la fuerza coercitiva, tanto con el incremento de temperatura como con la variación de porcentaje de volumen de magnetita en la matriz polimérica. El material fabricado puede ser utilizado en aplicaciones donde el compuesto debe ser fácilmente detectable. [13]

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se llevó a cabo una investigación de enfoque cualitativo, centrada en el diseño de formulaciones de nanopartículas de magnetita, silicón, espuma de poliuretano, diluyentes y catalizador, así como la evaluación de sus propiedades mecánicas, magnéticas y adherencia, para identificar su potencial para la fabricación de esponjas magnéticas en una matriz de concreto polimérico para el tratamiento de aguas residuales. Para lo cual se desarrollaron las siguientes actividades:

Preparación de blanco:

Se realizaron a partir de 55g de monómero de silicón y 35g de diluyente, posteriormente fueron mezclados, se añadieron diversas concentraciones de catalizador a cada una de las formulaciones. Observándose que la muestra polimerizada con mejores propiedades fue la de 5.5% de catalizador.

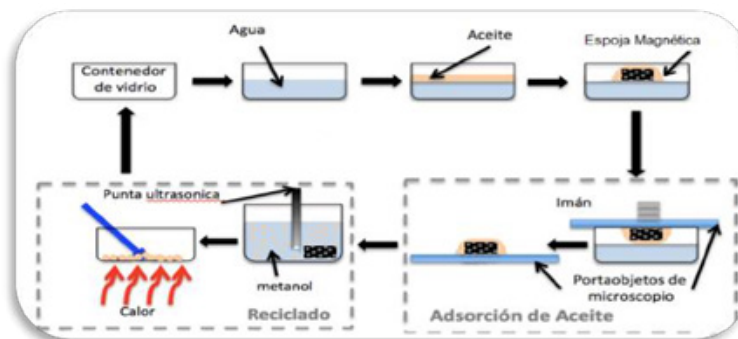
Elaboración de las esponjas:

Así como también se realizó un estudio sistemático del diluyente con cuatro variantes que presentan diferentes densidades como son el diluyente comercial del silicón, aceite 3 en 1, aceite de motor y aceite de motor quemado. Posteriormente se realizaron la adición del tercer y cuarto elemento de dureza son cemento y nanopartículas de magnetita respectivamente, para la elaboración de las porosidades del polímero con cemento y nanopartículas de magnetita se añadió a tres diferentes porcentajes de 50, 100 y 200% de NaCl, absorbentes de humedad como material de sacrificio con el que generan las porosidades de las esponjas magnéticas.

Para la elaboración de las esponjas de poliuretano se utilizó una mezcla del 50% polioliol y 50% de isocianato, con la adición de un tercer y cuarto elemento de cemento y nanopartículas de magnetita al 10% respectivamente. Posteriormente se realizó una mezcla mecánica para obtener una mezcla homogénea de los elementos, dando como resultado una reacción exotérmica y generando la expansión uniforme de la mezcla formando una esponja con porosidad uniforme, sin la necesidad de un material de sacrificio. Para la caracterización de remoción de sustancias oleofílicas en aguas residuales se realizó la siguiente metodología como se muestra en la Figura 2.



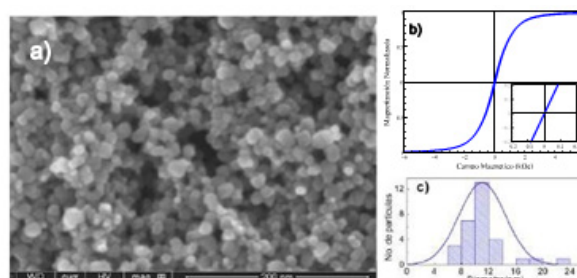
Fig. 2. Procedimiento experimental para la remoción de las sustancias oleofílicas en agua contaminada.



#### IV. RESULTADOS

Con la finalidad de verificar la eficiencia de las esponjas silicón-magnetita realizadas, se aplicó la técnica de caracterización de microscopía electrónica de barrido (MEB) a las nanopartículas de magnetita para observar sus morfologías y tamaños de partícula. En la Figura 3a se observa la imagen de microscopía electrónica de barrido de las nanopartículas de magnetita, en la figura 3b mediante un magnetómetro de fuerza vibrante se obtuvo la caracterización de sus propiedades magnéticas como se muestra en la curva de histéresis que muestra su superparamagnetismo y en la Figura 3c se muestra el histograma correspondiente al tamaño de partícula.

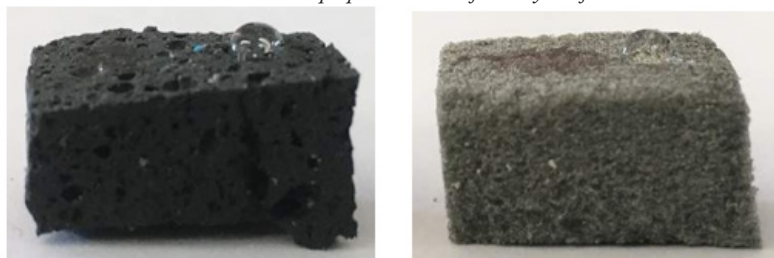
Fig. 3. a) Imagen de microscopía electrónica de barrido de las nanopartículas de magnetita y b) Ciclo de histéresis y c) histograma de distribución del tamaño de partícula.



Se obtuvieron dos muestras, una empleando silicón y la otra espuma de poliuretano. En la Figura 4 se observan las muestras de esponjas magnéticas a las cuales se les aplicó una gota de agua a la derecha y una de aceite a la izquierda, esto se realizó en ambas esponjas.

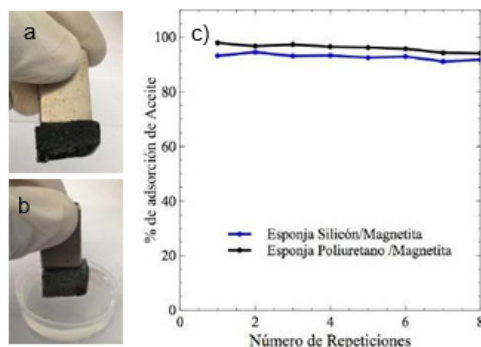
Como se aprecia en la imagen, la gota de agua se mantiene en la superficie de la esponja mientras que la gota de aceite es absorbida, esto comprueba que estas estructuras poseen propiedades hidrofóbicas y oleofílicas.

Fig. 4 a) esponja magnética de silicón/ $Fe_3O_4$  con propiedades hidrofóbicas y oleofílicas sobre la esponja magnética b) esponja de poliuretano con nano partículas de  $Fe_3O_4$  con propiedades hidrofóbicas y oleofílicas.



Se realizaron pruebas de absorción de aceites disueltos en agua con la esponja de silicón/ $\text{Fe}_3\text{O}_4$  y la espuma de poliuretano/ $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , las cuales se graficaron de acuerdo al número de repeticiones, mostradas en la Figura 5, se observa la similitud entre ellas, con una absorción un poco más alta la esponja de poliuretano/ $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

Fig. 5. Grafica del % de absorción de aceite vs el número de reutilizaciones con la esponja silicón/magnética y Esponja poliuretano/magnética.



## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este proyecto se diseñaron formulaciones para la creación de esponjas poliméricas reforzadas con concreto y nanopartículas de magnetita, basado en una matriz silicón y poliuretano, con potencial para la separación de sustancias oleofílicas de aguas residuales.

El desarrollo de estas estructuras presenta áreas de oportunidad en la implementación eficiente de métodos de remoción de sustancias oleosas que contaminan cuerpos de agua, esto debido a la relativamente pequeña cantidad que se requiere para la obtención de un gran volumen de este material.

Lo más importante de esta investigación fue la integración de magnetita, cemento, diluyentes caseros y absorbentes de humedad/ $\text{NaCl}$  en grano, para su estructura.

## VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento al Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato y al Tecnológico Nacional de México/Campus Querétaro, por el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano, a Salvador Rocha Solache, por su colaboración en el desarrollo de diseño mecánico.

## REFERENCIAS

- [1] García-Cerda, L. A., Escareño-Castro, M.U., & Salazar-Zertuche, M.. (2006). Preparación de compósitos magnéticos mediante la síntesis in situ de nanopartículas magnéticas dentro de una matriz polimérica. *Superficies y vacío*, 19(1),
- [2] P.-C. Chen, Z.-K. Xu, Mineral-Coated Polymer Membranes with Superhydrophilicity and Underwater Superoleophobicity for Effective Oil/Water Separation, *Scientific Reports*, (2013).
- [3] W. Westermeyer, Oil spill response capabilities in the United States, *Environmental Science & Technology*, 25 (1991).
- [4] C. Teas, S. Kalligeros, F. Zanikos, S. Stournas, E. Lois, G. Anastopoulos, Investigation of the effectiveness of absorbent materials in oil spills clean up, *Desalination*, 140 (2001).
- [5] J. Zhang, S. Seeger, Polyester Materials with Superwetting Silicone Nanofilaments for Oil/Water Separation and Selective Oil Absorption, *Advanced Functional Materials*, 21 (2011).
- [6] Z. Xue, Y. Cao, N. Liu, L. Feng, L. Jiang, Special wettable materials for oil/water separation, *Journal of*

Materials Chemistry A, 2 (2014).

[7] J. Ju, T. Wang, Q. Wang, A facile approach in fabricating superhydrophobic and superoleophilic poly(vinylidene fluoride) membranes for efficient water–oil separation, *Journal of Applied Polymer Science*, 132 (2015).

[8] Q. Zhu, Q. Pan, F. Liu, Facile Removal and Collection of Oils from Water Surfaces through Superhydrophobic and Superoleophilic Sponges, *The Journal of Physical Chemistry C*, (2011).

[9] M. O. Adebajo, R. L. Frost, J. T. Kloprogge, O. Carmody, S. Kokot, Porous Materials for Oil Spill Cleanup: A Review of Synthesis and Absorbing Properties, *Journal of Porous Materials*.

[10] W. Zhang, Z. Shi, F. Zhang, X. Liu, J. Jin, L. Jiang, Superhydrophobic and Superoleophilic PVDF Membranes for Effective Separation of Water-in-Oil Emulsions with High Flux, *Advanced Materials*, 25 (2013).

[11] López-Carrasquero, Francisco. . *FUNDAMENTOS DE POLÍMEROS*, (2014).

[12] A.K. Bandyopadhyay, *Nano Materials*, New Age International, (2008).

[13] Salinas Tacumá, F. E., Landinez Téllez, D. A., Garzón Posada, A. O., & Roa Rojas, J. (2019). Caracterización magnética de material compuesto con matriz de resina epoxi y llanta en desuso reforzado con magnetita en diferentes proporciones. *TecnoLógicas*, 22(44), 83-97.

# MEJORAS EN DISEÑO DE SISTEMA DE FRENADO Y ACELERADO PARA AUTOMÓVIL USADO POR PERSONAS DISCAPACITADAS

Leandro Merino Angeles  
Universidad Politécnica de Querétaro  
Carretera Estatal 420 S/N. El Rosario, Municipio El Marqués  
*018028658@upq.edu.mx*

Gloria Flor Mata Don Juan  
Universidad Politécnica de Querétaro  
Carretera Estatal 420 S/N. El Rosario, Municipio El Marqués  
*gloria.mata@upq.mx*

Resumen — En este trabajo se presenta la investigación y propuesta de diseño de un sistema de acelerado y frenado para personas discapacitadas, mediante el uso de una aplicación móvil para el accionamiento de ambos pedales. El mecanismo consiste en un sistema de engranes conectados al pedal, que ayudan al motor tenga el torque necesario para presionar dicho pedal. Respecto al control de dichos motores será mediante una aplicación móvil para poder mandar señales a un controlador y de esta manera activar los motores. Es de esta forma que se propone se puede asistir a las personas discapacitados al manejar un automóvil por su propia cuenta.

Palabras clave — Control, Aplicación móvil, Diseño de mecanismo, Accionamiento de pedales, Discapacitados

Abstract — In this work, the research and design proposal of an acceleration and braking system for disabled people is presented, through the use of a mobile application to operate both pedals. The mechanism consists of a system of gears connected to the pedal, which help the motor have the necessary torque to press said pedal. Regarding the control of these motors, it will be through a mobile application to be able to send signals to a controller and thus activate the motors. It is in this way that it is proposed that disabled people can be assisted when driving a car on their own.

Keywords — Control, App, Assistance, Mechanism design, Pedal actuation, Disable people

## I. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años se han hecho más visibles las necesidades de las personas discapacitadas, esto para que puedan tener una calidad de vida mejor y una independencia mayor. Los avances tecnológicos han aportado en gran medida a las necesidades de dichas personas.

Aunque se ha hecho avances para satisfacer las necesidades, existen casos donde aún es complicado que se puedan cumplir ya que no son las más asequibles a las personas promedio. Considerando lo anterior, un ejemplo de esto es el poder manejar un automóvil de forma autónoma y cómoda.

Existe una gran variedad de adaptaciones en vehículos, muchas de estas afectan todo el automóvil, mientras que otras no son tan invasivas, por lo que existen varias opciones para diferentes necesidades y si es que estas adaptaciones se pueden realizar en cualquier automóvil.

Así mismo se pueden observar ejemplos sobre trabajos que tratan de resolver el mismo problema, implementando la construcción de un módulo para automóvil ortopédico capaz de realizar el control de freno, acelerador y embrague. Considerando que sea accesible y cubra necesidades de una persona discapacitada [1].

Dicho lo anterior para este trabajo se decidió proponer un mecanismo y sistema de control para poder dar una solución ante tal problemática. Al implementar todo lo diseñado se espera conseguir un mecanismo que pueda activar los pedales mediante una aplicación móvil, para que sea pueda ser utilizado por personas parapléjicas o que no tengan una o ambas piernas.

## II. MARCO TEÓRICO

Comunicación serial RS232: El protocolo RS-232 es un protocolo de comunicación serial asíncrono, esto es, que no tiene un orden de envío de datos entre los dispositivos. Solamente permite la comunicación de un dispositivo con respecto a otro empleando una terminal de comunicación determinada [2].

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo del sistema consistió en 3 etapas las cuales se integran para dar como resultado un sistema que se pueda implementar en un automóvil solo con pocas modificaciones.

### A. Etapa 1: Diseño Mecánico

En el diseño mecánico se consideró que en los pedales de freno se requiere una fuerza de 4kgf y en los pedales de acelerador de 1.5kgf. Lo que en newtons equivale a 39.22N y 14.7N respectivamente. Esto para poder diseñar el sistema de engranaje para alcanzar esa fuerza [3].

Calculando el torque necesario para cada pedal, midiendo la distancia desde el punto de giro y la zona donde se aplica la fuerza para accionarlo. Determinado las distancias siguientes: Pedal de freno: 0.19m, Pedal de acelerador: 0.17m. Los torques resultantes fueron de: pedal de freno: 7.45Nm, Pedal de acelerador: 2.5Nm.

Para el accionamiento de los pedales se eligió un motor 37mm 12v High Torque Dc Geared Motor, con un torque de 1Nm y una velocidad de 10rpm.

La relación de velocidades para obtener el torque necesario es la siguiente para cada pedal; Freno: 10:4, Acelerador: 10:1.34.

Usando las ecuaciones (1) y (2) se puede calcular el número de dientes para el piñón conectado al engrane, para que la relación se cumpla y puedan activar el pedal.

$$N_P = 2k / ((1+2m) \sin^2 \theta) (m + \sqrt{m^2 + (1+2m) \sin^2 \theta}) \quad (1)$$

$$N_G = m * N_P \quad (2)$$

Donde:

k: profundidad de dientes, en este caso se considera igual a 1

m: relación de la velocidad inicial y final

: ángulo de presión, en este caso  $20^\circ$

Sistema de engranaje: pedal de freno

$$m = \sqrt{10/4} = \sqrt{2.5}$$

$$N_p = (2 \cdot 1) / ((1 + 2\sqrt{2.5}) \sin^2 20^\circ) (\sqrt{2.5} + \sqrt{(\sqrt{2.5})^2 + (1 + 2\sqrt{2.5}) \sin^2 20^\circ}) = 13.59 \approx 14 \text{ dientes}$$

$$N_G = \sqrt{2.5} \cdot 14 = 21.49 \approx 22 \text{ dientes}$$

Sistema de engranaje: pedal de freno

$$m = \sqrt{10/1.34} = \sqrt{7.46}$$

$$N_p = (2 \cdot 1) / ((1 + 2\sqrt{7.46}) \sin^2 20^\circ) (\sqrt{7.46} + \sqrt{(\sqrt{7.46})^2 + (1 + 2\sqrt{7.46}) \sin^2 20^\circ}) = 14.8 \approx 14 \text{ dientes}$$

$$N_G = \sqrt{7.46} \cdot 14 = 38.23 \approx 40 \text{ dientes}$$

El diseño se realizó en el software SOLIDWORKS para visualizar como se conectarían los componentes, así se tendrá una referencia de las modificaciones en el automóvil.

B. Etapa 2: Diseño Electrónico

El diseño electrónico consta de un controlador para activar los dos motores y como se conectan entre sí para que sea funcional. Para este diseño se utilizó el software Proteus. Los componentes en el circuito electrónico son: PIC16f877a, Módulo HC-05 Bluetooth, 2 motores DC, Resistencia 10k  $\Omega$ , Cristal 20Hz, 2 capacitores.

C. Etapa 3: Diseño de Control

El diseño de control se implementó para ser utilizado en una aplicación móvil, la cual se diseñó y programa en el software App Inventor. La manera en la que manda los datos al controlador de los motores es mediante un módulo bluetooth.

La programación de la aplicación se realizó por bloques donde lo principal consta de:

Un botón para la conexión de la aplicación con el módulo bluetooth.

Un botón para desconectar la aplicación con el módulo bluetooth.

Mandar una señal al PIC cuando se activan los slider dependiendo si es para el freno o acelerador

Cuando un slider esta activo, si se quiere activar el otro primero se desactiva el anterior para que no puedan estar activados al mismo tiempo.

Un botón de reinicio para desactivar ambos pedales.

#### IV. RESULTADOS

Para cada etapa se obtuvieron los siguientes resultados, principalmente como diseño.

A. Etapa 1: Diseño Mecánico

Para el diseño mecánico el modelo obtenido fue el presentado en la Fig. 1, donde se puede apreciar en varias vistas.

B. Etapa 2: Diseño Electrónico

Para el diseño electrónico se realizó el circuito mostrado en la Fig. 2, integrando los componentes mencionados anteriormente.

El PIC se programó para que pueda recibir y enviar información mediante la comunicación serial, al igual que cuando reciba una señal específica de cada pedal solo encienda el indicado, el diagrama de flujo se observa en la Fig.3.



Fig. 1. a) Vista asimétrica, b) Vista lateral izquierda, c) Vista frontal, d) Vista lateral derecha, e) Vista superior

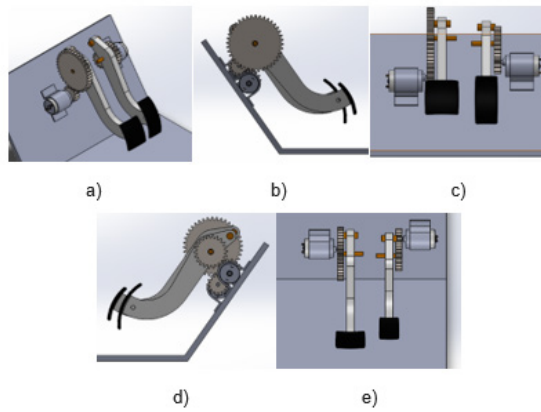


Fig. 2. Circuito eléctrico

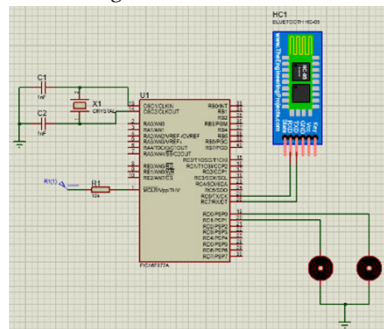


Fig. 3. A) Diagrama de flujo para la aplicación y PIC, b) aspecto de la aplicación

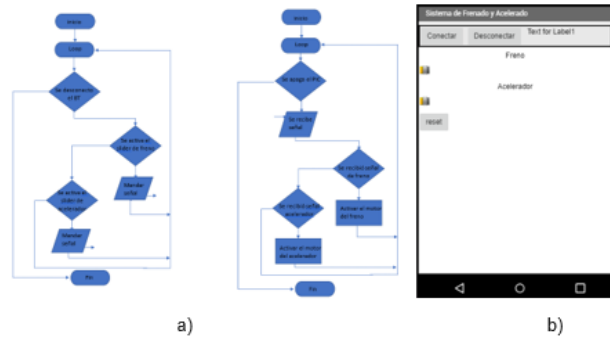
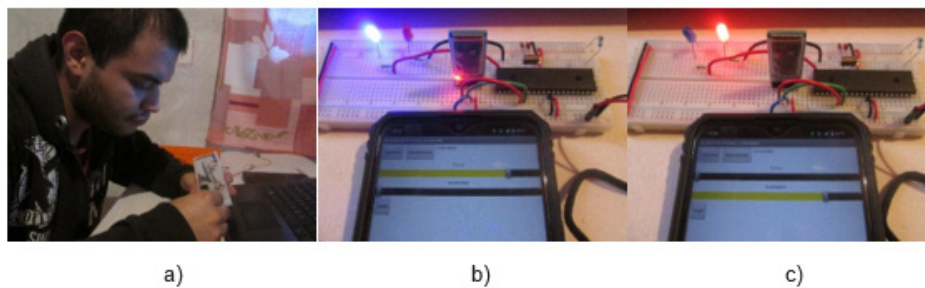


Fig. 4. A) construcción del circuito, b) activación del freno, c) activación del acelerador



### C. Etapa 3: Diseño de control

El control del sistema se programó por bloques, en la Fig. 3 se puede ver el diagrama de flujo, al igual que la interfaz de la aplicación final.

### D. Pruebas de funcionamiento

Con la finalidad de asegurar que el sistema pueda ser funcional aplicándolo en un automóvil se realizó una prueba con la aplicación conectándola con el módulo bluetooth al PIC, sin embargo, no se pudo realizar con motores, pero se aseguró que mandara la señal de activación con unos leds.

Como se puede observar en las Fig. 4 la conexión con el módulo bluetooth fue exitosa, al igual que él envió de señales para encender los leds correspondientes a cada pedal.

## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

En este proyecto se propuso un modelo del sistema sobre cómo se podría implementar en un automóvil, sin necesidad de hacer modificaciones mayores, así mismo se realizó un circuito para el controlador y una aplicación para tener un control remoto.

Realizando las pruebas de funcionamiento de aplicación vinculada con el controlador se obtuvieron resultados esperados sobre cómo debe funcionar el sistema, donde los pedales no se activen al mismo tiempo y solo cuando se activan los slider correspondientes a cada uno.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como conclusión con respecto a los resultados obtenidos en las pruebas de funcionalidad se infiere que el funcionamiento básico del sistema es exitoso, que es activar el motor para presionar el pedal correspondiente.

En un futuro se puede implementar un puente h a los motores y un pwm en la programación para que así se pueda controlar el regreso progresivo del pedal y que no sea de forma inmediata, al igual controlar la posición del motor para no sobrepasar el límite físico del pedal al activarlo. Así también como oportunidad de mejora hacer las pruebas de manera física.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Querétaro por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

## REFERENCIAS

- [1] D. Tello, Diseño y construcción de un módulo automático de automóvil ortopédico para uso de una persona con discapacidad para desplazarse, Quito, 2017.
- [2] A. Ramírez, Comunicación por protocolo RS-232 Asignatura: Redes industriales, 2013.
- [3] G. Michilena, J. Escobar, Diseño e implementación de un sistema electrónico de ayuda en el manejo para personas con capacidades especiales (paraplejia), Ibarra, 2018.

# SISTEMA DE MEJORAMIENTO DE IMÁGENES COLPOSCÓPICAS BASADO EN PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Diana Laura Lara Díaz de León  
 Universidad Autónoma de Aguascalientes  
 Avenida Universidad # 940, C.U., 20131 Aguascalientes, Aguascalientes  
*dianna.de.leon26@gmail.com*

Gerardo Trejo Caballero  
 Tecnológico Nacional de México, TecNM  
 Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, ITESI  
 Carretera Irapuato - Silao km 12.5, El Copal  
 C.P. 36821 Irapuato, Guanajuato.  
*gerardo.tc@irapuato.tecnm.mx*

Resumen — Se presenta un sistema de mejoramiento de imágenes colposcópicas como herramienta de asistencia al diagnóstico de lesiones precancerosas. El sistema desarrollado mejora la imagen de entrada e identifica regiones con posibles lesiones precancerosas mediante 4 etapas: pre-procesamiento, segmentación, post-procesamiento y clasificación. A excepción de la etapa de segmentación que emplea un sistema de inferencia basado en Lógica Difusa, las etapas restantes emplean métodos convencionales de procesamiento de imágenes. El sistema se ha implementado bajo el entorno de desarrollo del software de MATLAB® y las pruebas sugieren la viabilidad del sistema.

Palabras clave: colposcopia, procesamiento de imágenes, control difuso, riesgo de cáncer.

Abstract — A colposcopic image enhancement system is presented as a tool to assist in the diagnosis of precancerous lesions. The developed system improves the input image and identifies regions with possible precancerous lesions through four stages: pre-processing, segmentation, post-processing and classification. With the exception of the segmentation stage that employs an inference system based on Fuzzy Logic, the remaining stages employ conventional image processing methods. The system has been implemented under the MATLAB® software development environment and tests suggest the feasibility of the system.

Keywords: colposcopy, artificial intelligence, image processing, fuzzy control, cancer risk.

## I. INTRODUCCIÓN

En el 2018, con un estimado de 570,000 casos y 311,000 muertes en todo el mundo, el cáncer de cuello uterino se posicionó como el cuarto cáncer diagnosticado más frecuente y como la cuarta causa principal de muerte por cáncer en las mujeres. En México, según la Secretaría de Salud, en 2019 “1 de cada 10 muertes por cáncer en mujeres mexicanas, se debe a cáncer de cuello uterino”, siendo éste y el cáncer de mama la representación del 25% de todas las defunciones de cáncer [1]. Asimismo, México es el país cuya mortalidad por cáncer de cuello uterino es la más alta dentro de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE).

Entre las oportunidades de prevención se encuentra la detección y tratamiento de lesiones precancerosas, siendo ésta de vital importancia para la reducción de la tasa de mortalidad de la enfermedad [2]. El cáncer de cuello uterino puede ser diagnosticado, principalmente, por la prueba del Papanicolau, no obstante, mediante el uso de imágenes colposcópicas y expertos en la materia, la detección de lesiones precancerosas y anomalías pueden también, en gran medida, lograr un diagnóstico oportuno de esta enfermedad, y con ello un adecuado tratamiento [3].

Durante los últimos años se han explorado distintos métodos que permitan disminuir el tiempo requerido de diagnóstico, así como incrementar el porcentaje de éxito en los diagnósticos a través del procesamiento digital de imágenes y el uso de inteligencia artificial, para ello distintos estudios han arrojado resultados cuyos porcentajes van desde el 68% hasta incluso el 96% [3,4].

En el presente trabajo se muestra la implementación de un sistema de procesamiento para la mejora de imágenes colposcópicas con el objetivo de asistir al especialista de la salud en la realización de diagnósticos más certeros. El sistema propuesto está en métodos de procesamiento de imágenes digitales y en una técnica de Inteligencia Artificial, específicamente en Lógica Difusa. El sistema se ha implementado bajo el entorno del software de MATLAB®, haciendo uso de las funciones contenidas en las utilerías Image Processing Toolbox [5] y Fuzzy Logic Toolbox [6].

## II. METODOLOGÍA

El sistema a implementar consta de un procesamiento previo a las imágenes, la aplicación de la segmentación difusa del color, un procesamiento posterior para los resultados y la clasificación de estos. El diagrama de bloques del sistema se presenta en la Figura 1.

Fig. 1. Diagrama de bloques del sistema de mejoramiento propuesto.



### a) Pre-procesamiento

Para poder ingresar los valores de las imágenes al algoritmo de control difuso es necesario cambiar su formato, tanto en tamaño como en el tipo de dato que guarda cada una de ellas.

En el caso de las imágenes trabajadas, se encuentran las dimensiones de 4128x3096 pixeles, estando este plano en las tres dimensiones del espacio de color RGB, teniendo entonces una matriz de 4128x3096x3. El tamaño de las imágenes es reducido a un 15% de la imagen original (413x310px) para alcanzar una ejecución óptima.

Obteniendo el tamaño del ancho y alto de la imagen, se calcula el total de píxeles para con ello transformar la imagen a una matriz donde las filas representan el índice de cada píxel, y una columna para cada valor que guarda en los tres planos antes mencionados, como resultado la matriz es de  $288300 \times 1 \times 3$  que es guardada en una variable de tipo double con la función `im2double` [5] pp.67; se concatenan los tres planos en una variable para así obtener únicamente dos dimensiones ( $288300 \times 3$ ).

#### b) Segmentación Difusa

Se generan dos variables de tipo mamfis a través del diseñador que proporciona la función `FuzzyLogicDesigner` [6]. Una para evaluar el color rojo, y otra para el color blanco; dentro de cada una se especifican las entradas correspondientes al plano RGB. Las entradas y la salida, así como las variables que identifican cada una se muestran en la Figuras 2 y 3.

Los parámetros utilizados en cada variable se definieron de forma experimental, buscando que el resultado de la segmentación fuera el idóneo para nuestro problema a resolver.

El resultado del control difuso se arroja en una variable con las mismas filas de entrada, pero una sola columna correspondiente a la salida obtenida mediante el control difuso.

#### c) Post-procesamiento

A partir del resultado de control difuso, el vector columna obtenido se modifica de manera que vuelva a las dimensiones de  $430 \times 310$ . Para obtener los valores reales de cada píxel que cumple con las reglas establecidas en el apartado anterior, a través del umbral que proporciona la función `graythresh` hacemos de la imagen que se encuentra en escala de grises una imagen binaria, tras aplicar el umbral se convierte la imagen a formato blanco y negro y posteriormente se elimina el ruido del fondo. Posteriormente con los valores de 1 y 0 almacenados en la imagen binaria, se realiza el producto de ésta con la imagen que contiene los valores originales.

Fig. 2. Diseñador de variable de control difuso para segmentar el color rojo. Las entradas indican el valor de los componentes RGB y la salida si es rojo o no.

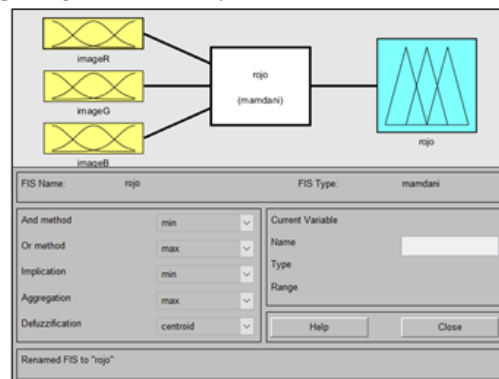
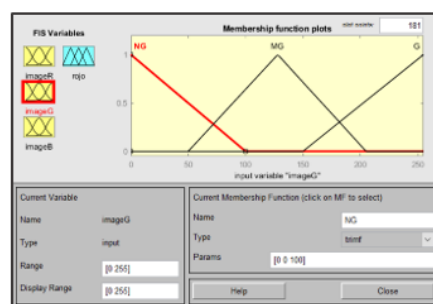


Fig. 3. a) Interfaz para el diseño del Sistema de Inferencia Difuso, b) Algunas de las reglas difusas implementadas para la segmentación del color rojo.



a)

```

1. If (imageR is R) and (imageG is NG) and (imageB is NB) then (rojo is R) (1)
2. If (imageR is NR) and (imageG is G) and (imageB is NB) then (rojo is NR) (1)
3. If (imageR is R) and (imageG is NG) and (imageB is B) then (rojo is NR) (1)
4. If (imageR is R) and (imageG is G) and (imageB is B) then (rojo is NR) (1)
5. If (imageR is R) and (imageG is MG) and (imageB is MB) then (rojo is NR) (1)

```

### III. RESULTADOS

El proceso se ejecutó en diferentes imágenes con el fin de corroborar la correcta segmentación del color blanco y rojo. Con el fin de observar la imagen original tras los procesos anteriores, es decir, el resultado del producto entre la imagen original y la imagen binaria, se proyectó una imagen donde las lesiones del cuello uterino se observan en su color original y el resto del tejido eliminado, es decir con valores de 0 siendo éste correspondiente al negro. En las Figuras 4 y 5 se encuentran las imágenes resultantes de cada procedimiento realizado.

Fig. 4. Primera imagen de prueba, a partir de la cual se establecen las variables y parámetros. a) e) Aspecto de la imagen original. b) f) Resultado de control difuso aplicado para segmentar el color blanco y rojo respectivamente. c) g) Binarización de la imagen procesada. d) h) Producto entre imagen binaria y original.

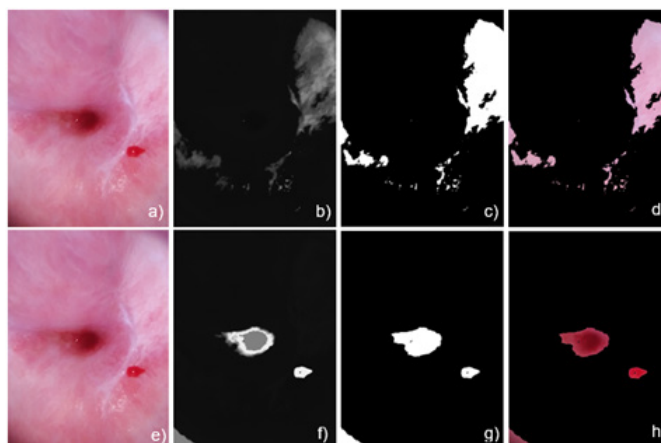
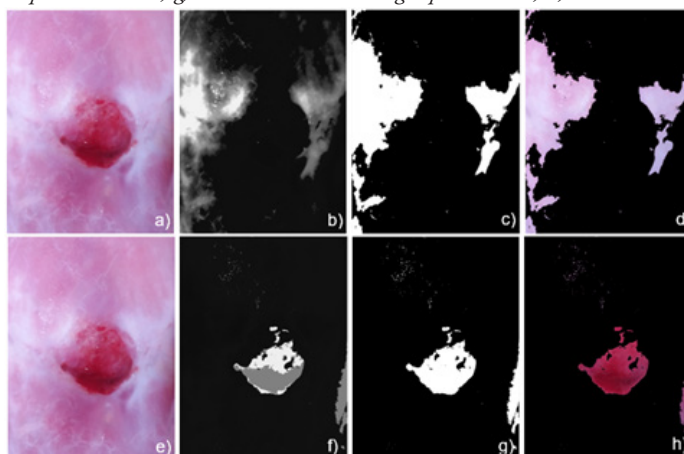


Fig. 5. Segunda imagen experimental, el sistema es puesto a prueba. a) e) Aspecto de la imagen original. b) f) Resultado de control difuso aplicado para segmentar el color blanco y rojo respectivamente. c) g) Binarización de la imagen procesada. d) h) Producto entre imagen binaria y original.





#### IV. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En cuanto al objetivo principal de segmentar las áreas rojas y blancas de la imagen, éste es resuelto por el sistema, no obstante, la necesidad de comprimir la imagen provoca una pérdida de información [7] y que con ello no pueda ser evaluada de manera consistente.

Tanto en la Figura 4, como en la Figura 5, se encuentran áreas diminutas al centro de las imágenes correspondientes a la segmentación del color blanco, que forman parte del brillo que genera el tejido a la luz del sistema colposcópico. Para este punto, seccionar la imagen es una consideración para realizar el proceso y así discriminar información que no es de relevancia para el problema. Cabe destacar que, a diferencia del resultado mostrado en la Figura 5.b donde se observa residuo de color rojo en la parte superior, el error es debido al espacio de color RGB utilizado; mientras que espacios como el de HSL, HSI o CIE Lab contienen componentes que logran medir el nivel de saturación o la intensidad [8], el espacio RGB se mantiene ante colores sólidos y las combinaciones que éstos deriven. Ante esa premisa, la selección de los parámetros en el espacio trabajado limita los resultados en cuanto a la totalidad de color deseado segmentado.

En la imagen usada para la Figura 4, se observa en la esquina inferior izquierda un falso positivo, éste posiblemente debido, nuevamente, a la sombra o enfoque que genere el colposcopio. Para corregir esta clase de errores, el pre-procesamiento puede incluir el paso por un diafragma o filtro que limite la observación, logrando también una disminución del tamaño de la imagen.

#### V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en los resultados presentados en este trabajo, y los vistos en diferentes artículos de referencia, la digitalización de imágenes colposcópicas puede significar un gran campo de aprovechamiento para el diagnóstico de enfermedades, lesiones y anomalías. La información que ofrece previo al análisis por un especialista para identificar los colores, texturas y tamaños que se encuentren en el tejido, y que ésta sea clasificada permite que el diagnóstico pueda ser más rápido, conciso y con mayor éxito para aquellos que recién se involucran en determinada área médica.

El uso de técnicas de Inteligencia Artificial como la Lógica Difusa en el procesamiento de imágenes, expande el campo para la segmentación, procesamiento y clasificación de imágenes médicas, incrementando así la detección y prevención oportuna mediante la asistencia a los especialistas en materia de la salud.

#### VI. RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente al Dr. Gerardo Trejo Caballero por la guía y apoyo demostrados a lo largo de este verano para realizar este proyecto, así como para el crecimiento académico que este trabajo representa.

Expreso también, mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Aguascalientes y al Instituto Tecnológico Superior Campus Monclova por fomentar el trabajo de investigación y la oportunidad que el Verano Regional de Ciencia ofrece.

#### REFERENCIAS

- [1] CNEGSR, “Hoja de datos sobre cáncer de cuello uterino”, Ciudad de México, agosto de 2019. [En línea]. Disponible en:  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/487307/Hoja\\_de\\_Datos\\_2019\\_CACU.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/487307/Hoja_de_Datos_2019_CACU.pdf)
- [2] Instituto de Salud del Estado de México. “Cáncer de cuello uterino”. Disponible en:  
[https://salud.edomex.gob.mx/isem/cuello\\_uterino](https://salud.edomex.gob.mx/isem/cuello_uterino)
- [3] L. A. Paulino Flores y A. M. Huayna Dueñas, “Sistema Experto Probabilístico basado en Redes Bayesianas para la predicción del cáncer de cuello uterino”, Revista Peruana de Computación y Sistemas, p. 16, 2019.

- [4] P. W. Simões, N. B. Izumi y R. S. Casagrande, “Classification of images acquired with col-poscopy using artificial neural networks”, *Cancer Informatics*, vol. 13, pp. 119–124, 2014.
- [5] MathWorks. “Build fuzzy systems using fuzzy logic designer- MATLAB & simulink”. MathWorks - Makers of MATLAB and Simulink - MATLAB & Simulink. Disponible en: <https://www.mathworks.com/help/fuzzy/building-systems-with-fuzzy-logic-toolbox-software.html>
- [6] MathWorks, *Image Processing Toolbox User’s Guide*. The MathWorks, Inc., 2013.
- [7] M. Sandoval Olivé, “Algoritmo de compresión de imágenes de alta resolución sin pérdidas”, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, 2008.
- [8] M. B. Prados Suárez, “Desarrollo de modelos para la segmentación difusa de imágenes en color”, Tesis doctoral, Universidad de Granada, Granada, 2006.

# ESTUDIO DE EFECTO DE TEMPERATURA EN LA SÍNTESIS DE MAGNETITA POR LA TÉCNICA DE COPRECIPITACIÓN QUÍMICA

Jesús Martín Galván Lira  
Universidad Autónoma de Coahuila Facultad de Metalurgia  
Carretera 57 Km 5, Los Bosques 25710 Monclova, Coah.  
*galvanjesus@uadec.edu.mx*

Ma. Gloria Rosales Sosa  
Universidad Autónoma de Coahuila Facultad de Metalurgia  
Carretera 57 Km 5, Los Bosques 25710 Monclova, Coah.  
*mrosales@uadec.edu.mx*

Resumen — En este trabajo se presenta la disminución de la temperatura como una variable a considerar a la hora de obtener magnetita por el método de coprecipitación química a partir de cloruros de Hierro en medio básico, estos se hicieron reaccionar variando la temperatura a 40, 50 y 60°C con el objetivo de eficientizar el proceso. Y los resultados se analizaron por medio de difracción de rayos X y se interpretaron mediante el Software Match, dando como resultado que sí se encontró magnetita a desde los 40°C.

Palabras clave — Magnetita, coprecipitación química, difracción de Rayos X, DRX.

Abstract — In this paper the decrease in temperature is presented as a variable to consider to obtain magnetite by the method of chemical coprecipitation from iron chlorides in basic medium, these were made to react by varying the temperature to 40, 50 and 60 ° C with the aim of making the process more efficient. And the results were analyzed by X- ray diffraction and interpreted using the Software Match, resulting in magnetite was found since 40°C.

Keywords — Magnetite, chemical coprecipitation, ray-X diffraction. XRD

## I. INTRODUCCIÓN

A la magnetita, ambientalmente favorable y químicamente eficiente, se le conocía en la antigüedad como piedra imán, es un mineral del grupo de los óxidos, muy denso, frágil, duro y con propiedades ferromagnéticas, es capaz de atraer al hierro y al acero junto con otros metales. Su color es pardo negruzco, con brillo metálico.[1]

Hay múltiples aplicaciones para los compuestos magnéticos, entre las que se encuentran el uso de nanoferritas de distintos metales para aplicaciones biomédicas como el tratamiento del cáncer por medio de tratamientos como

la hipertermia magnética. El precursor que se tiene pensado para sintetizar estas nanoferritas es la maghemita que será sintetizada a partir de magnetita.

En trabajos anteriores [2] se ha planteado la metodología para sintetizar magnetita a partir de cloruros de hierro en un medio básico por el método de coprecipitación química demostrando tener una alta eficiencia al trabajar a 70°C. Siguiendo esta metodología se propuso eficientizar el proceso de obtención de magnetita bajando la temperatura a la que se trabaja la coprecipitación química.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Coprecipitación (co-precipitación) [3]

La coprecipitación es el proceso por el cual una especie que normalmente es soluble se separa de la disolución durante la formación de un precipitado.

La coprecipitación es un fenómeno en el que algunos compuestos, que en condiciones normales son solubles, se eliminan de la solución junto con la formación del precipitado deseado. Existen cuatro tipos de coprecipitación:

- Adsorción en la superficie
- Formación de cristales mixtos
- Oclusión
- Atrapamiento mecánico

## III. MATERIALES Y MÉTODO

Instrumentos:

- Vaso de precipitado (1 Lt.)
- Probeta
- Parrilla de calentamiento y agitación magnética
- Agitador magnético
- Termómetro
- Imán

Materiales:

- Agua destilada
- Hidróxido de Amonio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ )
- Cloruro férrico hexahidratado ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )
- Cloruro ferroso tetrahidratado ( $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ )

Metodología

Magnetita a 40°C

El método de coprecipitación química para la síntesis de compuestos de magnetita es muy sencillo, empezamos poniendo a calentar agua destilada en un vaso de precipitado hasta que llegue a 40°C. Mientras se calentaba el agua se preparó en otro recipiente 50 mL de hidróxido de Amonio ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ).

Utilizando una proporción 2:1 de Cloruro de hierro(III) y Cloruro de Hierro (II), se pesaron 10 gramos de  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  y 5 gramos de  $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  y se mezclaron con 50 mL de agua destilada.

Una vez que el agua destilada del primer vaso de precipitado estaba a 40 °C se le agrego el hidróxido de amonio y se inició la agitación magnética para posteriormente agregar la mezcla de cloruros poco a poco, una vez se terminó de verter la mezcla se controló la temperatura durante 30 minutos.

El producto (un material oscuro altamente magnético) se encontraba mezclado con el líquido por lo que se procedió a separarlo magnéticamente con un imán y lavarlo repetidamente con 1500 mL de agua destilada. Al final

se obtuvo una pasta de material magnético que se dejó secar durante 3 días y posteriormente se molió y preparo para caracterizarse por Difracción de rayos X.

Magnetita a 50°C

Se procede a realizar la misma metodología que se usó anteriormente solo que la temperatura del agua destilada se mantiene a 50°C durante la coprecipitación química.

Magnetita a 60°C

Se procede a realizar la misma metodología que se usó anteriormente solo que la temperatura del agua destilada se mantiene a 60°C durante la coprecipitación química.

#### IV. RESULTADOS

Por medio de difracción de rayos se analizaron las 3 muestras de material (40, 50 y 60°C), los resultados del análisis se muestran en las figuras 1, 2 y 3, según el software March, ahí mismo al buscar coincidencias en los picos de difracción característicos de diversos materiales se encontró que las 3 muestras presentan coincidencias características de la magnetita de acuerdo con el propio software. Estos picos son similares entre muestra y muestra, mostrando que en los ángulos de difracción  $2\theta$  aparecen los valores 18.4, 30.3, 35.6, 43.3, 53.7, 57.3, 62.9, 71.4, 74.5, 75.5. Las tres muestras presentan picos similares, con el detalle que en la tercer muestra varían los resultados a altos valores de  $2\theta$ .

Fig. 1 (difractograma de la muestra de 40°C)

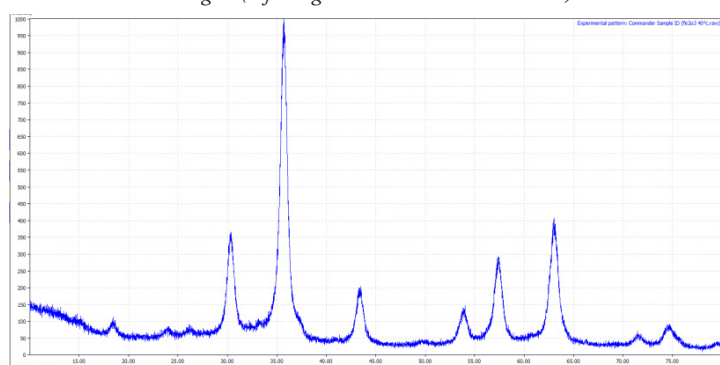


Fig. 2 (difractograma de la muestra de 50°C)

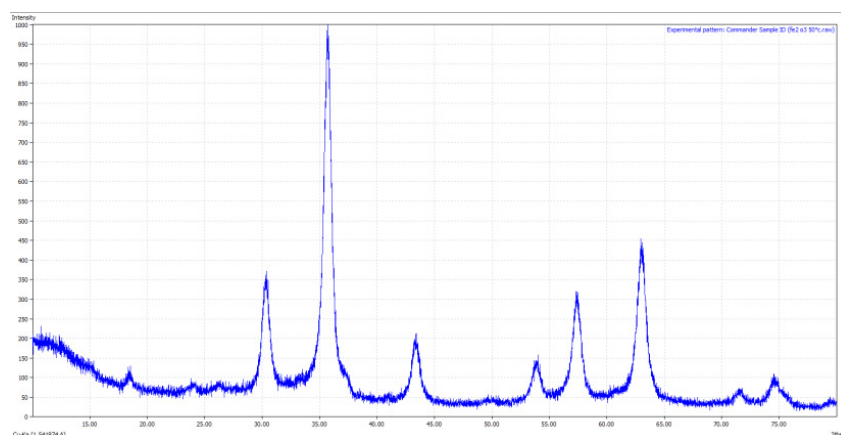
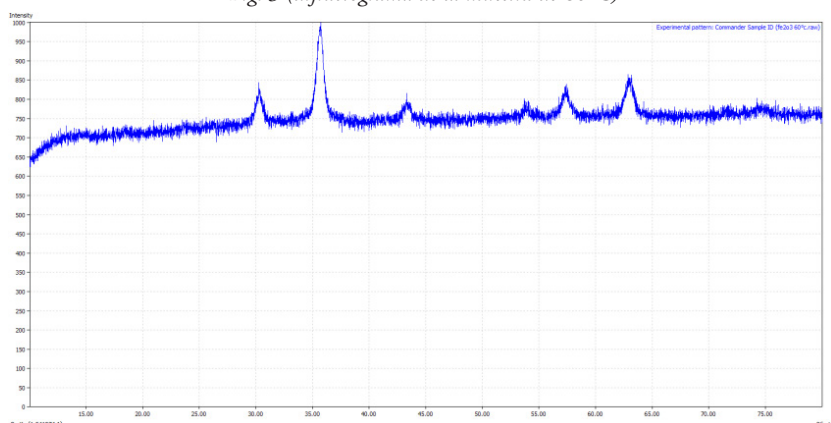


Fig. 3 (difractograma de la muestra de 60°C)



Así mismo, los resultados que se encontraron muestran similitudes con los que encontraron Aliramajia et al., (2015), estos resultados se encuentran resumidos en la tabla 1.

Tabla 1. Picos de difracción característicos de las muestras 2

2θ				
Aliramajia	Alvear	Muestra (40°C)	Muestra (50°C)	Muestra (60°C)
	21	18.36	18.44	
		30.32	30.42	30.33
35	35	35.66	35.78	35.81
	41	43.33	43.46	43.48
53.45	50	53.73	53.9	
56.9		57.34	57.42	57.52
	63	62.9	63.11	63.15
		71.39	91.63	
		74.48	74.69	
75	75	75.48	75.69	

## V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Gracias al software Match pudimos corroborar que tanto a 40, 50 y 60°C se forma la magnetita por medio de la coprecipitación química, teniendo una buena relación con los datos que presentan Aliramajia y Alvear en trabajos anteriores. Además, con el propio software se obtuvieron muy buenas relaciones entre las mediciones propuestas por el software con las que tuvimos nosotros.

## VI. CONCLUSIONES

El encontrar maneras de obtener los resultados deseados buscando el hacer el menor gasto posible o de eficientizar las pruebas es uno de los trabajos más importantes para un ingeniero, con este trabajo se probó el sintetizar la magnetita a temperaturas debajo de los 70°C haciendo que se vea cada vez más viable, ecológico y económico el obtener magnetita en el laboratorio a partir de sales de cloro.

De entre los resultados obtenidos el que tiene mas coincidencia con los datos de muestra de la magnetita fue la de 40°C con un 0.9286, encontrando que obtuvimos buenos resultados a la más baja temperatura.

Para futuros trabajos se recomienda el variar más parámetros como por ejemplo la velocidad a la que se agita



magnéticamente la mezcla, así como trabajar con la mezcla debajo de los 40°C.

## VII. AGRADECIMIENTOS

Doy mi mas profundo agradecimiento a la Universidad Autónoma de Coahuila y en especial a la Facultad de Metalurgia por la información y la disposición que mostraron para la realización de este proyecto además de darnos las facilidades y el espacio para llevar a cabo las actividades que se mostraron en este proyecto. Un especial agradecimiento a mi asesora en este proyecto la Dra. Ma. Gloria Rosales Sosa por brindarme el tiempo y la información para el desarrollo de este proyecto del verano de la ciencia.

## REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Ciencia e Innovación & Consejo superior de investigaciones científicas. (s. f.). Magnetita. Museo Virtual de la Ciencia del CSIC. museovirtual.csic.es. Recuperado 14 de agosto de 2021, de <http://museovirtual.csic.es/salas/magnetismo/biografias/magnetita.html>
- [2] Rosales, G., García, M., Rosales, B., Reyes, C., Ramos, G., & Boone, C. (2021, abril). Formación de magnetita a partir de magnetita obtenida por coprecipitación química. Revista Iberoamericana de Ciencias, Vol 8. <http://www.reibci.org/publicados/2021/abr/4200104.pdf>
- [3] Coprecipitación [Coprecipitation / Co-précipitation] (Química). (17-12-06). Glosarios especializados. <https://glosarios.servidor-alicante.com/quimica/coprecipitacion>

## DISEÑO DE UNA FUENTE DE EXCITACIÓN LUMINOSA PARA APLICACIONES EN ESPECTROFOTOMETRÍA.

Ari Axel Gutiérrez Gil

Instituto Tecnológico de Querétaro Av. Tecnológico s/n esq. Gral. Mariano Escobedo  
118140538@queretaro.tecnm.mx

Yolanda Jiménez Flores

Instituto Tecnológico de Querétaro  
Av. Tecnológico s/n esq. Gral. Mariano Escobedo  
yolanda.jf@queretaro.tecnm.mx

Resumen — En el presente trabajo se desarrolló el diseño de una fuente luminosa, el cual consiste, en la elaboración de un circuito, así como en los cálculos de los elementos necesarios para que el regulador de voltaje entregue un voltaje variable en un intervalo que estará en función a una carga luminosa (LED). La fuente luminosa formará parte de un sistema de espectrofotometría.

Palabras clave — Espectrofotometría, sistema de excitación, dispositivo luminoso.

Abstract — In the present work, the development of a light source design is carried out, which consists of the elaboration of a circuit as well as the calculations of the necessary elements for a voltage regulator to deliver a variable voltage in a range that will be a function of a light load (LED). The light source is the beginning to be able to perform studies in spectrophotometry.

Keywords — Spectrophotometry, excitation system, luminous device.

### I. INTRODUCCIÓN

Un espectrofotómetro es un instrumento usado en el análisis químico que sirve para medir, en función de la longitud de onda, la relación entre valores de una misma magnitud fotométrica relativos a dos haces de radiaciones y la concentración o reacciones químicas que se miden en una muestra. En trabajos similares se analiza la huella espectral de cada objeto a través de la incidencia de ondas electromagnéticas del espectro visible. Basado en el método de espectroscopia empleando, absorción y reflexión (Salazar, 2016). Los instrumentos espectroscópicos característicos incluyen cinco componentes: 1. Fuente estable de energía radiante; 2. Recipiente transparente para contener la muestra; 3. Dispositivo que aislé una región restringida del espectro para la medida; 4. Detector de radiación y 5. Sistema de procesamiento. (Holler & Crouch, 2015)

En este trabajo se diseñó una fuente que se compone por un conjunto de elementos electrónicos cuyo objetivo es el de perturbar un material o sustancia predefinida con luz enfocada, esta luz será emitida por diodos LED y Láser, que son diodos emisores de luz ultravioleta (UV). Cuando se habla de perturbar un material, se refiere a

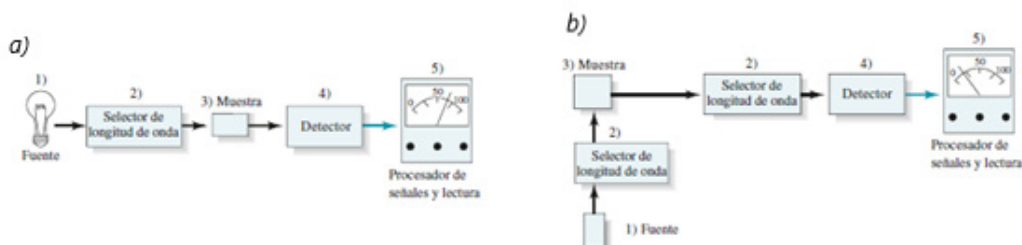
la interacción electromagnética que tiene con la materia, que produce una excitación en los estados energéticos del material. Es importante tener en cuenta la cantidad de potencia media radiante que incide sobre la muestra del material de estudio.

## II. MARCO TEÓRICO

### 1) diseños generales de instrumentos ópticos

Los instrumentos espectroscópicos ópticos se fundamentan en dos modelos generales, uno de absorción y otro de emisión. En la figura 1 se muestran esquemas de cómo es que están contruidos esencialmente los dispositivos.

Figura 1 a) Arreglo para hacer mediciones de absorcion. b) Arreglo para hacer mediciones de emision. (Holler & Crouch, 2015)



Para llevar a cabo la medición de absorción la fuente de radiación de la longitud de onda seleccionada es enviada a través de la muestra, y la radiación transmitida es medida por la unidad detector/procesador de señales/lectura. Para el dispositivo de emisión se necesitan dos selectores de longitud de onda para seleccionar la longitud de onda de excitación, la de emisión y la fuente de radiación incide en la muestra, así, la radiación emitida es medida. Aquellos métodos de espectroscopia que no solo utilizan radiación visible sino también radiación ultravioleta e infrarroja, son llamados métodos ópticos, a pesar de que el ojo humano no es sensible a estas regiones. (Holler & Crouch, 2015)

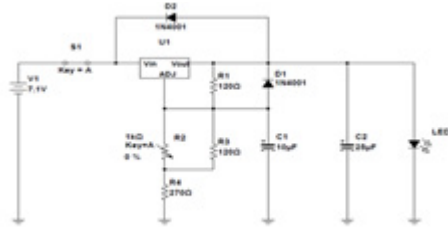
## III. MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño de la fuente luminosa implementada consta de una fuente de voltaje de 7.1 V de corriente directa para ello se utilizó una fuente de voltaje conmutada regulable de la marca JML modelo C-12-500, esto se debe a que implementó un circuito regulador que comprende un voltaje de 4.1V - 5V (intervalo de voltaje que requiere el LED para operar), entonces la fuente de voltaje debe ser por lo menos 3V mayor al voltaje de salida. Se colocó un interruptor que permite el encendido y/o apagado del circuito regulador, así como de la carga luminosa. Seguido de ello el regulador utilizado es el LM350T, un regulador de voltaje que permite regular desde los 1.25V – 33V a 3A. Para que regulador nos entregue el intervalo de voltaje deseado es necesario colocar un arreglo de resistencias debidamente calculadas.

Se hizo uso de capacitores y diodos con el propósito de proteger el circuito; El capacitor C1 (capacitor de 10uf) es usado ya que la corriente de ajuste oscila en muy pocas cantidades, esto debido a que R2 es una resistencia variable. El capacitor C2 es de uso opcional (capacitor de 25uf), ya que el fabricante recomienda colocarlo en caso de que existan oscilaciones por circuitos de carga que estén conmutando el voltaje de salida, esto puede ser causado por hacerse uso de transistores. También se recomienda colocar este capacitor en caso de tener cargas inductivas, pues estas pueden inducir un voltaje que dañe al regulador antes mencionado. Al descargarse C1 y C2 por la ausencia de voltaje los diodos D1 y D2 funcionan como camino de descarga del C1 y C2, esto para evitar que el regulador resulte dañado después de apagar el circuito. Las capacitancias de los capacitores se propusieron con base en observaciones de simulaciones que se realizaron. Finalmente, el voltaje regulado es utilizado por el LED.

En la figura 2 se muestra es el diagrama electrónico del circuito desarrollado.

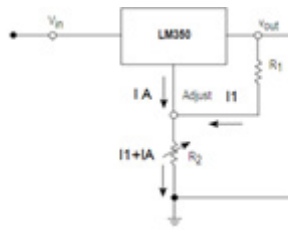
Figura 2 Esquemático electrónico del diseño para la fuente luminosa (Elaboración Propia).



#### IV. RESULTADOS

Se consultan los voltajes y corrientes de operación del LED-LASER: PLPT5 450KA, (Can & Information, 2020). El regulador de voltaje LM350T tiene una entrada/salida de voltaje (VI-VO) de 3 V – 35 V. La mínima corriente de carga para mantener la regulación (VI-VO) es de 10 mA la cual estará en función al valor de la resistencia R1. La figura 3 muestra el esquemático utilizado para realizar el análisis de voltajes y corrientes.

Figura 3 Esquemático de análisis (Elaboración Propia).



Revisando el datasheet del LM350 se encontró que el VA – Vout (VREF) = 1.25 V(Factor, 1996). Entonces para calcular el valor de voltaje de salida, se tiene lo siguiente:

$$V_{out} = 1.25 + I_A R_2 + I_A R_2 \quad \text{Por ley de Ohm } V_{ref} = 1.25 + \frac{1.25V}{R_1} R_2 + I_A R_2 = 1.25 \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + I_A R_2 \quad \therefore V_{out} = 1.25 \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + I_A R_2$$

Se selecciona la resistencia R1 de tal manera que la corriente I1 sea mayor a IA y con ello despreciar dicha corriente.

Por el Datasheet (Factor, 1996), se tiene que: IA = 50 uA (Valor típico), IA = 100 uA (Valor máximo). Entonces para poder despreciar el valor de IA:

$$I_1 = 100(I_A) = 100(100\mu A) = 10mA$$

En este momento se puede decir que la corriente IA es despreciable por lo que la ecuación para encontrar el voltaje de salida queda de la siguiente forma:

$$V_{out} = 1.25 \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

Realizando el cálculo para la Resistencia R1:

$$R_1 = \frac{V_{R1}}{I_1} = \frac{1.25V}{10mA} = 125\Omega \quad \therefore \text{Valor comercial } R1 = 120\Omega$$

Calculando la potencia disipada por la resistencia se tiene:

$$P_R = \frac{(V_R)^2}{R_1} = \frac{(1.25V)^2}{120} = 13mW \quad \therefore R_1 \text{ es una resistencia de } 120\Omega \text{ a } 1/8W$$

Realizando el cálculo para la Resistencia R<sub>2</sub>, se debe tener un intervalo de voltaje el cual para esta aplicación es de 4.1V – 5V, entonces:

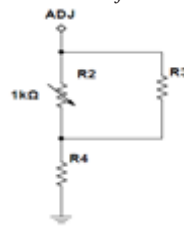
$$\text{Despejando } R_2 \text{ de: } V_{out} = 1.25V \left( 1 + \frac{R_2}{R_1} \right), \text{ se tiene: } R_2 = R_1 \left( \frac{V_{out}}{1.25V} - 1 \right)$$

$$\text{Para } V_{out} = 4.1 \text{ V, } R_2 = 120\Omega \left( \frac{4.1V}{1.25V} - 1 \right) = 273.6\Omega \quad \therefore \text{Valor comercial } R_2 = 270\Omega$$

$$\text{Para } V_{out} = 5.0 \text{ V, } R_2 = 120\Omega \left( \frac{5.0V}{1.25V} - 1 \right) = 360\Omega \quad \therefore \text{Valor comercial } R_2 = 390\Omega$$

Debido que comercialmente no hay potenciómetros que oscilen entre los valores calculados para la resistencia R<sub>2</sub>, es necesario realizar el arreglo que se muestra en la figura 4.

Figura 4 Arreglo de resistencias conectadas a la terminal Ajustable del regulador LM350T. (Elaboración propia).



Se propone un potenciómetro de 1kΩ, debido a los valores de las resistencias obtenidos en (6). El valor de la resistencia R<sub>4</sub> se determina a partir de que cuando el valor del potenciómetro sea cero, el arreglo paralelo también será cero, por lo que la única resistencia que estará aportando un valor al arreglo será R<sub>4</sub>, y el valor que se necesita en esta resistencia es el valor mínimo que se encontró en (6), el cual es de 270Ω. Para R<sub>3</sub> será necesario que cuando el valor del potenciómetro sea el máximo, el arreglo en paralelo y sumado con R<sub>4</sub>, tiene que resultar al valor máximo que se encontró en (9), que es de 390Ω. Entonces se realiza el siguiente calculo para la resistencia R<sub>3</sub>:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad \text{Despejando } R_3, \text{ se tiene: } R_3 = \frac{1}{\frac{1}{R_T} - \frac{1}{R_2}}$$

Es importante mencionar que R<sub>T</sub> es igual al valor del arreglo cuando el potenciómetro tenga un valor máximo, entonces el valor del arreglo más grande formado por las resistencias R<sub>2</sub> y R<sub>4</sub> es de 390Ω. Por lo que:

$$R_T = 390\Omega - 270\Omega = 120\Omega$$

$$\therefore R_3 = \frac{1}{\frac{1}{120\Omega} - \frac{1}{1000\Omega}} = 136.46\Omega \quad \therefore \text{Valor comercial de } R_3 = 120\Omega$$

Calculando la potencia disipada por las resistencias se tiene:

$$\text{Se debe calcular la corriente de } R_2 \text{ y } R_3: I_T = \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{1}{\frac{1}{1000\Omega} + \frac{1}{120\Omega}} = 107.143\text{mA}$$

$$V = I \times R = 107.143\text{mA} \times 107.143\Omega = 11.47\text{V}$$

Entonces las corrientes

$$I_{R2} = \frac{11.47\text{V}}{1000\Omega} = 0.01147\text{A} \quad I_{R3} = \frac{11.47\text{V}}{120\Omega} = 0.09558\text{A}$$

Calculando las potencias partiendo de

$$P = I^2 \times R$$

$$P_{R2} = (0.01147\text{A})^2 (1000\Omega) = 0.00131\text{W}, P_{R3} = (0.09558\text{A})^2 (120\Omega) = 0.0111\text{W} \text{ y } P_{R4} = (0.01\text{A})^2 (270\Omega) = 0.027\text{W}$$

Concluyendo:

- ∴  $R_2$  es un potenciómetro de  $1k\Omega$  a  $1/8w$
- ∴  $R_3$  es una resistencia de  $120\Omega$  a  $1/8w$
- ∴  $R_4$  es una resistencia de  $270\Omega$  a  $1/8w$

## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Con los resultados obtenidos podemos garantizar que el diseño de la fuente luminosa para la excitación de las muestras es segura y adecuada para entregar el voltaje y corriente necesarios para encender el LED.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este proyecto se propuso el diseño una fuente de excitación luminosa, la cual resulta ser un elemento fundamental para los dispositivos que realizan espectrofotometría. Esta fuente resultó ser de especial interés ya que es el elemento que permite excitar la cadena atómica de un material gracias a una radiación electromagnética. Durante el diseño de la fuente fue necesario considerar varias variables que estarían dadas por la carga luminosa (LED), como lo fue el voltaje y corriente de operación, por ello, se realizó un análisis de voltajes y corrientes que estarían jugando un papel muy importante para que el LED funcionara.

El esquema general de una fuente de excitación no proporcionaba los datos suficientes para materializar esta parte del espectrofotómetro, por lo que fue necesario implementar cálculos teóricos para hallar los componentes necesarios y garantizar el correcto funcionamiento. Además, se entendió que existen semiconductores y elementos capacitivos que sirven de protección para el circuito desarrollado.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

La realización del presente documento es el resultado del esfuerzo coordinado que se tuvo directamente con la asesora Yolanda Jiménez Flores. Por ello me gustaría expresar mi gratitud hacia ella. Al programa del verano de la ciencia por llevar a un evento que me permitió acercarme más a la investigación. Al comité organizador del 23° verano de la ciencia por la oportunidad de participar en esta actividad.

Un reconocimiento al Tecnológico Nacional de México campus Querétaro, por otorgarme los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para poder desenvolverme en esta clase de actividades, pues se requiere ser muy metódico para llegar a ciertos resultados.

## REFERENCIAS

1. Albert Malvino, D. B. (2007). Principios de electronica . Madrid: McGraw-Hill / Interamericana.
2. Can, M., & Information, O. (2020). Plpt5 450ka. 1–13.
3. Factor, P. (1996). Plastic Package. 1–16.
4. Holler, J., & Crouch, S. R. (2015). Novena edición. In Medicina Narrativa (Vol. 5, Issue 1).
5. Mario Lopez, L. M. (2015). Diseño y construcción de una fuente luminosa destinada a la perturbación para análisis espectral de un flurosensor. Quito.
6. Nieves Abril, A. B. Espectrofometría: Espectros de absorción y cuantificación colorimétrica de biomoléculas. Córdoba.
7. Principios de Análisis Instrumental 5a Edición (Skoog, Holler, Nieman).
8. Salazar, P. (2016). Diseño y construcción de un prototipo de espectrómetro, en la luz visible. Quito.

# ELABORACIÓN DE HIDROXIAPATITA DOPADA CON IONES METÁLICOS PARA SU USO POTENCIAL EN NANOMEDICINA

Ricardo Daniel Estrada Moreno

Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes Centro de Ciencias de la Salud

Av. Universidad #940, Aguascalientes, Ags.

*rickyesmo@gmail.com*

Rodrigo Rafael Velázquez Castillo

Universidad Autónoma de Querétaro Facultad de ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro

Cerro de las Campanas s/n C.P. 76010, Querétaro, Qro.

*rodrigo.velazquez@uaq.mx*

Resumen — El proyecto elaborado consistió en el análisis bibliográfico de los beneficios de la Hidroxiapatita con crecimiento cristalino preferencial elaborada con el método de síntesis hidrotérmico asistido con microondas, además de lograr estandarizar con base en publicaciones previas, un proceso de síntesis que será la base para la creación de HAp dopada con iones metálicos. Se analizaron las propiedades estructurales y morfológicas de las muestras obtenidas donde se logró demostrar la creación de HAp en nanofibrillas con crecimiento en su eje “C”, la cual una vez dopada serviría como un biomaterial con alta biocompatibilidad que podrá ser implementado in vivo para mejorar el proceso de osteoregeneración en patologías que afecten la estructura ósea.

Palabras clave — Hidroxiapatita, Nanofibras, Osteogénesis, Biocompatibilidad.

Abstract — This research consists of an extensive bibliographic analysis about the benefits of the Hydroxyapatite with crystalline preference synthesized by the hydrothermal microwave-assisted method, besides the standardization of a process of synthesis for this HAp, using as base previous publications, this with the objective that on future projects this material can be

used for ionic substitutions. The morphologic and structural analysis made for the samples made on this project prove the presence of nanofibers of HAp with crystalline preference in the “c” axis as expected, once the doping process of this biomaterial finishes, it will acquire a high biocompatibility that will improve the process of regeneration on the structural pathology of the bone.

Keywords — Hydroxyapatite, Nanofibers, Osteogenesis, Biocompatibility,



## I. INTRODUCCIÓN

La Hidroxiapatita (HAp) es el principal compuesto inorgánico de la matriz ósea, pertenece a la familia de los fosfatos de calcio (CaP) y es parte fundamental del mantenimiento de las adecuadas propiedades físico-mecánicas del hueso; su presencia durante la regeneración ósea es indispensable, ya que funciona como un biomaterial que otorga osteoconductividad, capacidad para que células óseas migren y se adhieran al material, y osteoinductividad, estimulación para la diferenciación a células precursoras de los osteoblastos (1).

Actualmente existen numerosas presentaciones comerciales de HAp [ $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{OH}_2$ ] ya sintetizada, aunque estas han demostrado tener una alta pureza, definida como un radio Ca/P de 1,67, suelen carecer de una orientación preferencial de cristalización, lo que decrementa sus propiedades mecánicas de resistencia (2). La HAp elaborada por el método de síntesis hidrotérmica asistida por microondas además de demostrar una alta pureza, es complementada por un crecimiento preferencial en las direcciones [211] y [300] estudiado mediante el difractor de Rayos X y una morfología de nanofibrillas, visualizada mediante microscopía electrónica de barrido (3).

El cambio iónico en la estructura Básica de la HAp o también denominado Dopaje, es una práctica que se lleva realizando por varios años ya que dichas modificaciones se encuentran de manera natural en el biomaterial. En el humano gran parte de los iones esenciales para el cuerpo se encuentran en forma de depósitos unidos a la materia inorgánica del hueso (4). Estos cambios tienen como objetivo el aportar iones que mejoren la osteoconductividad como es el caso de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Zn}^+$  por mencionar algunos, y en otros casos con fines antimicrobianos  $\text{Ag}^+$  y  $\text{Mg}^{2+}$  (5).

El dopaje de la HAp con el objetivo de mejorar su biocompatibilidad es un proceso que implica un análisis detallado de la celda unidad, que se define como la porción más simple de una estructura cristalina y que al ser alterada puede afectar las propiedades mecánicas intrínsecas de la Hidroxiapatita, así mismo puede propiciar la formación de fases secundarias con baja pureza como la Hidroxiapatita Carbonatada (6).

En este trabajo se tuvo como meta la recolección bibliográfica que sustentara los beneficios de la elaboración de Hidroxiapatita con cristalización preferencial, así como la creación de muestras que se utilicen para la estandarización del proceso de síntesis y que en una futura fase del proyecto procederían al Dopaje con iones de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Ti}^{4+}$  para visualizar los beneficios en la biocompatibilidad de material. También se realizó un breve análisis de los aspectos a considerar al momento de realizar dichos cambios iónicos para así elaborar una HAp que aporte las mejores condiciones para el proceso de osteogénesis y osteoremodelación en patologías que afecten la integridad del hueso.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la búsqueda bibliográfica se utilizaron artículos de múltiples bases de datos como Ebsco, Scopus, Science Direct, PubMed, Scielo, Dialnet, entre otros.

La síntesis de la hidroxiapatita se realizó con el método hidrotérmico asistido con microondas descrito en previas publicaciones (7), con base a 2 soluciones, la primera de 4g de Acido Glutámico más 1,14 g de nitrato de calcio disueltos en 200 ml durante 2 horas de agitación a  $60^\circ\text{C}$  y la segunda de 0,97 gr de Fosfato de potasio más 0,70 gr de hidróxido de potasio disueltos en 200 ml durante 10 minutos de agitación, para finalmente mezclar ambas soluciones durante 15 min. Posteriormente se introdujo 30 ml de la solución obtenida en tubos de cuarzo y se colocaron en el horno de microondas a temperatura de  $170^\circ\text{C}$  con presión de 100 bares por último se recuperaron los cristales de hidroxiapatita por medio de filtración.

Las fases cristalinas de las muestras fueron analizadas con el difractor de Rayos X de la marca Rigaku Ultima.

### III. RESULTADOS

Se Analizo el material obtenido de la síntesis con el difractómetro de rayos X observando una orientación preferencial en las direcciones cristalinas [211] y [300] con preferencia en esta última como se muestra en la Fig. 1, lo que denota un crecimiento en el eje “c” de la celda unidad de la HAp. En la microscopia electrónica de barrido (MEB) se observaron nanofibrillas alargadas como palillos como se muestra en la Fig. 2.

Fig. 1. Resultados de difractómetro de rayos X.

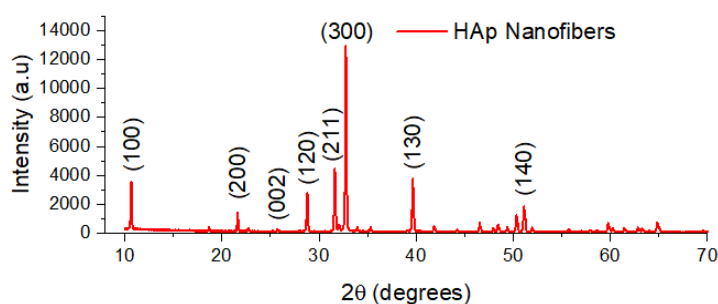
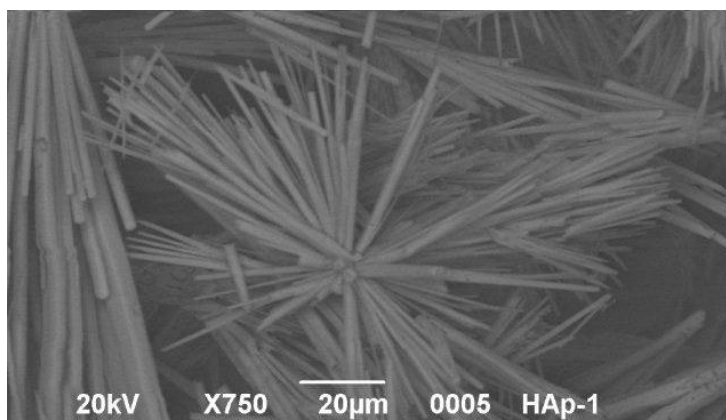


Fig. 2. Muestras observadas en el MEB.



### IV. DISCUSIÓN

La hidroxiapatita al ser el principal material inorgánico del cuerpo tiene un papel fundamental en la salud e integridad del sistema musculo esquelético, el hueso debe tener características que le permitan ser ligero y al mismo tiempo confiera la suficiente resistencia para proteger órganos vitales y soportar altos índices de estrés.

Esto es posible gracias a las propiedades fisicoquímicas de la HAp [ $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{OH}_2$ ], los calcio que la conforman se suelen clasificar el Ca1 y Ca2, el primero es fundamental para otorgar la resistencia característica de mineral, ya que además de estar unidos covalentemente a 9 átomos de oxígeno, se alinean en forma de columna sobre el eje “c” de la celda unidad que característicamente se encuentra en su forma hexagonal P63/m. El crecimiento preferencial observado en el difractómetro refleja un crecimiento en dirección del eje “c” lo cual favorece el mantenimiento de la estructura cristalina lo que ha demostrado otorgar mayor resistencia mecánica al biomaterial (8).

La importancia de la estandarización del proceso recae en mantener ese crecimiento preferencial, el cual se ha demostrado con anterioridad ser facilitado para adhesión de ácido glutámico al proceso de síntesis de la HAp (9) lo que fue demostrado durante este proyecto al realizar múltiples rondas de HAp todas con el mismo crecimiento a favor del eje “c” una vez agregado el ac. Glutámico.

La Hidroxiapatita que se encuentra en el cuerpo está sometida constantemente a cambios en su composición química, un claro ejemplo es el esqueleto de un infante, donde los huesos son elásticos y esto se relaciona con el bajo radio Ca/P a temprana edad, ya que los iones calcio se encuentran sustituidos por otros cationes y aniones (10). Posteriormente el índice Ca/P llega a índices fisiológicos pero una gran parte de la HAp se mantiene como un reservorio activo con alta capacidad de reabsorción.

La adhesión de estos iones en la HAp sintética ha demostrado facilitar la regeneración ósea en fracturas donde se ha usado una forma de cerámica a base de HAp, debido a que muchos de estos iones sirven como inductores para la diferenciación de células madre a osteocitos, además tener propiedades bactericidas que impiden la infección de los injertos.

El reto en este momento es lograr formar HAp dopada con iones metálicos que mantenga sus características estructurales, ya que se ha observado que la sustitución con iones de mayor tamaño ocasiona una tendencia a sustituir los Ca1, lo cual crea un acortamiento del eje “c” y crecimiento del eje “a” provocando que el biomaterial se incline a características amorfas (11). En otros casos como en el del Na<sup>+</sup> aunque el ion tenga un tamaño muy similar, al presentar alteración en la carga de la estructura se favorece la sustitución de otros iones Calcio con Carbonos, lo que lleva a la Hidroxiapatita carbonatada u otros compuestos con baja pureza (12).

Finalmente durante este proyecto se obtuvo un trabajo integral de múltiples áreas disciplinarias; esta investigación y el análisis que conlleva la realización, visualización, replicación de procesos de síntesis de biomaterial tuvo un alto impacto en mi formación médica actual, complementando con conocimiento de áreas que usualmente la medicina no profundiza, esto con el fin de lograr crear materiales que además de complacer las necesidades básicas actuales, superen las expectativas y mejoren la calidad de la rehabilitación médica, teniendo un impacto positivo en la economía al disminuir gastos de atención sanitaria en patologías de etiología simple pero tratamiento prolongado, como lo son las fracturas óseas.

Con este proyecto se lo lograr sentar las bases para futuras ramas de investigación la cuales aún están en vías de ser desarrolladas y que deslumbran un prometedor futuro en el área de la nanomedicina.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La Hidroxiapatita con cristalización preferencial elaborada con el método hidrotérmico asistido con microondas tiene un proceso de síntesis replicable, que conserva sus características morfológicas y estructurales.
2. El dopaje de la HAp debe tener como premisa el adecuado balance entre conservar el eje “c” de la celda unidad el cual le otorga su resistencia mecánica característica y los beneficios que otorgan los iones en el proceso de remodelación ósea.
3. La HAp elaborada en este proyecto tiene un alto potencial para su uso en cerámicas que ayudan a la regeneración ósea debido a su alto mimetismo con la apatita encontrada en el sistema óseo humano.
4. La Universidad Autónoma de Aguascalientes cuenta con Docentes que comparten áreas de investigación con este proyecto y que en un futuro pueden colaborar en pruebas que implementen el uso de la HAp dopada in vivo para demostrar los beneficios de su uso en patologías con pérdida de la continuidad ósea.

## VI. RECONOCIMIENTOS

Quiero agradecer al Dr. Rodrigo Rafael Velázquez Castillo por todo el conocimiento que ha compartido conmigo durante este verano, así como por todas las facilidades de su parte y su extraordinaria tutela. También agradezco a la Universidad Autónoma de Aguascalientes y al comité del 23° Verano de la Ciencia Región Centro por el apoyo económico otorgado. Finalmente, a mis padres, mi pareja Abigail Jauregui y al Humano Valeria Estrada.

## REFERENCIAS

1. Zhu G, Zhang T, Chen M, Yao K, Huang X, Zhang B, et al. Bone physiological microenvironment and healing mechanism: Basis for future bone-tissue engineering scaffolds. *Bioact Mater*. 2021 Nov 1;6(11):4110–40.
2. Fihri A, Len C, Varma RS, Solhy A. Hydroxyapatite: A review of syntheses, structure and applications in heterogeneous catalysis. *Coord Chem Rev*. 2017 Sep 15;347:48–76.
3. Méndez-Lozano N, Velázquez-Castillo R, Rivera-Muñoz EM, Bucio-Galindo L, Mondragón- Galicia G, Manzano-Ramírez A, et al. Crystal growth and structural analysis of hydroxyapatite nanofibers synthesized by the hydrothermal microwave-assisted method. *Ceram Int*. 2017 Jan 1;43(1):451–7.
4. Gibson IR. Natural and Synthetic Hydroxyapatites. *Biomater Sci*. 2020 Jan 1;307–17.
5. González Torres V, Hernández Guevara E, Castillo Martínez NA, Rosales Aguilar M, Díaz Trujillo CG. Antibacterial Activity Analysis of Hydroxyapatite Based Materials with Fluorine and Silver. *Mex J Biomed Eng [Internet]*. 2021 Mar 21;42(2 SE-Research Articles):49–57. Available from: <http://www.rmib.mx/index.php/rmib/article/view/1123>
6. Edén M. Structure and formation of amorphous calcium phosphate and its role as surface layer of nanocrystalline apatite: Implications for bone mineralization. *Materialia*. 2021 Jun 1;17:101107.
7. Alanís-Gómez JR, Rivera-Muñoz EM, Cervantes-Medina JS, Almanza-Reyes H, Nava- Mendoza R, Cortes-Romero C, et al. Synthesis of Micro and Nano-Sized Hydroxyapatite Fibers Through the Microwave Assisted Hydrothermal Method [Internet]. Vol. 16, *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*. 2016. p. 7557–66. Available from: <https://www.ingentaconnect.com/content/asp/jnn/2016/00000016/00000007/art00134>
8. Alonso-Sierra S, Velázquez-Castillo R, Millán-Malo B, Nava R, Bucio L, Manzano-Ramírez A, et al. Interconnected porosity analysis by 3D X-ray microtomography and mechanical behavior of biomimetic organic-inorganic composite materials. *Mater Sci Eng C*. 2017 Nov 1;80:45–53.
9. Alanís-Gómez JR, Rivera-Muñoz EM, Peza-Ledesma C, Manzano-Ramírez A, Velázquez- Castillo R. A Comparison of Mechanical Properties of Different Hydroxyapatite (HAp) Based Nanocomposites: The Influence of Morphology and Preferential Orientation. *J Nanosci Nanotechnol*. 2020 Mar;20(3):1968–76.
10. Talal A, Hamid SK, Khan M, Khan AS. 1 - Structure of biological apatite: bone and tooth. In: Khan AS, Chaudhry AABT-H of ISH, editors. *Woodhead Publishing Series in Biomaterials [Internet]*. Woodhead Publishing; 2020. p. 1–19. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978008102834600001X>
11. Ressler A, Žuži A, Ivaniševi I, Kamboj N, Ivankovi H. Ionic substituted hydroxyapatite for bone regeneration applications: A review. *Open Ceram*. 2021 Jun 1;6:100122.
12. Tabassum S. 5 - Role of substitution in bioceramics. In: Khan AS, Chaudhry AABT-H of ISH, editors. *Woodhead Publishing Series in Biomaterials [Internet]*. Woodhead Publishing; 2020. p. 117–48. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081028346000057>

## TÉCNICAS SPWM PARA INVERSORES MULTINIVEL

Flores González Fanny Sarai  
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato  
Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.  
*LIS18111270@irapuato.tecnm.mx*

José Juan Alfaro Rodríguez  
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato  
Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.  
*jose.ar@irapuato.tecnm.mx*

Resumen — En este trabajo se presenta el análisis de un inversor multinivel con topología de puentes H en cascada alimentado en voltaje. La modulación se realizará aplicando tres distintas técnicas PWM de multiportadoras triangulares denominadas disposición de fase (PD), disposición opuesta de fase (POD) y disposición opuesta alternada de fase (APOD). El inversor multinivel permite generar una señal de salida de voltaje escalonada semejante a la sinusoidal, mediante el accionamiento de ocho dispositivos de conmutación (MOSFETS) y dos fuentes de CD (simétricas o asimétricas). El arreglo permite obtener los diferentes niveles de la señal de voltaje de salida implementados mediante simulación numérica. La validación se realizó mediante software numérico para un inversor de 1KW de potencia bajo las tres técnicas de modulación y se determinó la distorsión armónica total (THD) para cada técnica, comprobándose su funcionamiento y obteniéndose la señal de voltaje y de corriente de salida multinivel.

Palabras clave — multinivel, inversor, potencia, PWM.

Abstract — This work presents the analysis of a multilevel inverter with voltage-fed cascade H-bridge topology. Modulation will be performed by applying three different triangular multicarrier PWM techniques called Phase Arrangement (PD), Opposite Phase Arrangement (POD), and Opposite Phase Alternate Arrangement (APOD). The multilevel inverter makes it possible to generate a stepped voltage output signal similar to sinusoidal, by driving eight switching devices (MOSFETS) and two DC sources (symmetric or asymmetric). The arrangement allows to obtain the different levels of the output voltage signal implemented by means of numerical simulation. The validation was carried out by means of numerical software for a 1KW power inverter under the three modulation techniques and the total harmonic distortion (THD) was determined for each technique, checking its operation and obtaining the multilevel output voltage and current signal.

Keywords —multilevel, inverter, power, PWM.

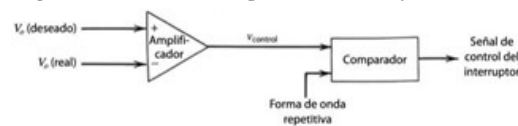
## I. INTRODUCCIÓN

Los inversores multinivel en la actualidad se usan en aplicaciones donde se requiere media o alta tensión y una mayor potencia. Los inversores generan una señal multinivel con características específicas de frecuencia y voltaje para poder ser inyectada a la red. En éste proyecto se implementa en simulación un inversor alimentado en voltaje, aplicando la técnica de modulación PWM de multiportadoras triangulares, activado mediante dispositivos de conmutación MOSFETs.

## II. MARCO TEÓRICO

En la conmutación de PWM con una frecuencia de conmutación constante, la señal de control del interruptor (encendido o apagado) se genera por medio de la comparación de un voltaje de control ( $V_c$ ) con una forma de onda periódica, como se muestra en la figuras 1. La frecuencia de la forma de señal diente de sierra, establece la frecuencia de conmutación. Esta frecuencia se mantiene constante en un control PWM y se elige dentro de un rango de unos cuantos kilohertz a cientos de kilohertz. Cuando la señal  $V_c$  es más grande que la forma de onda de diente de sierra, la señal de control del interruptor se vuelve alta, lo que causa que el interruptor se encienda. De lo contrario, el interruptor está apagado [1].

Fig 1. Señal de control comparación del voltaje de control.

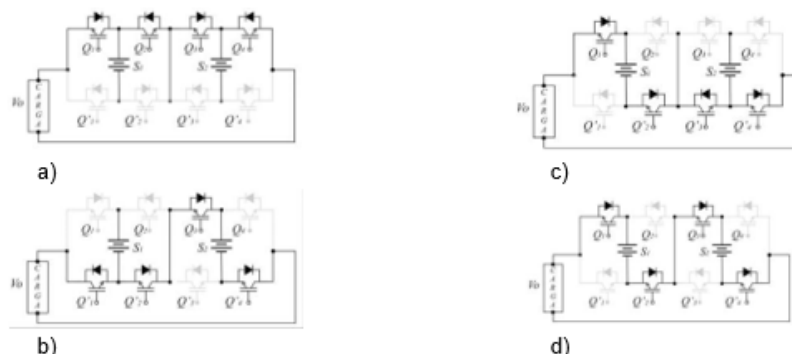


En la figura 2 se muestra un arreglo de la topología de un inversor multinivel con dos puentes H en cascada, con la que se pueden generar hasta 7 niveles de tensión. La topología presenta 4 interruptores IGBTs ( $Q_{11}$ ,  $Q_{12}$ ,  $Q_{21}$  y  $Q_{22}$ ) y 4 complementarios ( $Q_{13}$ ,  $Q_{14}$ ,  $Q_{23}$  y  $Q_{24}$ ), así como dos fuentes de voltaje de CD asimétricas  $S_1$  y  $S_2$ . Las fuentes asimétricas tienen una relación de 2 a 1.

Los modos de operación permiten generar un nivel de voltaje como los que se pueden apreciar en la figura 2. En la figura 3a) los interruptores  $Q_{11}$ ,  $Q_{12}$  y  $Q_{21}$ , se encuentran cerrados, mientras que  $Q_{13}$ ,  $Q_{14}$  y  $Q_{23}$ , son complementarios por lo que se encuentran abiertos y la tensión de salida es 0 Volts. En la figura 3b) los interruptores  $Q_{11}$ ,  $Q_{12}$  y  $Q_{23}$ , se encuentran cerrados, mientras que  $Q_{13}$ ,  $Q_{14}$  y  $Q_{21}$  son complementarios por lo que se encuentran abiertos y la tensión de salida es  $V_{S1}$  Volts. En la figura 3c) los interruptores  $Q_{11}$ ,  $Q_{12}$  y  $Q_{24}$  se encuentran cerrados, mientras que  $Q_{13}$ ,  $Q_{14}$  y  $Q_{22}$  son complementarios por lo que se encuentran abiertos y la tensión de salida es  $V_{S2}$  Volts.

En la figura 3d) los interruptores  $Q_{11}$ ,  $Q_{14}$  y  $Q_{23}$  se encuentran cerrados, mientras que  $Q_{13}$ ,  $Q_{12}$  y  $Q_{24}$  son complementarios por lo que se encuentran abiertos y la tensión de salida es  $V_{S1} + V_{S2}$  Volts.

Fig 2. Modos de operación del inversor multinivel. Combinación de interruptores para generar los voltajes a) 0 Volts b)  $V_{S1}$  Volts, c)  $V_{S2}$  Volts, d)  $V_{S1} + V_{S2}$  Volts.





De manera análoga se obtienen los diferentes modos de operación de la tabla 2, donde se observa el estado de los interruptores y sus complementarios para generar los diferentes niveles del convertidor (voltaje), donde el interruptor cerrado corresponde al estado lógico '1', mientras que el interruptor abierto corresponde al estado lógico de '0'.

Tabla 1. Tipos de letra, justificación y tamaño

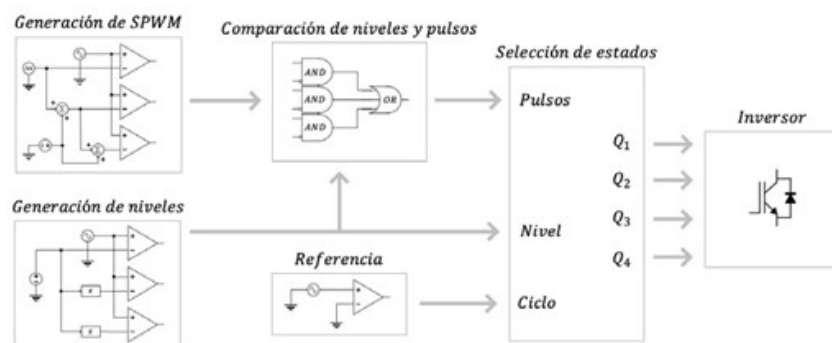
Modos de operación	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q' <sub>1</sub>	Q' <sub>2</sub>	Q' <sub>3</sub>	Q' <sub>4</sub>	Voltaje
S <sub>1</sub> +S <sub>2</sub>	1	0	1	0	0	1	0	1	3V <sub>CD</sub> /2
S <sub>1</sub>	1	0	0	0	0	1	1	1	V <sub>CD</sub>
S <sub>2</sub>	1	1	1	0	0	0	0	1	V <sub>CD</sub> /2
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-S <sub>1</sub>	0	0	0	1	1	1	1	0	-V <sub>CD</sub> /2
-S <sub>2</sub>	0	1	1	1	1	0	0	0	-V <sub>CD</sub>
-S <sub>1</sub> -S <sub>2</sub>	0	1	0	1	1	0	1	0	-3V <sub>CD</sub> /2

La figura 3 muestra el diagrama de bloques mediante el cual se obtienen las señales de control para los dispositivos de conmutación bajo la técnica de modulación LSC-PWM. Como se aprecia en la figura 4, las señales que determinan la activación de los interruptores son:

- (nn) Nivel.- Determina entre que niveles se deben generar las transiciones.
- (p) Pulsos.- Esta señal determina en qué momento se debe cambiar a un nivel de voltaje superior o inferior.
- (c) Ciclo.- Determina en qué momento se cambia del semiciclo positivo al negativo.

Para generar la señal "pulso" se emplea la comparación de las señales multiportadoras con la sinusoidal de referencia y una lógica combinacional. Esta señal determina un salto de nivel, cuando se mantiene en el mismo nivel y cuando se cambia a un nivel superior.

Fig 3. Diagrama de bloques de las señales de control para activación de los dispositivos de conmutación.



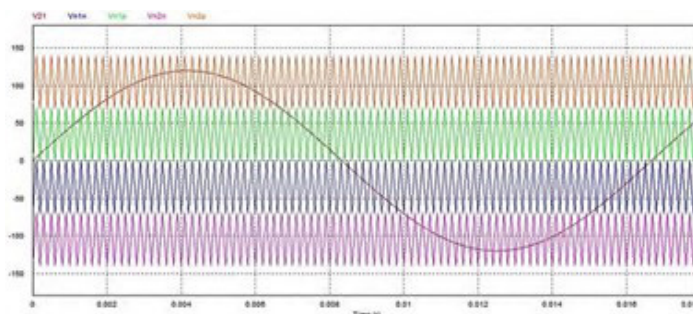
La codificación para los estados de operación, la generación de la señal pulso, el ciclo y la elección del modo de operación de acuerdo al nivel se detallan en [2].

La señal portadora es una señal montada a un cierto nivel de dc que se le denomina "offset", por lo que, teniendo varias señales, con la misma amplitud pero diferentes offsets se les denomina multiportadoras. Como puede verse en la figura 4 se tienen varias señales triangulares con una amplitud de 70, sin embargo, estas señales tienen diferentes offset, es decir la señal en verde tiene un offset de 0, por lo que llega de 0 a 70, la señal naranja tiene



un offset de 70 lo que permite que llegue de 70 a 140, la azul tiene un offset de -70 por lo que llega de 0 a -70 y la señal en rosa tiene un offset de -140 por lo que llega desde -70 a -140. Lo que permite que la onda senoidal tenga un cruce en algún punto con alguna de las señales.

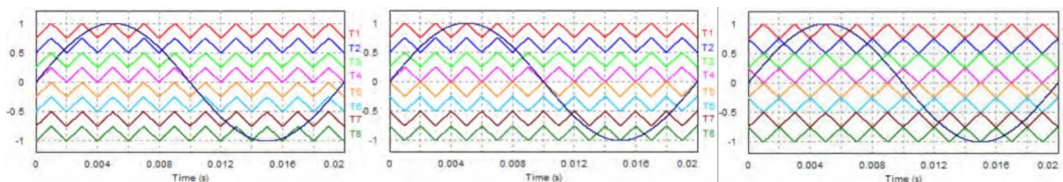
Fig 4. Señales multiportadoras comparadas con una señal senoidal.



Las técnicas PWM de portadoras triangulares se pueden clasificar en los siguientes grupos según [4-6]:

- Disposición de Fase (PD): todas las portadoras están en fase. Figura 5a).
- Disposición Opuesta de Fase (POD): Todas las portadoras arriba del punto de referencia cero están  $180^\circ$  desfasadas con respecto a las portadoras por debajo del nivel cero. Figura 5b).
- Disposición Opuesta Alternada de Fase (APOD): Cada portadora está desfasada  $180^\circ$  con respecto a su portadora adyacente. Figura 5c).

a) Técnica PD      b) Técnica APOD      c) Técnicas PWM  
Fig 5. Técnicas de PWM de portadoras triangulares



### III. MATERIALES Y MÉTODOS

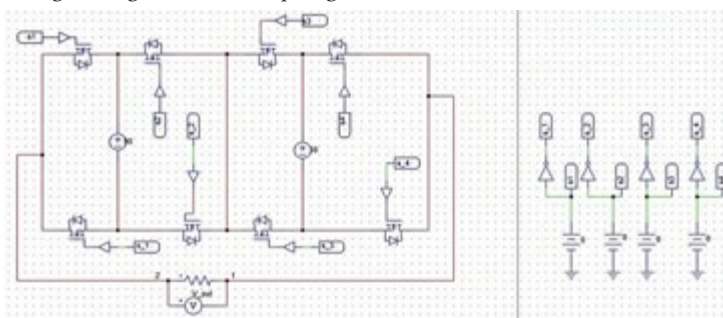
Para realizar el trabajo se consideran 3 etapas básicas para entender el funcionamiento del inversor multinivel, estas etapas se van analizando para generar la señal multinivel de voltaje de salida mediante la técnica de control de conmutación PWM.

- Operación de inversor multinivel: describe el accionamiento de los dispositivos de conmutación y el comportamiento del inversor
- Generar las técnicas SPWM denominadas PD, POD y APOD.
- La tercera etapa consiste aplicar técnicas PD, POD y APOD al inversor puentes H en cascada y obtener la señal multinivel de salida.

### IV. RESULTADOS

Para el arreglo se toma en cuenta la configuración de puentes H en cascada mostrada en la figura 6. Los MOSFET  $s_1$  a  $s_4$  se llaman complementarios ya que se activan de manera opuesta a  $s_1$  a  $s_4$ . La señal de salida  $V_{out}$  depende de la activación de los interruptores para dar el voltaje de salida.

Fig 6. Arreglo de MOSFETs para generar escalones con combinaciones binarias.

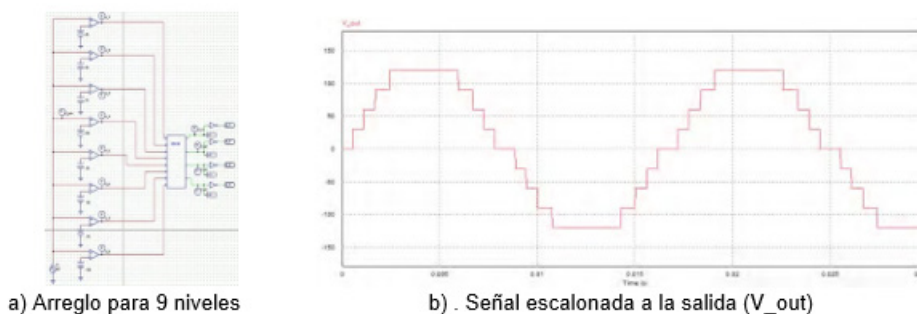


Para generar una señal escalonada multinivel, es necesario activar los MOSFET en una determinada secuencia. En la figura 7, se puede apreciar una serie de comparaciones de la señal senoidal de referencia con diferentes niveles de DC, lo cual permite determinar el nivel al cual le corresponde la activación de los MOSFETs, (secuencia binaria) que se genera de los comparadores y que se configura en el bloque de programación SSCB1, el cual activa los MOSFETs indicados con las etiquetas s\_1 a s\_4 y s1 a s4.

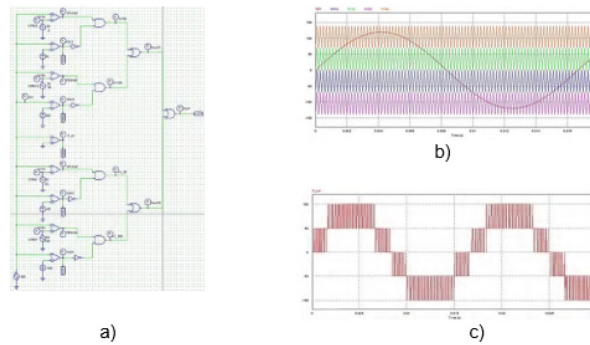
Para determinar el número de niveles se determina el valor de las fuentes de DC. Si son iguales se pueden obtener 5 niveles ( $VDC1=VDC2$ ), si su relación es del doble ( $VDC1=2VDC2$ ) se pueden generar 7 niveles y si su relación es del triple ( $VDC1=3VDC2$ ) se pueden generar 9 niveles.

Para obtener una señal de 9 niveles se consideran las referencias de referencia de 25V, 50V, 75V y 100V, en el semiciclo positivo y los mismos niveles negativos para el semiciclo negativa, además  $VDC1=90V$  y  $VDC2=30V$ . Por lo que, el arreglo en la simulación de los comparadores puede verse en la figura 7a). Al tener dos fuentes de diferente valor se generan los 9 niveles: -120, -90, -60, -30, 0, 30, 60, 90 y 120. En la figura 7b), se puede apreciar la señal multinivel escalonada.

a) Arreglo para 9 niveles      b) . Señal escalonada a la salida ( $V_{out}$ )  
Fig 7. Arreglo de comparadores y voltaje multinivel de salida para inversor puentes H en cascada

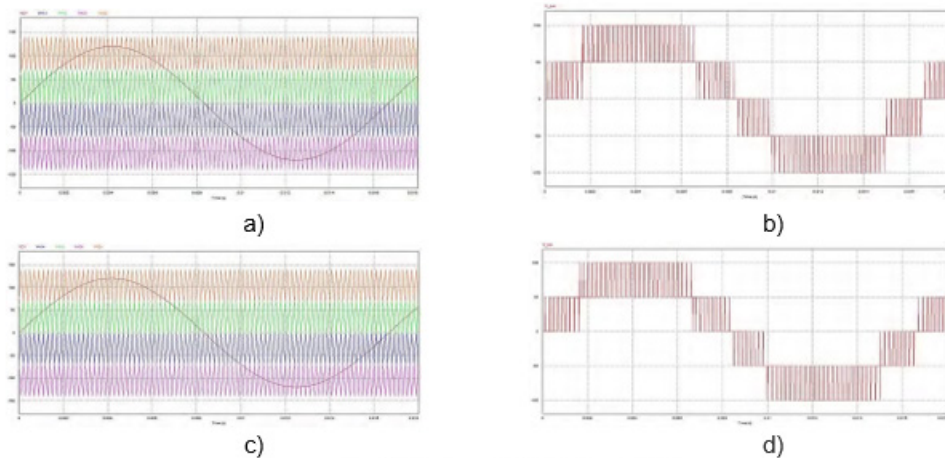


Aplicando la técnica SPWM a un inversor de 5 niveles ( $VDC1=70V$  y  $VDC2=70V$ ) mediante el arreglo mostrado en figura 8c, se obtienen las multiportadoras de la figura 8b), que corresponden a la técnica PD. Las señales triangulares consideradas tienen una amplitud de 70V con la intención de que revase el nivel máximo en la señal senoidal de 120V como puede verse en la figura 8b). La señal multinivel aplicando la técnica PD se puede apreciar en la figura 8c).

Fig 8. Señal escalonada a la salida ( $V_{out}$ ) del arreglo.

Aplicando las técnicas POD y APOD al mismo inversor de 5 niveles se obtuvieron las señales mostradas en la figura 9. La señal que se muestra en la figura 9a) corresponde a la técnica POD y la de la figura 9b) es la señal multinivel. La figura 9c) corresponde a la técnica APOD, teniendo como señal multinivel la de la figura 9d).

Fig 9. Técnicas PWM POD y APOD.



## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

El trabajo realizado presenta la aplicación de las diferentes técnicas PWM de multiportadoras, validadas mediante simulación numérica y obteniendo la distorsión armónica total (THD de sus siglas en inglés). Se aplicaron las técnicas PD, POD y APOD a un inversor de 5 niveles, los resultados de THD obtenidos a la frecuencia fundamental de la red eléctrica de 60Hz, se muestran en la tabla 2, donde se puede observar que la técnica PD presenta menor distorsión en comparación a las otras dos técnicas.

Tabla 2. Análisis de distorsión (THD) de las técnicas PWM.

Modos de operación	Voltaje
PD	$3.5749370 \times 10^{-1}$
POD	$3.5757987 \times 10^{-1}$
APOD	$3.5764716 \times 10^{-1}$

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el trabajo presentado se ha desarrollado en simulación un inversor multinivel de puentes H en cascada de 5 niveles, tomando en cuenta las técnicas de modulación SPWM, conocidas como PD, POD y APOD. Los resultados obtenidos demuestran que para inyectar energía a la red es recomendable que la señal tenga poca THD, por lo que la técnica PD puede ser recomendada ya que se obtiene una menor distorsión en comparación a las técnicas POD y APOD.

Además el desarrollo de este proyecto, me ha permitido ampliar mis conocimientos en el área de inversores multinivel y las técnicas PWM y el colaborar con investigadores y conocer sus proyectos me ha permitido abrir una puerta en el campo de la investigación.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, al Comité Organizador del Verano de la Ciencia de la Región Centro por las facilidades otorgadas para la realización de la estancia de verano, así como al profesor M.C. José Juan Alfaro Rodríguez por su tiempo, dedicación y apoyo para culminar con este proyecto.

## REFERENCIAS

- [1] N. Mohan, *Electrónica de Potencia. Convertidores, aplicaciones y diseño*, México D.F.: McGrawHill, 2009.
- [2] J. R.-R. N. V. J. J. A.-. R. A. D. H. J. C. Lopez, «Eight levels multilevel voltage source inverter modulation technique,» *Trans. Latin American*, vol. 16, n° 4, pp. 1121-1127, 2018.
- [3] M. H. Rashid, *Electrónica de potencia Circuitos, dispositivos y aplicaciones*, México: Prentice Hall, 1995.
- [4] L. J. B. a. V. G. A. M. Calais, «Analysis of multicarrier PWM methods for a single-phase five level inverter,» *de Power Electronics Specialists Conference, 2001. PESC. 2001 IEEE 32nd Annual*, 2001.
- [5] B. P. M. a. D. G. Holmes, *Multicarrier PWM strategies for multilevel inverters*, *Industrial Electronics, IEEE Transactions on*, vol. 49, 2002.
- [6] D. G. H. a. T. A. Lipo, *Pulse width modulation for power converters: principles and practice*, John Wiley & Sons, 2003.

# CONVERTIDORES CD-CD COMO INTERFASE DE BATERÍAS ION-LITIO PARA APLICACIONES AUTOMOTRI- CES

Leopoldo Guadalupe Porras Rodríguez  
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón  
Blvd. Del Valle #2301, Guardarrayas Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413  
*Lrs17110552@purisima.tecnm.mx*

Ma. Guadalupe Ortiz López  
Universidad Politécnica de San Luis Potosí  
Av. Urbano Villalon 500, Colonia la Ladrillera, San Luis Potosí.  
*guadalupe.ortiz@upslp.edu.mx*

Resumen — En este trabajo se presenta un análisis de cuatro convertidores CD-CD para determinar cuál de ellos es la mejor opción para utilizarse como interfase entre una batería Ion-litio y la carga, para posibles aplicaciones en vehículos eléctricos. Inicialmente se identifican las principales características de las baterías de Ion-Litio, así como su uso actual en diferentes modelos de automóviles. Para el análisis de los convertidores se calcula el valor de sus componentes y posteriormente se realiza la simulación de cada uno de ellos, observando sus formas de onda de voltaje y corriente con respecto a la fuente de alimentación en base a las cuales es posible determinar cuál presenta las mejores características para la aplicación propuesta.

Palabras clave — Convertidor CD-CD, vehículos eléctricos, baterías Ion-Litio.

Abstract — This work presents an analysis of four DC-DC converters to determine which of them is the best option to use as an interface between a Lithium-Ion battery and the load for possible applications in electric vehicles. Initially, the main characteristics of Lithium-Ion battery were identified, as well as their current use in different car models. For the analysis of the converters, the value of their components is calculated and then the simulation of each of them is performed, observing their waveforms voltage and current with respect to the power supply based on which it is possible to determine which provide the best characteristics for the proposed application.

Keywords — DC-DC converter, electric vehicles, Lithium-Ion batteries.



## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos 15 años las baterías de Litio han encontrado múltiples aplicaciones en diversos campos como lo son los sistemas de telecomunicaciones, equipos médicos, herramientas, equipos de cómputo, dispositivos móviles, así como en vehículos automotrices híbridos o eléctricos.

Debido a la preocupación por la situación ambiental se ha optado por buscar maneras de reducir el impacto ambiental, gracias a esto, se ha incrementado el desarrollo de vehículos híbridos y eléctricos, estos vehículos usan como fuente de alimentación las baterías de litio. Las baterías juegan un rol importante dentro de la industria automotriz, en la economía mundial y en el desarrollo sustentable, ya que la por el momento aún no hay alguna fuente de energía que pueda sustituir las baterías de litio, es indispensable buscar formas de hacer optimo su uso en los vehículos, de esta manera sacar el mayor provecho posible. Se estima que para el año 2025 el mercado de estas baterías alcanzara los 105 mil millones de dólares, teniendo un incremento del 6.63% en tasa de crecimiento anual en los próximos 9 años [1].

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo es realizar una recopilación, una recopilación de las características que en la actualidad presentan las baterías de litio utilizadas como fuentes de alimentación, para posteriormente realizar un estudio comparativo para posteriormente realizar un estudio comparativo sobre los diversos convertidores CD-CD que sirven para acondicionar su energía encontrando cuales de estos resultan más adecuados como interfase entre dicha fuente de voltaje y la carga que alimentan.

## II. MARCO TEÓRICO

La batería de un automóvil es un dispositivo que transforma energía química en energía eléctrica. Está compuesta por la combinación de celdas las cuales en base a los elementos que las forman crean una capacidad de corriente y voltaje específica. La batería de un automóvil eléctrico es fundamental, ya que esta determina la autonomía, la entrega de energía al motor, el peso y el diseño del automóvil.[2]

Las baterías de Ion-Litio cuentan con excelentes características de rendimiento, peso y vida útil. Destacan por la mayor densidad de energía por centímetro cúbico, no presentan efecto memoria lo que permite un mayor número de ciclos de carga, pesan 4 veces menos que las baterías de plomo y tienen una mayor durabilidad que cualquier otro tipo de batería [3], sin embargo la frecuencia del rizo de la corriente que producen afecta sus expectativas de vida. Actualmente el 99% de automóviles eléctricos usan este tipo de baterías.[2]

Desde la aparición comercial de las baterías de Litio han ido ocupando un lugar, específicamente en los dispositivos móviles, desde el año 2004 los dispositivos móviles (Teléfonos, audífonos inalámbricos, bocinas inalámbricas, laptops, etc.). Las baterías para teléfonos móviles suponen el 81% del mercado global.

El campo automotriz había buscado el desarrollo de un automóvil 100% eléctrico, esto no había sido posible hasta la llegada de las baterías Ion-Litio, ya que ningún otro tipo de batería satisfacía las necesidades de autonomía y eficiencia requeridas. Las baterías de Ion-Litio han permitido el desarrollo de autos eléctricos e híbridos, esto gracias a la alta potencia, larga vida y gran capacidad de estas baterías. [4]

A continuación, se presenta una tabla mostrando modelos de automóviles eléctricos que usan baterías de litio

Tabla 1 Características de algunos automóviles eléctricos. Tomado de [ 5]

Modelo	Tipo de batería	Autonomía por carga	Potencia máxima	Batería
Opel Corsa-e (2020)	Ion-Litio	330 Km	136 CV	50 KWh
Peugeot e-208 (2019)	Ion-Litio	330 Km	136 CV	50 KWh
Volkswagen e-Golf (2017)	Ion-Litio	232 Km	136 CV	35.8 KWh
Nissan LEAF (2018)	Ion-Litio	220 Km	150 CV	40 KWh
BMW i3 (2018)	Ion-Litio	260 Km	170 CV	42.2 KWh
Ford Mustang Mach-E (2020)	Ion-Litio	600 Km	269 CV	68 KWh

### Convertidores CD-CD

Estos convertidores pertenecen a la rama de la electrónica de potencia, la cual se encarga del procesamiento y control de la energía eléctrica mediante el uso de dispositivos semiconductores capaces de conmutar de forma controlada. Los convertidores CD-CD varían la tensión de salida con respecto a la tensión de entrada aun cuando esta tenga un valor constante [6] Por lo tanto, podrán ser usados para regular el voltaje de las baterías Ion-Litio buscando así mismo no dañar o disminuir el tiempo de vida de estas. Los cuatro tipos de convertidores analizar son:

Reductor (Buck): Permite obtener un voltaje menor respecto a la entrada sin invertir la polaridad.

Elevador (Boost): Permite obtener un voltaje mayor respecto a la entrada sin invertir la polaridad.

Reductor-Elevador (Buck-Boost): Permite obtener tensiones de salida mayores o menores con respecto a la entrada dependiendo el ciclo de trabajo. Invierte la polaridad.

Sepic: La tensión de salida puede ser mayor o menor con respecto a la entrada dependiendo al ciclo de trabajo. No invierte la polaridad.

### III. METODOLOGÍA

Por medio de las relaciones fundamentales que rigen el funcionamiento de los cuatro convertidores citados se realizó el cálculo de los elementos que los forman: inductores, capacitores, transistores Mosfet, diodos y resistencia para modelar la carga.

Una vez que se tuvieron diseñados los convertidores con los valores apropiados se procedió a representarlos mediante el software Multisim para analizar su funcionamiento. Se optó el uso de este software Mutisim debido a que se ha trabajado con este en diversas prácticas en la universidad y adicionalmente presenta valores muy cercanos a los que se tienen de manera física por lo que, gracias a esto es posible observar los valores y formas de ondas de corriente y voltaje altamente similares a los que se presentan en un circuito físico de cada convertidor para de esta forma determinar el convertidor CD-CD más conveniente para usar en automóviles eléctricos.

A continuación, se presentan las simulaciones correspondientes de cada convertidor, en estas se puede apreciar los voltajes de entrada y salida.

Simulacion convertidor CD-CD Buck

Entrada: 48 Volts Salida: 11 Volts

Simulacion convertidor CD-CD Boost

Entrada: 12 Volts Salida: 36 Volts



Fig. 1 Convertidor CD-CD Buck.

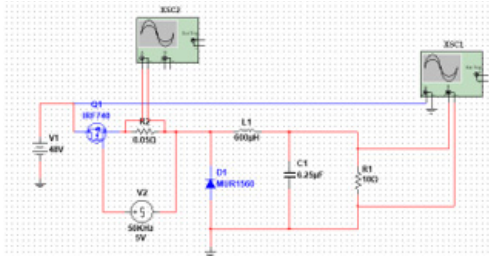


Fig.2 Convertidor CD-CD Boost.

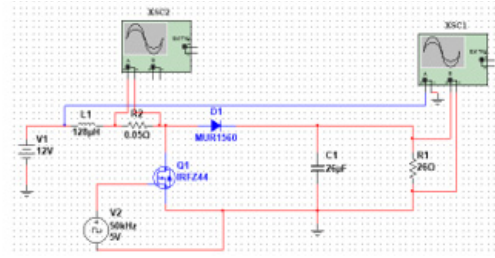
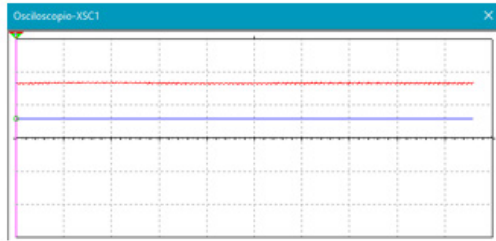
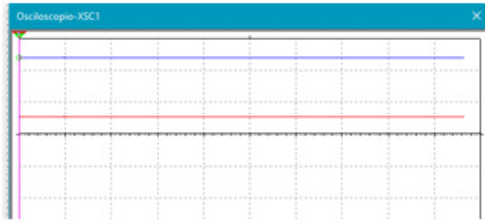


Fig. 3 Voltaje Fuente 48 volts (Azul) y voltaje a la salida (Rojo) 11 volts. Eje Y 20 volts/Div

Fig. 4 Voltaje Fuente 48 volts (Azul) y voltaje a la salida (Rojo) 11 volts. Eje Y 20 volts/Div



Simulacion Convertidor CD-CD Buck-Boost  
 Entrada: 24 Volts Salida: -23 Volts

Simulacion Convertidor CD-CD SEPIC  
 Entrada: 10 Volts Salida: 9 Volts

Fig. 5 Convertidor Buck-Boost.

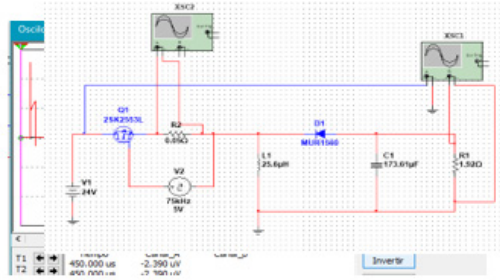
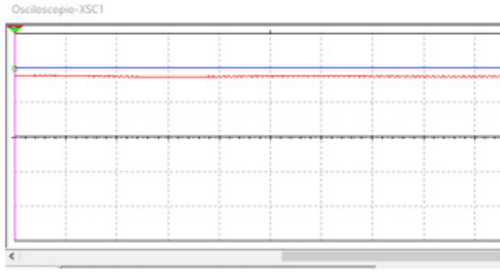
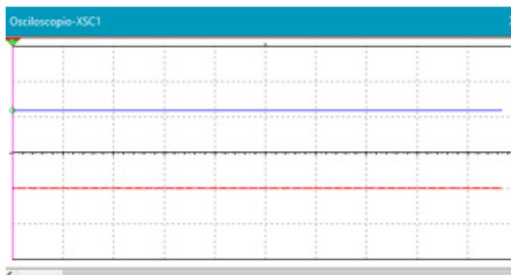


Fig.6 Convertidor Sepic.



Fig. 7 Voltaje Fuente 24 volts (Azul) y voltaje a la salida (Rojo) 23 volts. Eje Y 20 volts/Div

Fig. 8 Voltaje Fuente 10 volts (Azul) y voltaje a la salida (Rojo) 9 volts. Eje Y 5 volts/Div



## IV. RESULTADOS

Fig.9 Corriente en la fuente convertidor Buck.  
Fig.10 Corriente en la fuente convertidor Boost.

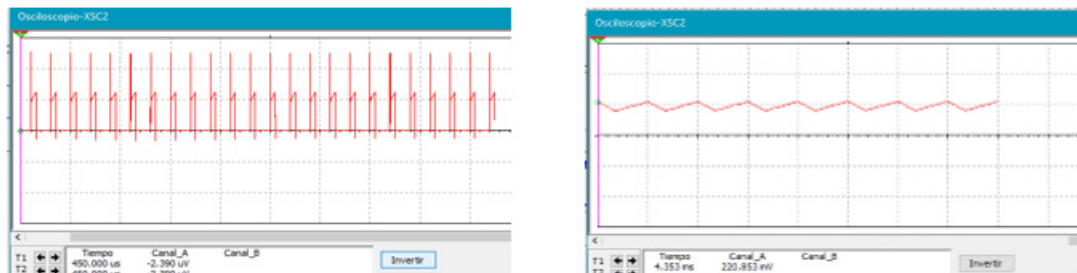
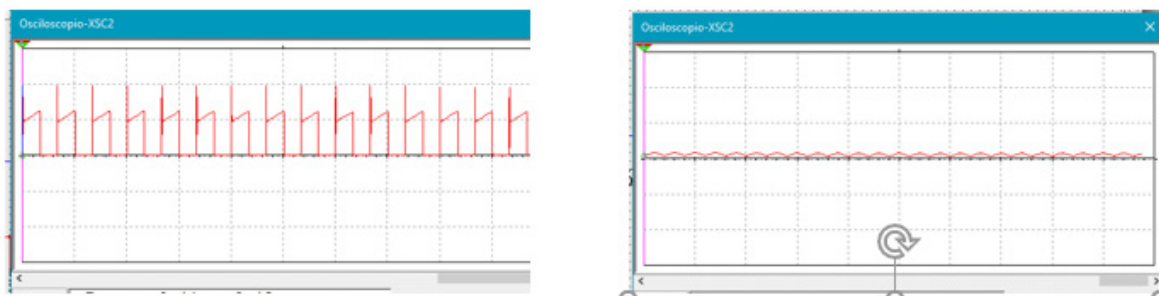


Fig. 11 Corriente en la fuente convertidor Buck-Boost.  
Fig. 12 Corriente en la fuente convertidor Sepic.



## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

En las gráficas de Fig.9 a la Fig.12 se muestra la forma de onda de la corriente de entrada de los cuatro tipos de Convertidores CD-CD analizados. Como se puede observar cada uno de ellos presenta formas de onda diferentes, aun cuando todos presentan el funcionamiento teórico descrito. Para determinar que convertidor satisface las necesidades para la aplicación propuesta se considera tanto la forma de onda de la corriente de entrada como el valor de voltaje que se obtiene a la salida. Se observó que en los convertidores CD-CD cuyo inductor está conectado directamente a la entrada de la fuente no se presenta una corriente pulsante ya que el inductor atenúa los picos en la corriente. Sin embargo, debido a que se requiere tener a la salida tener la posibilidad de elevar o reducir el valor del voltaje, el convertidor Boost no es una opción viable, por lo tanto, el más adecuado para la aplicación propuesta será el convertidor Sepic.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Es posible calcular los elementos eléctrico-electrónicos (inductores, capacitores, mosfet y diodos) utilizados para la construcción de un Convertidor CD-CD por medio de técnicas basadas en circuitos eléctricos. Una vez determinados, la siguiente etapa será simular su comportamiento mediante software, ya que permite predecir el funcionamiento del convertidor de una manera muy aproximada al que presenta uno implementado físicamente. En el caso del trabajo realizado el software, Multisim National Instruments.

Se verifica que no solo es importante la relación de transformación entre el voltaje de entrada y la salida, sino que también es necesario analizar las formas de onda de los voltajes y de las corrientes ya que estos pudieran dañar tanto a la fuente de entrada como a la carga a la que se conectan. En el caso de baterías de litio una corriente pulsante puede disminuir su vida útil.

Para la aplicación propuesta se encuentra que el convertidor más apropiado como interfase es el convertidor Sepic, ya que permite obtener el voltaje con las características requeridas y además la corriente no daña la fuente al no ser pulsante.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTO)

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico de Purísima del Rincón, a la Universidad Politécnica de San Luis Potosí y sobre todo a la Dra. Ma. Guadalupe Ortiz López que sin su apoyo este trabajo sería posible.

## REFERENCIAS

- [1] “Global Battery Market Trends, Share, Size, Stats & Analysis 2019-2027.” [Online]. Available: <https://www.inkwoodresearch.com/reports/globalbattery-market/>. [Accessed: 27-jun-2020].
- [2] Autofácil, “¿Qué tipos de baterías para coches eléctricos existen? - Autofácil,” Autofacil.es, 29-Oct-2020. [Online]. Available: <https://www.autofacil.es/coches-electricos-e-hibridos/tipos-baterias-coches-electricos-existen/192306.html>. [Accessed: 29-Jun-2021].
- [3] Battery Systems for Electric Energy Storage Issues. Association of European Automotive and Industrial Battery Manufacturers. [Accessed jul. 01, 2021].
- [4] Savoye F., Venet P., Millet M., and Groot J.: “Impact of periodic current pulses on Li-Ion battery performance” IEEE Trans. Indus. Electron., num. 59, vol. 9, 2012.
- [5] “Revista de coches, Novedades Y pruebas DE COCHES. Reportajes, NOTICIAS Y artículos técnicos.,” Revista de coches, novedades y pruebas de coches. Reportajes, noticias y artículos técnicos. [Online]. Available: <https://www.km77.com/>. [Accessed: 29-Jul-2021].
- [6] D. W. Hart.; “Introducción a la Electrónica de Potencia”, 1era. edición, Prentice Hall, 2008.

## DISEÑO DE UNA PRENSA HIDRÁULICA

Oscar Sebastián Martínez Rojas  
 Universidad Politécnica de Querétaro  
 Carretera Estatal 420 SN, El Marqués Querétaro CP 76240  
*019029528@upq.edu.mx*

Julio Rojo Hernández  
 Universidad Politécnica de Querétaro  
 Carretera Estatal 420 SN, El Marqués Querétaro CP 76240  
*julio.rojo@upq.mx*

Resumen — A lo largo del proyecto, la idea de diseñar y manufacturar una prensa hidráulica de diseño, ergonómico y práctico, que pueda replicarse dentro del país es esencial. El desarrollo del presente proyecto, muestra los planos de los principales componentes, de una prensa hidráulica con el objetivo de ejecutar las operaciones de troquelado con la calidad demandada, este punto es vital y esencial para pequeñas y medianas empresas proveedoras de la industria y puedan equiparse con equipos capaces de producir las especiaciones técnicas de la industria de autopartes, electrodomésticos, aeronáutica, etc. Este tipo de prensas, los trabajos que pueden desarrollar son: embutidos, doblez en L, doblez en U, trabajos de ensamble y desensamble.

Palabras clave — Replicable, prensa hidráulica, porta matriz, porta punzón, cilindro

hidráulico, unidad hidráulica, troquel, embutido.

Abstract — Throughout the project, the idea of designing and manufacturing a design, ergonomic and practical hydraulic press that can be replicated within the country has been essential. The development of this project shows the drawings of the main components, of a hydraulic press with the aim of executing the stamping operations with the demanded quality, this point is vital and essential for small and medium-sized suppliers of the industry and can be equipped with equipment capable of producing with the technical speciation of the auto parts, electrical appliances, aeronautics, etc. industry. This type of presses, the jobs that can develop are: sausages, L-bend, U-bend, assembly and disassembly work.

Keywords — Replicable, hydraulic press, die holder, punch holder, hydraulic cylinder, hydraulic unit, die, drawing.

## I. INTRODUCCIÓN

La elaboración de este tipo de prensa hidráulicas es de suma importancia para la elaboración de productos propios, es por ello que el proyecto tiene como objetivo realizar el diseño e ingeniería de una prensa hidráulica para pequeña y mediana industria.

## II. MARCO TEÓRICO

Las prensas son máquinas esenciales para la manufactura de partes, automotrices, electrodomésticos, industria eléctrica, electrónica, etc. se utilizan para elaboración de un sinnúmero de partes o ensambles, para todo tipo de industria, el trabajo diseño de una prensa hidráulica para pruebas destructivas aplicadas a soldadura muestra un panorama del tipo de prensas y sus principales fabricantes [1] y se centra en calcular la capacidad de la prensa, para el momento que alguien se interese, es recomendable referirse a este trabajo, para la selección del cilindro hidráulico, así con la unidad hidráulica, otro punto de apoyo el prontuario de máquinas para determinar la características geométricas en el diseño y los ajustes de ensamble requeridos [2].

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de los planos de este trabajo, se inició con un diseño conceptual de una prensa, para posteriormente dibujar cada parte utilizando la técnica de diseño descendente. La figura 1, muestra el diseño conceptual y diseño final de la prensa hidráulica, mientras que la tabla 1 muestra la relación de componentes y los materiales.

Fig. 1. a) Diseño conceptual y b) Diseño final de la prensa hidráulica.

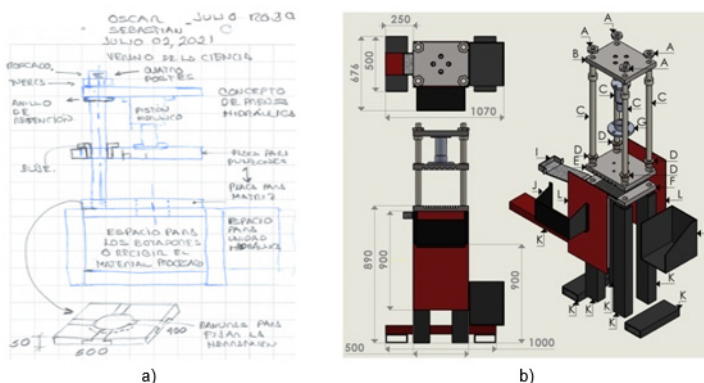


Tabla 1. Relación de componentes y los materiales

Componente	Material	Letra
Tuercas	AISI 1020	A
Placa porta cilindro	AISI 1020	B
Poste	4140T	C
Buje	Bronce -fosforado	D
Placa porta punzones	AISI 1020	E
Placa porta matriz	AISI 1020	F
Porta émbolo	AISI 1020	G
Espacio para la unidad hidráulica	Lamina A36	H
Rampa	Lamina A36	I
Caja frontal	Lamina A36	J
Estructura de apoyo	PTR - Pesado	K
Tapas	Lamina A36	L

La figura 2 placa porta punzones, su función es soportar la placa superior de un troquel o los punzones, la figura 3 placa porta matriz, tiene como función soportar la base de un troquel o una matriz, la figura 4 placa porta cilindro, tiene como función soportar el pistón en la parte superior de la prensa, cuya función es ejecutar el trabajo en el eje vertical, la figura 5 porta embolo, tiene como fin enlazar el pistón con la placa porta punzones, figura 6 a) buje y b) poste, le dan estructura a la prensa y tiene como función deslizar y guiar la placa porta punzones en el eje vertical, figura 7 tolva, tiene como función recibir recortes de material o producto terminado, figura 8 a) caja frontal y b) espacio para unidad hidráulica, tiene como función guardar la herramienta y para colocar la unidad hidráulica, como se trata de una prensa que realice troquelado de precisión, se puso énfasis en la tolerancias dimensionales y geométricas [2] para lograr una buena manufactura y en los ajustes finos [2] que permitan los movimientos verticales con la menor juego entre los componentes, con especial interés en la placa porta punzones, la cual ejecuta la función de transmitir la fuerza que transforma la lámina, la obtención de la geometría se logra cuando la lámina que se coloca entre punzón y matriz esta se deforma, obteniendo la geometría que tiene el punzón y matriz.

Fig. 2. Placa porta punzones.

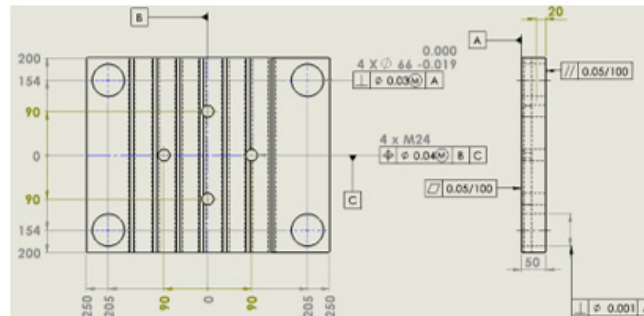


Fig. 3. Placa porta matriz.

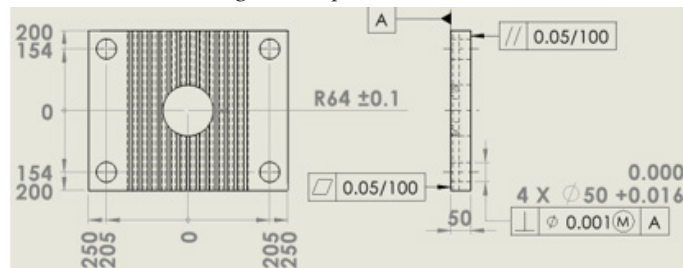


Fig. 4. Placa porta cilindro.

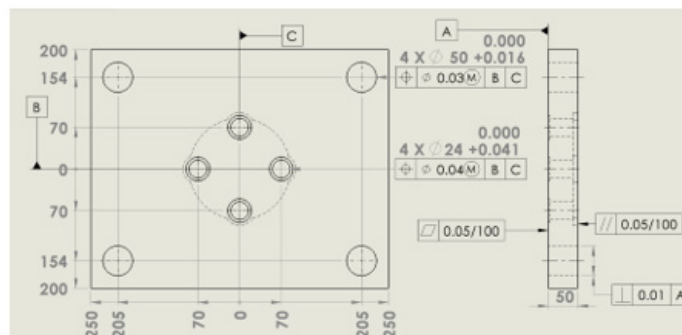




Fig. 5. Porta émbolo.

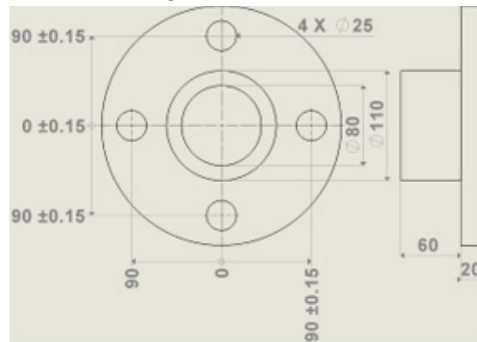


Fig. 6. a) Buje y b) Poste.

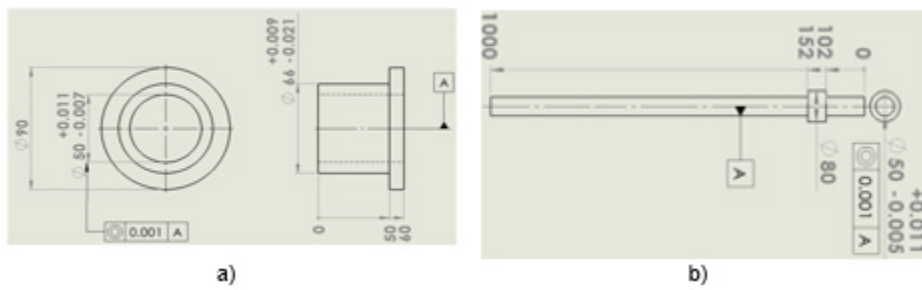


Fig. 7. Rampa.

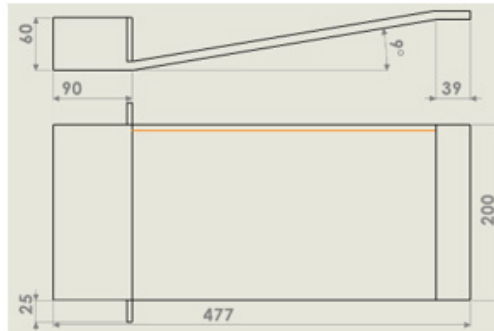
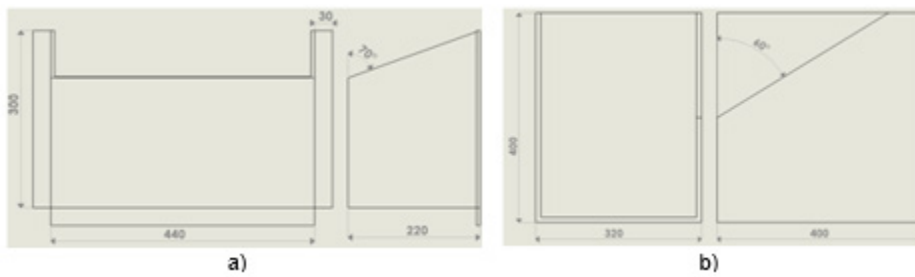


Fig. 8. a) Caja frontal y b) Espacio para la unidad hidráulica.





#### IV. RESULTADOS

De acuerdo a lo planeado se presenta en la figura 1, el diseño conceptual y de la figura 2 a la figura 8 se presentan los planos de detalle que componen la prensa, para ello se puso especial énfasis en su dimensionamiento, así mismo en acotación, que se realizó tomando en cuenta el uso tolerancias dimensionales y geométricas, para garantizar un funcionamiento adecuado y los trabajos a realizar en este tipo de máquina puedan ser de precisión.

#### V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Para lograr que muchas empresas pequeñas se inserten en la proveeduría, ya sea de la industria automotriz, aeronáutica, de electrodomésticos, electrónica, etc. requieren contar con máquinas como la diseñada, esto puede tener como beneficio lograr un auto equipamiento, acorde a los presupuesto de cada empresa, por lo que este trabajo se pueden seguir perfeccionando respecto al diseño de la prensa e incursionar en modelos para tareas específicas.

#### VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se recomienda construir la prensa para ganar experiencia y aprender a diseñar nuestra propia maquinaria, en función de las necesidades de las pequeñas y medianas empresas. La continuación de este proyecto sería determinar la capacidad de la prensa hidráulica, selección del cilindro hidráulico y su unidad hidráulica [4].

#### VII. RECONOCIMIENTOS

El presente proyecto se llevó a cabo gracias al interés de la Universidad Politécnica de Querétaro, por desarrollar capital humano orientado al desarrollo tecnológico e investigación, con el objeto de desarrollar talentos jóvenes.

#### REFERENCIAS

- [1] J. E. Badillo Conde y J. D. Marino García, Diseño de una prensa hidráulica para pruebas destructivas aplicadas a soldadura, México, 2018.
- [2] N. Larburu Arrizabalaga, Máquinas prouuario técnicas máquinas herramientas, Madrid: Paraninfo, 2010.
- [3] D. E. Puncochar, Interpretation of Geometric Dimensioning and Tolerancing, New York: Industrial Press Inc., 1996.
- [4] U. Fawaaid, DESIGN AND FINITE ELEMENT ANALYSIS OF 100 TONS, YOGYAKARTA, 2017.

# FABRICACIÓN DE UN ANDAMIO HECHO DE VIDRIO BIOACTIVO/AG PARA APLICACIONES EN TEJIDO EPITELIAL CAUSADAS POR QUEMADURAS

Frida Sofía Andrade Sierra  
Universidad Autónoma de Querétaro  
Cerro de las Campanas s/n, Santiago de Querétaro, Qro.  
*fandrade10@alumnos.uaq.mx*

Criseida Ruiz Aguilar  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Blvd. Juriquilla 3001, Santiago de Querétaro, Qro.  
*criseia@unam.mx*

Resumen — En el presente trabajo se hace una propuesta de metodología de investigación de la fabricación de un andamio hecho de vidrio bioactivo dopado con plata para aplicaciones en tejido epitelial causado por quemaduras. Se revisaron varios artículos científicos para llevar a cabo el desarrollo de la presente propuesta, así como, se indagó en varias metodologías para la fabricación del andamio. De acuerdo a las ventajas, costos y propiedades mecánicas que confería el método de fabricación y los biomateriales se llegó a la conclusión de que la impresión 3D en biomateriales para el desarrollo del andamio es el método que cumple con los requisitos para llevar a cabo el presente proyecto.

Palabras clave — Vidrios Bioactivos, andamio, quemaduras de piel, plata.

Abstract — In the present work, a research methodology proposal is made for the manufacture of a scaffold made of silver-doped bioactive glass for applications in epithelial tissue caused by burns. Several scientific articles were reviewed to carry out the development of this proposal, as well as, several methodologies for the manufacture of the scaffold were investigated. According to the advantages, costs and mechanical properties conferred by the manufacturing method and the biomaterials, it was concluded that 3D printing in biomaterials for the development of the scaffold is the method that meets the requirements to carry out the present draft.

Keywords — , Bioactive Glasses, scaffolds, Skin burns, Silver.

## I. INTRODUCCIÓN

Las quemaduras son un importante factor de estudio de acuerdo a los resultados clínicos reportados. Existen diferentes grados de quemaduras, dependiendo del daño causado en el tejido epitelial. Esto ha llevado a desarrollar e innovar en una gran variedad de biomateriales con características hechas de acuerdo a cada tipo de quemadura y la zona en donde se encuentre el daño de la piel.

La cicatrización de heridas es uno de los temas que es comúnmente estudiado por investigadores del área de Ingeniería de tejidos, quienes buscan nuevos métodos, y fabricar biomateriales que ayuden a mejorar la calidad de vida de las personas, cuidando la integridad del paciente, evitando la formación de reacciones secundarias, y disminuyendo el dolor el paciente.

Por otro lado, se sabe que algunos cationes metálicos funcionan como agentes cicatrizantes o como antibióticos, presentando una alternativa adecuada para incorporarlos en cantidades controladas que permitan la regeneración y estimulación del tejido dañado [1].

Las infecciones constituyen actualmente la principal amenaza vital para los pacientes que superan la fase inicial de shock-resucitación tras una agresión térmica severa. Aunque inicialmente la herida cutánea ha sido el primer foco de sepsis, su importancia ha disminuido notablemente debido a los significativos avances en el manejo tópico de la quemadura, emergiendo la infección de origen pulmonar como foco séptico más relevante y pasando las complicaciones infecciosas a ser la causa de muerte más frecuente en el paciente quemado [2].

Se ha reportado que, los vidrios bioactivos pueden ser dopados con varios óxidos metálicos (Au, Ag, Cu, Mg, Ca, Mn, entre otros) con la finalidad de que proporcionen una estrategia eficaz en la administración controlada de iones metálicos en aplicaciones de curación de heridas, uno de los más utilizados para la cicatrización de heridas es la plata (Ag), ya que funciona como agente antimicrobiano [3].

Los agentes antimicrobianos a base de plata presentan una baja toxicidad del ión Ag activo para las células humanas, además de ser un biocida de larga duración con alta estabilidad térmica y baja volatilidad [4].

Debido a la resistencia de algunos fármacos en cepas bacterianas, se están buscando nuevas metodologías de tratamiento, y las poderosas propiedades antibacterianas de la plata en concentraciones bajas hacen que valga la pena seguir estudiando a este respecto.

Actualmente, una gran cantidad de productos sanitarios contienen plata, debido a su actividad antimicrobiana y baja toxicidad para las células humanas. Estos productos incluyen catéteres recubiertos de plata, sistemas de agua municipales y vendajes para heridas. También se han informado en la literatura películas, textiles, recubrimientos compuestos y dendrímeros antimicrobianos que contienen plata [5].

En la presente investigación se hizo una búsqueda de información en el estado de arte, para proponer una metodología de fabricación de un andamio hecho de vidrio bioactivo y doparlo con plata para aplicaciones en tejido epitelial.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Ingeniería de Tejidos

Es un campo que estudia y aplica los principios de la medicina regenerativa, para fabricar biomateriales que mejoren la funcionalidad y estructuras de tejidos biológicos dañados. Hay muchos tipos de biomateriales que ayudan a la cicatrización de heridas, unos de ellos son los vidrios bioactivos, que son materiales biocompatibles con diferentes composiciones químicas y se han usado en el pasado para diversas aplicaciones biomédicas [6].

### B. Vidrios Bioactivos

Los vidrios bioactivos son biomateriales cerámicos que han tenido una amplia gama de aplicaciones ortopédicas como sustitutos de tejidos óseos, recubrimientos de prótesis metálicas para aplicaciones que permitan la esti-

mulación de regeneración ósea, mediante la osteoinducción celular, facilitando el crecimiento y la proliferación celular en andamios para aplicaciones en la ingeniería de tejidos.

Los productos químicos como consecuencia de la disolución de los vidrios bioactivos ayudan a la cicatrización de heridas. Además, cuando un vidrio bioactivo es dopado con cationes metálicos adquieren propiedades antibacterianas y antimicrobianas cuyo objetivo es prevenir la infección y así acortar la fase inflamatoria de la cicatrización de heridas. Se suma además, el potencial de los vidrios bioactivos para estimular la angiogénesis (que permite el restablecimiento del suministro de sangre en un área lesionada) [3].

Los vidrios bioactivos más comunes son los que están hechos a base de silicato y de fosfato. Los SG bioactivos han generado un interés significativo para las aplicaciones de regeneración de tejido óseo. Cuando se exponen en fluidos fisiológicos in vitro, forman una capa superficial de hidroxicarbonato apatita (HCA) que tiene la capacidad de crear un enlace directo con el hueso a través de interacciones con el colágeno sintetizado por los osteoblastos (células formadoras de hueso) [7].

El comportamiento biológico de los vidrios depende de la proporción relativa de enlaces puente de oxígeno. Aunque los SG han tenido un gran éxito en muchas aplicaciones clínicas, se han planteado dudas sobre su degradación a largo plazo. Además, se requiere una solubilidad más rápida en aplicaciones de cicatrización de heridas. Las limitaciones asociadas con los SIG han llevado a una investigación continua de nuevos materiales para la reparación de defectos óseos.

Los vidrios solubles a base de fosfato (PG) son un ejemplo de uno de estos materiales: proporcionan un rango diverso de solubilidad y pueden predecirse y controlarse alterando la composición del vidrio [9-11].

Los vidrios bioactivos a base de silicato y fosfato son un interesante conjunto de materiales para aplicaciones de cicatrización de heridas, especialmente cuando están dopados con óxidos metálicos antibacterianos como  $Ga_2O_3$ ,  $Ag_2O$  y  $CuO$ .

Además, se ha demostrado que los vidrios bioactivos y solubles mejoran la angiogénesis, un proceso que es fundamental en las aplicaciones de cicatrización de heridas.

### C. Impresión 3D

Las tecnologías y el desarrollo de las impresiones 3D ha ido evolucionando y mejorando exponencialmente en los últimos años por su versatilidad, bajo costo y rápida creación de prototipos. Los avances más significativos en el área de los biomateriales es crear prototipos con diferentes compuestos mezclados y/o en capas con características de funcionalidad variable.

De hecho, en el área del diseño y la producción de compuestos, la impresión 3D representa una tecnología con un potencial inmenso, que brinda ventajas tanto en prototipos simples y rápidos de bajo costo con respecto a los métodos tradicionales para la fabricación de biomateriales [4].

Las propiedades reportadas en andamios obtenidos por impresión 3D de biomateriales para aplicaciones biomédicas, incluyen la biocompatibilidad, la resistencia mecánica y en algunos casos aplica la biomimética con las estructuras tisulares [4].

## III. METODOLOGÍA

Se realizó una revisión bibliográfica de diferentes artículos científicos empezando por vidrios bioactivos y sus aplicaciones en campos de la biomédica. Se encontraron aplicaciones de: Cicatrización de heridas: énfasis en los efectos de los productos de disolución de iones de los vidrios bioactivos, Reparación de nervios periféricos y médula espinal, Ingeniería del tejido del músculo esquelético y reparación de ligamentos, Implantes oculares, Córnea artificial, Implantes orbitarios, Retina artificial, Tratamiento de enfermedades del oído, Tratamiento del cáncer de hígado y aplicaciones de vidrios radiactivos, Embolización de fibromas uterinos, Liberación de fármacos

y Reconstrucción de Tejido óseo.

Una vez teniendo investigación suficiente sobre diversas aplicaciones se enfocó el tema en la parte de cicatrización de heridas por quemaduras y la prevención de infecciones dopando los vidrios bioactivos de algún catión metálico.

Después de la revisión de varios artículos de vidrios bioactivos dopados con cationes metálicos, obtener las ventajas y desventajas de cada uno se prosiguió a elegir con el catión que se dopará el andamio del trabajo, el cuál fue plata. Desde este punto la investigación se centró en analizar los trabajos de vidrios bioactivos dopados con plata para la cicatrización de heridas.

#### IV. RESULTADOS

Los resultados presentados son de los artículos que generaron mayor interés para la investigación del presente trabajo.

En un estudio de [12] se encontró que los apósitos de plata (Acticoat-7, Actisorb Silver, Contreet Foam, Aquacel Ag y Flamazine) son seguros para su uso en la terapia de heridas crónicas como úlceras diabéticas y quemaduras. El exceso de iones de plata está ligado por el exudado de la herida y las escamas de la herida como mecanismo protector. No es probable que los apósitos de liberación de plata produzcan heridas libres de gérmenes. Se necesitan más estudios para examinar la posible resistencia a la plata.

El vidrio bioactivo ha encontrado una amplia aplicación como material de injerto ortopédico y dental y, más recientemente, también como andamio de ingeniería de tejidos. En [13] investigaron las propiedades antibacterianas in vitro de una nueva composición de vidrio bioactivo dopado con Ag<sub>2</sub>O denominado AgBG. Las propiedades bacteriostáticas y bactericidas de este nuevo material de vidrio bioactivo, se han estudiado utilizando *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus* como microorganismos de prueba. Se encontró que concentraciones de AgBG en el intervalo de 0,05 a 0,20 mg de AgBG por ml de medio de cultivo inhibían el crecimiento de estas bacterias. AgBG no solo fue bacteriostático, sino que también provocó una rápida acción bactericida. Se produjo un efecto bactericida completo dentro de las primeras horas de incubación a concentraciones de AgBG de 10 mg/ml.

En [11], se investigó una gama de vidrios a base de fosfato (PBG) dopados con plata por sus actividades antimicrobianas. En ensayos de difusión en disco, estas composiciones demostraron efectos microbiostáticos contra una variedad de organismos que incluyen *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina y *Candida albicans*.

Se ha reportado que los vidrios a base de fosfato que contienen plata reducen el crecimiento de biofilms de *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus*, que son las principales causas de infecciones nosocomiales. Se encontró que las tasas de degradación del vidrio (1,27 a 1,41 g/mm<sup>2</sup> h) y la correspondiente liberación de plata explican la variación en el efecto inhibitor del crecimiento de biopelículas [14].

#### V. CONCLUSIONES

La biocompatibilidad de los materiales y su funcionalidad está suficientemente sustentada para poder continuar con el proyecto, hay aún un gran campo de mejoras en los que puede seguir creciendo el desarrollo de mejores materiales para el tratamiento de heridas. Es importante recalcar que la impresión 3D ayudará a optimizar el tiempo y los recursos para el desarrollo de los andamios, así como la plata permitirá evitar la formación de organismos patógenos, que impidan una adecuada regeneración epitelial.

## VI. RECONOCIMIENTOS

Quiero agradecer a mi familia por todo el apoyo que me han dado durante mi carrera profesional y sobre todo a impulsarme a seguir realizando más metas a pesar de las dificultades que la pandemia ha generado. A mi asesora del Verano, la Dra. Criseida por instruirme en el mundo de los biomateriales y dejar volar mi mente con tantas ideas del futuro de la investigación y a mi Universidad por abrir oportunidades para que los jóvenes sigan involucrados en el mundo de la ciencia y desarrollo de la tecnología.

## REFERENCIAS

- [1] Salvador Sanz, J. F., Novo Torres, A., Lorda Barraguer, E., Castillo, F., Torra i Bou, J. E., & Torregrosa Ramos, M. J. (2011). Estudio comparativo de efectividad de un apósito de plata nanocrystalina frente a sulfadiazina argéntica en el tratamiento de pacientes quemados. *Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana*, 37(3), 253-266.
- [2] Castillo D., P. (2018). Quemaduras. Conceptos para el médico general. *Cuadernos de Cirugía*, 17(1), 58-63. doi:10.4206/cuad.cir.2003.v17n1-10.
- [3] Mohammadi, M. S., Stähli, C., & Nazhat, S. N. (2011). Bioactive glasses for wound healing. In *Bioactive Glasses* (pp. 246-266). Woodhead Publishing.
- [4] R28 Wren, A. W., Coughlan, A., Hassanzadeh, P., & Towler, M. R. (2012). Silver coated bioactive glass particles for wound healing applications. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 23(5), 1331-1341
- [5] Abou Neel, E. A., Ahmed, I., Pratten, J., Nazhat, S. N., & Knowles, J. C. (2005). Characterisation of antibacterial copper releasing degradable phosphate glass fibres. *Biomaterials*, 26(15), 2247-2254.
- [6] Dalia Solano. (2021). Ingeniería de tejidos.. 30 de Junio del 2021, de Dispositivos Médicos CANFARA Sitio web: <https://dispositivosmedicos.org.mx/ingenieria-de-tejidos/>
- [7] Hench L. L. and West J. K. (1996), 'Biological applications of bioactive glasses', *Life Chemistry Reports*, 13, 187.
- [8] Gao H., Tan T. and Wang D. (2004), 'Effect of composition on the release kinetics of phosphate controlled release glasses in aqueous medium', *Journal of Controlled Release*, 96(1), 21-28.
- [9] Franks K., Abrahams I. and Knowles J. C. (2000), 'Development of soluble glasses for biomedical use Part I: In vitro solubility measurement', *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 11(10), 609-614.
- [10] Abou Neel E. A. and Knowles J. C. (2008), 'Physical and biocompatibility studies of novel titanium dioxide doped phosphate-based glasses for bone tissue engineering applications', *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 19(1), 377-386.
- [11] Ahmed, I., Ready, D., Wilson, M., & Knowles, J. C. (2006). Antimicrobial effect of silver doped phosphate based glasses. *Journal of Biomedical Materials Research Part A: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 79(3), 618-626.
- [12] Lansdown, A. B. G., Williams, A., Chandler, S., & Benfield, S. (2005). Silver absorption and antibacterial efficacy of silver dressings. *Journal of wound care*, 14(4), 155-160.
- [13] Bellantone, M., Williams, H. D., & Hench, L. L. (2002). Broad-spectrum bactericidal activity of Ag<sub>2</sub>O-doped bioactive glass. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 46(6), 1940-1945.
- [14] Ahmed, I., Ready, D., Wilson, M., & Knowles, J. C. (2006). Antimicrobial effect of silver doped phosphate based glasses. *Journal of Biomedical Materials Research Part A: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*, 79(3), 618-626.
- [15] Valappil, S. P., Knowles, J. C., & Wilson, M. (2008). Effect of silver-doped phosphate-based glasses on



bacterial biofilm growth. *Applied and environmental microbiology*, 74(16), 5228-5230.

[16] Moss, R. M., Pickup, D. M., Ahmed, I., Knowles, J. C., Smith, M. E., & Newport, R. J. (2008). Structural characteristics of antibacterial bioresorbable phosphate glass. *Advanced Functional Materials*, 18(4), 634-639.

[17] Mohammadi, M. S., Stähli, C., & Nazhat, S. N. (2011). Bioactive glasses for wound healing. In *Bioactive Glasses* (pp. 246-266). Woodhead Publishing.

[18] Wren, A. W., Coughlan, A., Hassanzadeh, P., & Towler, M. R. (2012). Silver coated bioactive glass particles for wound healing applications. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 23(5), 1331-1341.

# EVALUACIÓN DE TÉCNICAS OSINT Y DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE ANÁLISIS DELICTIVO

Haim Guel Quiroz

Universidad Politécnica de San Luis Potosí

Urbano Villalón #500, Col. La Ladrillera C.P. 78363 San Luis Potosí, S.L.P.

*161354@upslp.edu.mx*

Rafael Llamas Contreras

Universidad Politécnica de San Luis Potosí

Urbano Villalón #500, Col. La Ladrillera C.P. 78363 San Luis Potosí, S.L.P.

*rafael.llamas@upslp.edu.mx*

Resumen — En este trabajo se presenta una propuesta de plataforma que permita a través de una sola interfaz web la integración de varias herramientas OSINT para la búsqueda de información, adicionalmente para la consulta de la información de proponer la creación de un BOT para el programa de mensajería Telegram. Para potenciar el análisis de la información y clasificación de datos relevantes se propone la aplicación de algunos conceptos de machine learning.

Palabras clave — OSINT, Ciberinteligencia, Machine Learning.

Abstract — In this work, a platform proposal is presented that allows, through a single web interface, the integration of several OSINT tools to search for information, additionally to consult the information to propose the creation of a BOT for the Telegram messaging program. To enhance the analysis of information and classification of relevant data, the application of some machine learning concepts is proposed.

Keywords — OSINT, Cyberintelligence, Machine Learning.

## I. INTRODUCCIÓN

Debido al gran incremento exponencial de información en internet en los últimos años, las redes sociales han acumulado una enorme cantidad de datos sobre las personas, quienes son usuarios registrados activamente en su plataforma. Por ende, el uso de esta información publica en internet puede ser visible a todo público reiterando las normas y privacidad de cada aplicación independiente y, a consecuencia de lo anteriormente mencionado, grupos delictivos rastrean y hacen seguimiento de sus víctimas en internet de forma anónima para la planificación de actos delictivos.

Actualmente se cuentan con técnicas y herramientas en internet para el rastreo de información personal también

llamadas inteligencia de fuentes abiertas (OSINT). Dichas técnicas y herramientas para la recopilación y análisis de información son cada vez más populares y son un aspecto clave de la seguridad de la información. Dicho esto, con ayuda de los lenguajes de programación y modelos de inteligencia artificial podemos recrear una herramienta personalizada en línea para el seguimiento de información en internet mediante un dato de entrada, del cual es brindada por el usuario final mediante una imagen en cualquier formato, número telefónico o nombres de usuarios a buscar. Con el uso de los modelos de inteligencia artificial podemos potenciar, clasificar y filtrar las búsquedas para conseguir un contexto más amplio de la persona a investigar.

Nuestro campo de acción serán las tres primeras plataformas web de redes sociales más famosas en internet, de las cuales son Facebook, Twitter e Instagram. Estas mismas plataformas nos brindan herramientas de desarrollo para la obtención de datos de los usuarios activos además de sus estadísticas de publicaciones frecuentes y personas relacionadas. Por el contrario, para obtener información de números telefónicos y la búsqueda inversa de imágenes se recurrieron a plataformas externas que nos brindan igualmente herramientas de desarrollo para la obtención de datos relacionadas con dichos teléfonos o imágenes.

## II. MARCO TEÓRICO

Una API es una herramienta de desarrolladores para desarrolladores con el fin de simplificar la programabilidad de la plataforma que se esté creando y generalmente son abiertas al público también llamadas herramientas Open Source [5].

Las herramientas que se mencionan a continuación que se utilizarán para las peticiones de los servidores de las redes sociales fueron filtradas y analizadas para encontrar la más conveniente en cuanto a la accesibilidad que nos brinda al integrarlo con la plataforma personalizada. Por ende, las herramientas seleccionadas serán descritas de forma general a continuación.

### A. NumVerify

Es una herramienta pública que describe el origen del número telefónico ingresado, así como su ciudad de origen y la compañía en la que este pertenece, internamente nos ofrece una API creada por los mismos desarrolladores de esta plataforma. Para usar la API debemos registrarnos gratuitamente en su página web, al tener la cuenta activa, este te brinda las credenciales de acceso para poder consumir la API en la plataforma web. Ya con la llave de acceso podemos programar la aplicación, solo haciendo uso de la API nos entregará la información en formato JSON que es donde describe las características.

### B. Graph API

La Graph API representa la información de Facebook de una forma organizada donde existen tipos de elementos con información que los compone (usuarios, posts, fotos, eventos, etc.) y conexiones entre todos ellos (amigos, feed, fotos y álbumes, etc.). Facebook ha adoptado el modelo de datos Json y ha pasado a generar las peticiones mediante URLs muy simples. Cualquier web puede “socializarse” sin grandes conocimientos. Vamos a ver florecer botones de “Me gusta” en multitud de blogs y comentarios añadidos en cualquier parte de webs con escaso desarrollo. Los procesos con usuarios se vuelven más sencillos, lo que permite a más webs adaptarse a Facebook e integrarlo totalmente en sus sistemas.

### B. Tweepy

Los desarrolladores en GitHub han creado esta herramienta que implica en obtener información de la red social de Twitter y gracias a que es de código abierto, podemos hacer uso de esta herramienta para hacer los análisis de los perfiles activos en esta plataforma. Para hacer uso de estas herramientas se requieren de varias llaves de autenticación para poder usar la herramienta apropiadamente. Requiere de menos experiencia al programar ya que la API nos brinda las herramientas necesarias para poder ejecutar funciones y nos brinda la mejor información

que nos sea posible, además de que es adaptable tanto a plataformas web como aplicaciones personalizadas sin el uso de un navegador.

### C. Instagram Scraper

Esta herramienta nos da las opciones de ejecutar funcionalidades desde cualquier dispositivo y usando solo un lenguaje. Así como las demás herramientas antes mencionadas, requerimos de permisos especiales para hacer uso de esta herramienta. Con ellas en mano se importa directamente en el código.

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la creación de la plataforma web y el Bot en Telegram requirieron de 3 etapas para dar las condiciones iniciales y requerimientos de la aplicación durante el proceso de desarrollo

- a) Etapa de requerimientos del software para el desarrollo y propuesta maquetación de la plataforma web, así como las rutas de vistas, formato del tipo datos extraídos y funcionalidades de la página en general.
- b) Filtrado y análisis de datos usando métodos estadísticos[2].
- c) Evaluación de herramientas de machine learning e Inteligencia artificial, para la clasificación de datos filtrados por ambas entidades.[3]
- d) Recopilación y modelado de visualización de datos obtenidos para mejor visualización de las conclusiones que obtuvo la entidad.

La propuesta de maquetación se muestra en la ilustración 1 e ilustración 2.

## IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

A lo largo del desarrollo se ha cumplido la expectativa sobre la obtención de información de cada sección de la plataforma de forma individual. El algoritmo de inteligencia artificial usada para la clasificación de información obtenida requiere de alto nivel de procesamiento, ya que podemos obtener publicaciones en las cuales podemos encontrar texto, imágenes, videos entre otro formato de información, por lo que solo usando una red neuronal multicapa resulta efectiva solo si se trata de grandes cantidades de información. Por lo que resulta más efectivo su clasificación usando perfiles con mayor escala de datos a lo largo del tiempo.

Las entradas para la obtención de la búsqueda inversa de imágenes o de números telefónicos solo requiere que software que compare con los datos que obtuvo de las búsquedas anteriores a la información captada por la búsqueda en redes sociales, por lo que es necesario que estas dos características se fusionen para tener otro punto de vista sobre la clasificación de los usuarios en internet.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este proyecto se implementaron varias herramientas para el uso de información de aplicaciones externas, por lo cual, se pueden realizar análisis con fines distintos a la seguridad informática, por lo que el uso de estas herramientas podría potencializar la usabilidad de las tecnologías de información en grandes corporativos en sus diferentes áreas de trabajo.

Con el fin de demostrar concientización de la seguridad de nuestra información pública en las redes sociales, así como plataformas de terceros, se ha vuelto un papel importante para el análisis de nuestros hábitos a gran escala.

## VI. AGRADECIMIENTOS

Damos nuestros mas sinceros agradecimientos a la universidad Politécnica de San Luis Potosí por brindarnos las oportunidades para buscar e investigar en sus instalaciones además del uso de la biblioteca virtual en línea para la accesibilidad de las referencias bibliográficas que se nos presentan.

## REFERENCIAS

- [1] Chauhan S, Panda K (2015) Open source intelligence and advanced social media search. Hacking web intelligence open source intelligence and web reconnaissance concepts and techniques. Elsevier, pp. 15–32. ISBN: 978-0-12-801867-5
- [2] Clark RM (2004) Intelligence analysis: a target-centric approach. CQ Press, Washington, DC
- [3] OSINT Framework. (2010, 2 septiembre). OSINT Framework. <https://osintframework.com/>
- [4] OSINT Framework: Dónde buscar datos de tus objetivos. (2016, 25 mayo). UN INFORMÁTICO EN EL LADO DEL MAL. <https://www.elladodelmal.com/2016/05/osint-framework-donde-buscar-datos-de.html>
- [5] Fernández, Y. (2019, 23 agosto). API: qué es y para qué sirve. Xataka. <https://www.xataka.com/basics/api-que-sirve>

# INTEGRACIÓN DE REDES DE AGUA CON COGENERACIÓN ENERGÉTICA PARA LOGRAR CERO EMISIONES EN LA INDUSTRIA CERVECERA

Esli Jhoana Serrano Muñoz  
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato  
Carretera Irapuato - Silao km 12.5 Colonia El Copal Irapuato, Gto.  
*.LIS18111858@irapuato.tecnm.mx*

Dra. Alicia Román Martínez  
Universidad autónoma de San Luis Potosí  
Facultad de ciencias químicas  
Ingeniería de bioprocesos  
Álvaro Obregón #64, Col. Centro, C.P. 78000 San Luis Potosí, S.L.P. México  
*alicia.romanm@uaslp.mx*

Resumen — En el siguiente trabajo se presenta la integración de redes de agua con cogeneración energética para lograr la disminución de las emisiones en la industria cervecera. Para ello, se hace uso de una serie de operaciones para disminuir los contaminantes que son generados en las industrias, un ejemplo de estas es la industria cervecera que, debido a su demanda ha afectado al medio ambiente por los contaminantes que emite, para ello se pretende hacer uso de la reingeniería de procesos con la finalidad de encontrar áreas de mejora así como emplear nuevas tecnologías que nos ayuden a reducir las emisiones con el propósito de reducir la generación de contaminantes y aprovechar de una manera eficiente recursos que se encuentren disponibles.

Palabras clave — Cogeneración, reingeniería, emisiones.

Abstract — The following work presents the integration of water networks with energy cogeneration to achieve the reduction of emissions in the brewing industry. For this, a series of operations is used to reduce the pollutants that are generated in the industries, an example of these is the brewing industry, which, due to its demand, has affected the environment due to the pollutants it emits. intends to make use of process reengineering in order to find areas for improvement as well as to use new technologies that help us reduce emissions in order to reduce the generation of pollutants and efficiently take advantage of available resources.

Keywords — Cogeneration, reengineering, emissions.



## I. INTRODUCCIÓN

Una de las mayores problemáticas que existen a nivel mundial es la contaminación ambiental. Las actividades que más contribuyen a ello son los procesos industriales, ya que usualmente generan corrientes residuales que no son tratadas adecuadamente. En los últimos años en algunos países, se han intensificado los esfuerzos para disminuir e incluso reducir a cero la generación de contaminantes dentro de las industrias, caso que no ha sucedido en México con éxito. Una manera de lograrlo, es hacer uso de la reingeniería de procesos, que consiste en una revisión del proceso para detectar áreas de mejora y aprovechar de manera más eficiente los recursos disponibles. La demanda del consumo de cerveza ha aumentado la producción y esto a su vez ha afectado al medio ambiente por las emisiones de gases de combustión y los residuos que son generados por la industria cervecera. Debido a la creciente demanda de la bebida se debe optar por utilizar nuevas tecnologías que ayuden a obtener cero emisiones y de esta manera poder reducir el impacto ambiental generado por las plantas productoras de cerveza. Por esta razón, es necesario apoyarse en metodologías de rediseño que integren el uso de redes de agua con cogeneración energética para lograr la máxima reducción de emisiones en la industria cervecera.

## II. MARCO TEÓRICO

Para poder identificar las emisiones generadas por la industria cervecera, es necesario conocer y realizar un análisis de cada una de las etapas del proceso de elaboración de la bebida.

El proceso general de la elaboración de cerveza se puede resumir de la siguiente manera:

**Molienda:** Es la trituración de los granos de la malta para preparar la materia prima de la maceración.

**Maceración:** Es un proceso de extracción sólido-líquido. La maceración tiene como objetivo disolver las sustancias que se formaron en el malteado, transformar el almidón en azúcares más simples como la glucosa y disolver sustancias solubles de la malta.

**Filtración:** Después de la maceración es necesario filtrar el mosto. El producto de la maceración es filtrado para poder separar el mosto de los restos insolubles generados. Dichos restos insolubles se pueden aprovechar para generar biogás.

**Cocción:** El mosto obtenido de la filtración es sometido a ebullición junto con el lúpulo. En esta cocción se extraen los compuestos aromáticos y amargos del lúpulo, además llevada a cabo la inactivación de las enzimas, y la esterilización del mosto.

**Clarificación:** En esta parte del proceso el mosto hervido es sometido a la separación de las proteínas, usando la precipitación y decantación.

**Enfriamiento:** El mosto hervido debe de ser enfriado para que se pueda llevar a cabo la fermentación. Esto es necesario ya que la levadura tiene una temperatura optima de crecimiento que oscila entre 20 a 25 °C (Castro, et al. 2003).

**Fermentación:** Los carbohidratos presentes en el mosto son convertidos en alcohol y dióxido de carbono por acción enzimática de la levadura. La fermentación se divide en dos partes:

1. La reproducción de la levadura, que consiste en un proceso aeróbico que aumenta la cantidad de levadura.
2. Fermentación: Proceso anaeróbico en el cual se lleva a cabo la producción de alcohol etílico y dióxido de carbono por acción de la levadura.

**Maduración:** Es la estabilización de la cerveza posterior a la fermentación. En esta etapa la cerveza es enfriada y almacenada en un tanque para lograr desarrollar el sabor.

**Filtración:** La cerveza madura debe de ser filtrada para poder retirar la levadura, los compuestos nitrogenados residuales e insolubles.

**Carbonatación:** Si la cerveza no cumple con la concentración de carbónico estándar se le inyecta en esta etapa.

**Estabilización microbiológica:** La cerveza debe de pasar por una estabilización microbiológica para que mantenga sus propiedades por mayor tiempo. Esta estabilización generalmente es por medio de pasteurización. Este proceso puede ser antes o después del envasado.

Si la pasteurización es antes del envasado, esta es llevada a cabo por intercambiadores de calor que suben o bajan la temperatura de la cerveza para pasteurizarla (Serra, 2017).

De tal manera, si la pasteurización es después del llenado, las latas o botellas se someten a baños de agua con diferentes temperaturas; las botellas o latas de cerveza primero se someten a temperaturas crecientes hasta llegar a la temperatura de pasteurización, después se utilizan temperaturas decrecientes para enfriar las botellas o latas.

**Envasado:** La cerveza es envasada en barriles de acero inoxidable, botellas de vidrio o latas de aluminio. Dichos recipientes son previamente lavados y sanitizados.

**Distribución:** La cerveza embotellada y etiquetada es empacada para su pronta distribución y posteriormente el consumo del cliente.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

En este proyecto de investigación se recopiló la mayor cantidad de información, para poder implementar una mejora en los procesos de producción de cerveza a nivel industrial; que básicamente consistió en la definición del problema, generación de opciones, evaluación de las opciones e identificación de la mejor propuesta.

La metodología consta de las siguientes 5 etapas:

a) Identificación del problema:

1. Recolectar información referente a consumo energético y emisiones en una industria cervecera (caso base).
2. Recolectar información que pueda ser útil para la mejora del proceso de producción de cerveza a nivel industrial.
3. Identificar las posibles soluciones al integrar redes de agua.
4. Realizar un diagrama de flujo.
5. Simulación del proceso.

b) Análisis de cuello de botella:

1. Análisis de cuellos de botella.
2. Análisis de las necesidades de mejora del proceso.
3. Integración de redes de agua al proceso para cogeneración energética.
4. Generación de superestructura.
5. Superestructura.
6. Búsqueda de todas las opciones posibles.

c) Análisis del modelo propuesto por la simulación:

1. Análisis cuestiones ambientales, costo y operativas.

d) Plantear problema de mejora del proceso:

1. Investigar cómo se puede rediseñar el proceso para mejorar.
2. Formulación y solución del problema.

### IV. RESULTADOS

La simulación de la integración energética y de los tratamientos de los efluentes líquidos generados, se realizaron en el simulador “SuperPro Designer”, versión 9.0.

La figura 1 muestra las simulaciones del tratamiento biológico con lodos activados de los efluentes 1 y 2 generados. La figura 2 muestra la integración de energía.

Fig. 1. Simulación de las PTARs (Los dos tratamientos tienen las mismas configuraciones, pero diferentes valores de las variables de diseño)

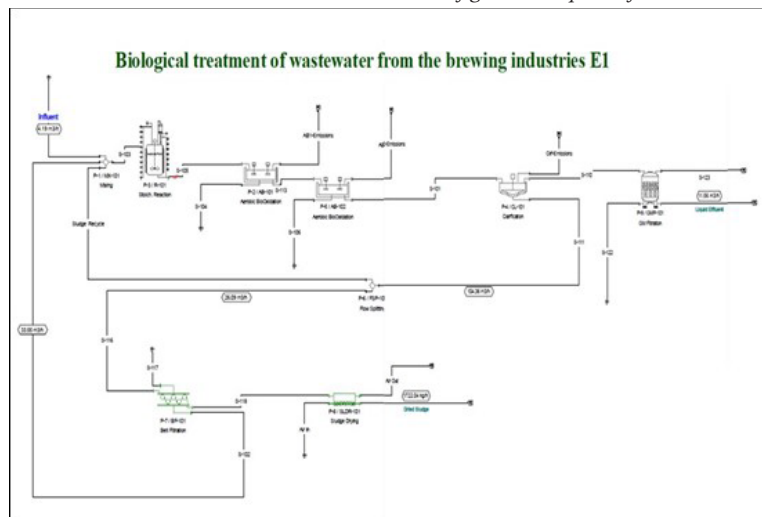
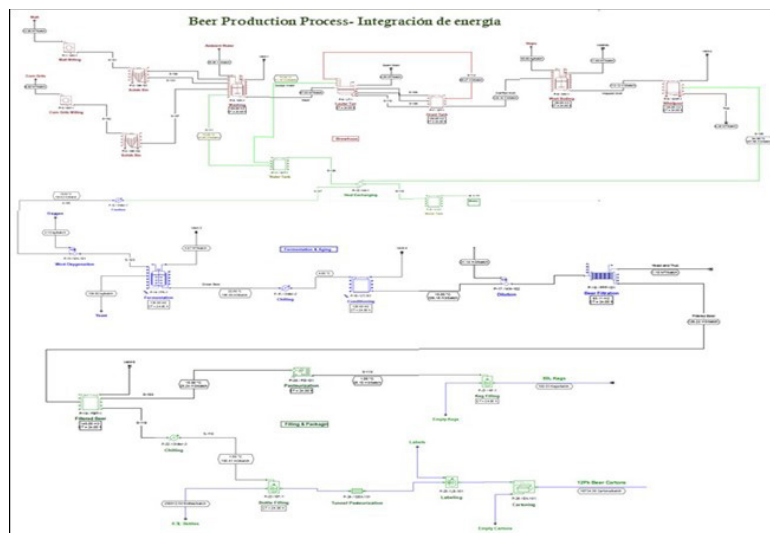


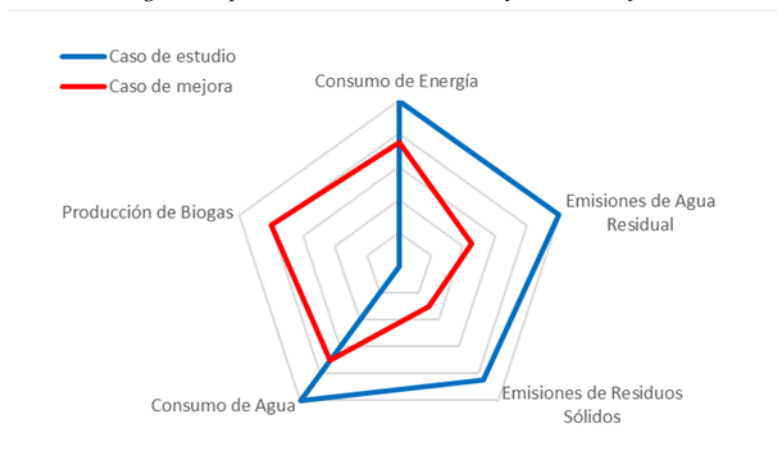
Fig. 2. Simulación con integración de energía del proceso de producción de cerveza.



La simulación de la integración de energía en el proceso de producción de cerveza arrojó datos buenos para este proyecto comparados con los datos del caso de estudio.

En la figura 3 se muestra la comparación entre los resultados del caso de estudio y del caso mejorado. Se puede observar que el diseño obtenido en este proyecto terminal reduce el consumo de energía, las emisiones de agua residual y residuos sólidos. Además, el caso mejorado incorpora la producción de biogás que permite disminuir los residuos sólidos generados.

Fig. 3. Comparación entre el caso de estudio y el caso de mejora.



## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La metodología desarrollada propuesta y aplicada a la reingeniería de proceso de producción de cerveza, muestra resultados favorables en la implementación de las mejoras.

La simulación del tratamiento de los efluentes fue efectiva ya que se logra la reducción de los componentes contaminantes, y es factible recircular el agua tratada al sistema para ser usada como agua de servicio. Esto reduce la principal emisión de efluentes a cero, ya que los sólidos totales también pueden ser materia prima para la producción de biogás. La simulación de la integración de energía en el rediseño de plantas disminuye un 22% la energía requerida en el proceso. Esto a su vez reduce el uso de combustible fósil en la industria cervecera. Es importante la implementación de alternativas que reduzcan la contaminación ambiental emitidas por la industria, la simulación de procesos dentro de un enfoque de ingeniería sistemática de procesos nos da un panorama acertado de lo que puede pasar en la vida real. Este trabajo nos sirve de modelo para buscar e implementar nuevas formas de mejora ante situaciones como estas y de otra índole.

## VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y al Instituto Tecnológico Nacional de México por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de este verano.

## REFERENCIAS

- [1] Alayu, E., Yirgu, Z. (2018). Advanced technologies for the treatment of wastewaters from agro- processing industries and cogeneration of by-products: a case of slaughterhouse, dairy and beverage industries. *International Journal of Environmental Science and Technol*, 15(9), 1581-1596.
- [2] Dumbliauskaite, M., Becker, H., Maréchal, F. (2010). Utility Optimization in a Brewery Process Based on Energy Integration Methodology. *Industrial Energy Systems Laboratory (LENI)*. 1-8.
- [3] Fernández, M., (2020). Cogeneración, una herramienta para una transición energética ordenada. *Ciencia al descubierto*. 18-24
- [4] Castro, F., (2003). Estudio de los residuos industriales líquidos y evaluación de las alternativas de mejora para la Industria Cervecera Valdivia. (Tesis de licenciatura). Universidad Austral de Chile.
- [5] González, M. (2018). Estudio de impacto ambiental elaboración de cerveza artesanal. (Tesis inédita de licenciatura). Universidad tecnológica de La Plata, Argentina.
- [6] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). Colección de estudios sectoriales y regionales “Cono-

ciendo la Industria de la cerveza”. Recuperado de: [https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/702825198428.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825198428.pdf)

[7] Lizarzaburu, M. (2009). Industria de la fabricación de cerveza y sus impactos ambientales. (Tesis inedita de maestría). Univeridad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque.

[8] Martínez, J., Domínguez O., Finetti, J. (2015). Diseño de redes de intercambio de energía, su enseñanza en diseño de procesos en ingeniería química. Universidad Nacional de Salta, Argentina.

[9] Milla, L. (2007). Calderas y turbinas de vapor para la generación de energía eléctrica. Electrónica-UNMSM, 19(2). 18-26

[10] Serra, D. (2017) Diseño de una planta de elaboración de cerveza artesanal. Microcervecería. (Tesis de licenciatura). Universidad Politécnica de Catalunya, España.

[11] Schreiber, H., Graf, S., Lanzerath, F., Bardow, A. (2015) Adsorption thermal energy storage for cogeneration in industrial batch processes: Experiment, dynamic modeling and system analysis. Applied Thermal Engineering, 89. 485-493

# DISEÑO DE UN DISPOSITIVO INTELIGENTE PARA EVALUAR LAS CONDICIONES ERGONÓMICAS INDUSTRIALES

Oliva Aguilar Mayra Alejandra  
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón  
Blvd. Del Valle 2301, Guardarallas 36425, Gto.  
*LRS1811036@purisima.tecnm.mx*

Guillermo García Rodríguez  
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón  
Blvd. Del Valle 2301, Guardarallas 36425, Gto.  
*guillermo.gr@purisima.tecnm.mx*

Resumen — El presente trabajo tiene como objetivo adecuar los espacios de trabajo mediante el uso de un dispositivo, capaz de monitorear dichas condiciones usando un dispositivo capaz de monitorearlas desde una perspectiva ergonómica en el sector industrial y con ello aumentar la productividad, usando una aplicación móvil. Generando así espacios laborales óptimos y de calidad para los empleados, disminuyendo así el riesgo de enfermedades y a su vez las incidencias dentro del sector, basándose en las normas de la STPS referentes a dichas condiciones laborales.

Palabras clave — ergonomía, factores, rangos.

Keywords — ergonomics, factors, ranges.

Abstract — The present work aims to adapt workspaces through the use of a device, capable of monitoring said conditions using a device capable of monitoring them from an ergonomic perspective in the industrial sector and thereby increasing productivity, using a mobile application. Thus, generating optimal and quality work spaces for employees, thus reducing the risk of diseases and, in turn, incidents within the sector, based on the STPS standards regarding said working conditions.

## I. INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto se busca adecuar espacios de trabajo óptimos para los empleados del sector industrial mediante el uso de un dispositivo inteligente, capaz de integrar seis de las condiciones ergonómicas como lo son ruido, humedad, temperatura, vibración, luminosidad y viento; tomando como referencia las distintas normas de la STPS que apliquen para cada una de las distintas condiciones, generando así espacios laborales de calidad dentro de las industrias.

Dentro de la misma investigación se realizará a su vez, una lectura de condiciones en la empresa “SARASTI S.A” para la elaboración y comparación del dispositivo inteligente y el uso de otros dispositivos de medición.

## II. MARCO TEÓRICO

Las normas oficiales mexicanas que emite la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) determinan las condiciones mínimas necesarias para la prevención de riesgos de trabajo y se caracterizan por que se destinan a la atención de factores de riesgo, a los que pueden estar expuestos los trabajadores. [1]

En la Tabla 1. Se muestran los límites permisibles en espacios donde con ruidos, según la NOMS-11 de la STPS. [3]

Tabla 1 Límites permisibles en lugares con ruido.

NER	TMPE
90 dB(A)	8 HORAS
93 dB(A)	4 HORAS
96 dB(A)	2 HORAS
99 dB(A)	1 HORA
102 dB(A)	30 MINUTOS
105 dB(A)	15 MINUTOS

En la Tabla 2. Se encuentran los límites permisibles para las condiciones térmicas elevadas o abatidas. [2]

Tabla 2 Límites de condiciones térmicas elevadas o abatida

Temperatura máxima en °C de $t_{gbh}$			Porcentaje del tiempo de exposición y de no exposición
Régimen de trabajo			
Ligero	Moderado	Pesado	
30.0	26.7	25.0	100% de exposición
30.6	27.8	25.9	75% de exposición 25% de recuperación en cada hora
31.7	29.4	27.8	50% de exposición 50% de recuperación en cada hora
32.2	31.1	30.0	25% de exposición 75% de recuperación en cada hora

En la tabla 3 y Tabla 4. Se presentas los limites permisible para las vibraciones. [4]

Tabla 3 Límites permisibles a exposición de vibración en manos

Tiempo total de exposición diaria a vibraciones, en horas	Valores cuadráticos medios dominantes de la componente de las aceleraciones de frecuencia ponderada que no deben excederse (*)
	$a_k$ , en $m/s^2$
De 4 a 8	hasta 4
De 2 a 4	hasta 6
De 1 a 2	hasta 8
Menor de 1	hasta 12



Tabla 4 Límites permisible para la vibración.

FRECUENCIA CENTRAL DE TERCIO DE OCTAVA (Hz)	TIEMPO DE EXPOSICION								
	24 h	16 h	8 h	4 h	2.5 h	1 h	25 min	16 min	1 min
	LIMITE DE ACELERACION LONGITUDINAL EN (az), m/s <sup>2</sup>								
1.00	0.280	0.383	0.63	1.06	1.40	2.36	3.55	4.25	5.60
1.25	0.250	0.338	0.56	0.95	1.26	2.12	3.15	3.75	5.00
1.60	0.224	0.302	0.50	0.85	1.12	1.90	2.80	3.35	4.50
2.00	0.200	0.270	0.45	0.75	1.00	1.70	2.50	3.00	4.00
2.50	0.180	0.239	0.40	0.67	0.90	1.50	2.24	2.65	3.55
3.15	0.160	0.212	0.355	0.60	0.80	1.32	2.00	2.35	3.15
4.00	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
5.00	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
6.30	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
8.00	0.140	0.192	0.315	0.53	0.71	1.18	1.80	2.12	2.80
10.00	0.180	0.239	0.40	0.67	0.90	1.50	2.24	2.65	3.55
12.50	0.224	0.302	0.50	0.85	1.12	1.90	2.80	3.35	4.50
16.00	0.280	0.383	0.63	1.06	1.40	2.36	3.55	4.25	5.60
20.00	0.355	0.477	0.80	1.32	1.80	3.00	4.50	5.30	7.10
25.00	0.450	0.605	1.00	1.70	2.24	3.75	5.60	6.70	9.00
31.50	0.560	0.765	1.25	2.12	2.80	4.75	7.10	8.50	11.2
40.00	0.710	0.955	1.60	2.65	3.55	6.00	9.00	10.6	14.00
50.00	0.900	1.19	2.0	3.35	4.50	7.50	11.2	13.2	18.0
63.00	1.120	1.53	2.5	4.25	5.60	9.50	14.0	17.0	22.4
80.00	1.400	1.91	3.15	5.30	7.10	11.8	18.0	21.2	28.0

En la Tabla 5. Se muestran los límites permisibles en luminosidad en espacios y área de trabajo. [6]

Tabla 5 Límites permisibles en luminosidad.

Tarea Visual del Puesto de Trabajo	Área de Trabajo	Niveles Mínimos de Iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores.	Áreas de circulación y pasillos; salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300
Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio.	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### Materiales

1. Aparatos de medición ergonómica (luxómetro, nanómetro, termómetro, vibro metro)
2. Aparato inteligente AIS-ERGONOMIC

3. Teléfono Android
4. Software Excel
5. Aplicación móvil “bluetooth Arduino hc-05”

#### Metodología

1. Realizar una investigación sobre las normas de la STPS que establecen los límites de las condiciones de ruido, iluminación, temperatura, humedad y viento.
2. Identificar factores ideales en cada una de las condiciones mencionadas.
3. Realizar plan de desarrollo del diseño del monitor que evaluara las condiciones ergonómicas básicas.
4. Diseñar un dispositivo que monitoree condiciones ergonómicas básicas para el sector industrial.
5. Aplicación y prueba del dispositivo ergonómicos llamado AIS- ergonómic.
6. Estudio R&R aplicable al dispositivo AIS- ergonómic en la empresa Sarasti S.A. de C.V.

#### IV. RESULTADOS

Una vez realizado el estudio en la empresa SARASTI S.A DE C.V se promediaron los resultados obtenidos en cuanto el uso del dispositivo AIS- ergonómic y el de aparatos de medición comparándolos con lo de las normas de la STPS.

AREA	CONDICIONES	FACTORES	PROMEDIO AIS ERGONOMIC	PROMEDIO INSTRUMENTOS
ADMINISTRATIVOS	RUIDO	90 DB/ 8HRS	51.7	57.76
	ILUMINACION	300 LX	675.45	697.09
	TEMPERATURA	26,7 C°	28.075	24.3
	HUMEDAD	60	64.7	69.6
	VIBRACION	0.63	0	0
PESPUNTE	VENTILACION	0.5	0	0
	RUIDO	90 DB/ 8HRS	264.6	71.15
	ILUMINACION	750 LX	268.175	587.2
	TEMPERATURA	26,7 C°	13.275	24.49
	HUMEDAD	60	31.75	65.8
RALLADO	VIBRACION	0.63	0	0.86
	VENTILACION	0,5	0	0
	RUIDO	90 DB/ 8HRS	265.65	76.03
	ILUMINACION	750 LX	899.225	765.32
	TEMPERATURA	26,7 C°	27.4	25.08
CORTE	HUMEDAD	60	61.25	69.05
	VIBRACION	0.63	0	0
	VENTILACION	0.5	0	0
	RUIDO	90 DB/ 8HRS	218.05	71.81
	ILUMINACION	500 LX	34.425	657.13
HULERA MP	TEMPERATURA	26,7 C°	26.7	24.44
	HUMEDAD	60	62.75	69.6
	VIBRACION	0.63	0	1
	VENTILACION	0.5	0	0
	RUIDO	90 DB/ 8HRS	251.525	75.85
HULERA MP	ILUMINACION	500 LX	1004.325	1665.97
	TEMPERATURA	26,7 C°	28.975	19.01
	HUMEDAD	60	60	69.1
	VIBRACION	0.63	0	0.22
	VENTILACION	0.5	0	0

<b>HULERA PRENSADO</b>	VENTILACION			
	RUIDO	90 DB/ 8HRS	265.65	89.76
	ILUMINACION	750 LX	899.225	795.65
	TEMPERATURA	26,7 C°	27.4	30.56
	HUMEDAD	60	61.25	67.98
	VIBRACION	0.63	0	1.55
<b>HULERA PRODUCTO TERMINADO</b>	VENTILACION	0.5	0	0
	RUIDO	90 DB/ 8HRS	265.65	86.47
	ILUMINACION	750 LX	899.225	1010.53
	TEMPERATURA	26,7 C°	27.4	26.86
	HUMEDAD	60	61.25	53.02
	VIBRACION	0.63	0	0.511
<b>MONTADO 1-2</b>	VENTILACION	0.5	0	0
	RUIDO	60	225.95	55.96
	ILUMINACION	500 LX	417.85	1312.31
	TEMPERATURA	26,7 C°	28.625	24.49
	HUMEDAD	60	59	54.9
	VIBRACION	0.63	0	1.46
<b>MONTADO 3-4</b>	VENTILACION	0.5	0	0.33
	RUIDO	90 DB/ 8HRS	258.9	58.08
	ILUMINACION	500 LX	1609.5	1104.96
	TEMPERATURA	26,7 C°	28.825	17.92
	HUMEDAD	60	58	42.52
	VIBRACION	0.63	0	1.45
<b>EMBARQUE</b>	VENTILACION	0.5	0	0.29
	RUIDO	90 DB/ 8HRS	190	65.65
	ILUMINACION	500 LX	2025.7	1681.63
	TEMPERATURA	26,7 C°	27.725	24.00
	HUMEDAD	60	54.75	56.55
	VIBRACION	0.63	0	0
<b>EMBARQUE</b>	VENTILACION	0.5	0	0

## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Con base a los resultados en el estudio de la empresa SARASTI además de las distintas pruebas en el laboratorio de métodos de las instalaciones del plantel, se puede observar que las condiciones laborales de dicha empresa son relativamente a corte a las normas de la STPS, tienen algunas áreas de oportunidad, sin embargo, con el uso del dispositivo inteligente; pueden monitorearlas de manera más fácil y poder dar seguimiento a su optimización.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez realizado el análisis de las condiciones en la empresa SARASTI, se pudo comparar las distintas mediciones de cada una de sus 10 áreas, en cuanto a las medidas con cada uno de los aparatos de medición de acuerdo con su condición; para luego hacerlo con el dispositivo inteligente que es capaz de medir la seis condiciones a la vez. Con ello, pudimos observar la disminución de tiempo para obtener cada una de las medidas, a diferencia de los otros instrumentos por separado. Con lo que concluimos que AIS- ergonómico tiene un buen funcionamiento; las medidas obtenidas concuerdan con las de los instrumentos de medición profesionales. Es así como, con la implementación de este dispositivo, se podrán monitorear cada una de las áreas; y distintas condiciones que permitirán a los empleados trabajar de manera más amena.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Quiero agradecer por primera parte al maestro Guillermo García, que más que un asesor, fue un apoyo muy importante para la implementación de este proyecto, brindando parte de su tiempo y paciencia en la realización del análisis de mediciones en la empresa SARASTI; así mismo, agradecer a dicha empresa, por permitir realizar y complementar dicha investigación dentro de sus instalaciones.

## VIII. REFERENCIAS

- [1] STPS, «AUTOGESTION, Salud y Seguridad en el Trabajo,» enero 2012. [En línea]. Available: <http://asinom.stps.gob.mx:8145/Centro/CentroMarcoNormativo.aspx>.
- [2] STPS, «AUTOGESTION,» Miércoles ABRIL 2002. [En línea]. <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-011.pdf>.
- [3] STPS, «AUTOGESTION,» Viernes Junio 2002. [En línea]. <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-015.pdf>.
- [4] STPS, «AUTGESTION,» Viernes Enero 2002. [En línea]. <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-024.pdf>.
- [5] STPS, «AUTOGESTION,» Martes Diciembre 2008. [En línea]. <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-025.pdf>.
- [6] STPS, «AUTOGESTION,» Lunes Abril 2000. [En línea]. <http://asinom.stps.gob.mx:8145/upload/noms/Nom-014.pdf>.
- Available: Available: Available: Available: Available:  
23o Verano de la Ciencia de la Región Centro. junio-agosto 2021

# DISEÑO DE BIORREACTOR PARA APROVECHAMIENTO DE EICHHORNIA CRASSIPES EN LA GENERACIÓN DE BIOGÁS

Valeria Monserrat Domínguez Pérez

Instituto Tecnológico de Celaya Departamento de Ingeniería Química Antonio García Cubas 600, Fovissste, 38010 Celaya, Gto.

*16030543s@itcelaya.edu.mx*

Luis Fabián Fuentes Cortés

Instituto Tecnológico de Celaya Departamento de Ingeniería Química Antonio García Cubas 600, Fovissste, 38010 Celaya, Gto.

*luis\_fuentes@iqcelaya.itc.mx*

Resumen — El presente trabajo tienen como objetivo el plasmar un modelo matemático del proceso de digestión anaerobia del *Eichhornia crassipes* para la obtención de biogás. *Eichhornia crassipes* es una plaga acuática encontrado en en la laguna de Yuriria, Guanajuato, se propone el uso de su biomasa para la obtención de energía en forma de metano, el modelo usado para describir esta transformación se basó en el propuesto por Angelidaki et al (1999). Fue necesario hacer ajustes al modelo tomando en cuenta la composición orgánica e inorgánica de *Eichhornia crassipes* No se obtuvieron resultados de la simulación debido a que el objetivo fue meramente particularizar el modelo.

Palabras clave — Lirio acuático, biogás, biodigestión anaerobia, modelo matemático, composición orgánica e inorgánica.

Keywords — Water lily, biogas, anaerobic digestion, mathematical model, organic and inorganic composition.

Abstract — The present work aims to create a mathematical model for the anaerobic digestion of *Eichhornia crassipes* to obtain biogas. *Eichhornia crassipes* is an aquatic plague found in large quantities in the Yuriria lake of Guanajuato, here is proposed the use of its biomass to obtain energy in the form of methane. The model used to describe this transformation was based on the one presented by Angelidaki et al (1999). It was necessary to make adjustments of the model considering the organic and inorganic composition of *Eichhornia crassipes*. No simulation results were obtained because the objective was only to particularize the model.

## I. INTRODUCCIÓN

El lirio acuático o jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) es una planta hidrófita considerada una plaga al tener una tasa de reproducción muy elevada e infestar gran cantidad de cuerpos de agua (Díaz-Zavaleta et al, 1989). La laguna localizada en el pueblo de Yuriria, Guanajuato, se ha detectado una infestación de 1,600 hectáreas. Esta laguna es un humedal de importancia internacional por ser hábitat de diversas especies de aves al igual que representar un lugar de interés turístico (Universidad de Guanajuato, 2018).

La gran cantidad de lirio acuático interfiere con el aprovechamiento del agua y con el equilibrio ambiental del área, obstaculiza la pesca, la navegación y el funcionamiento de obras hidráulicas al igual que favorecer el desarrollo de vectores patógenos (Díaz-Zavaleta et al, 1989). Por esto se ha buscado implementar estrategias para controlar del lirio acuático. En el presente trabajo se plantea su uso para la producción de biogás.

Es posible hacer uso de la biomasa del lirio acuático para su transformación en energía en forma de metano por medio de una biodigestión anaerobia. Esta biodigestión se compone de una serie de reacciones de degradación que finalmente llevan a la obtención de un gas que es básicamente la mezcla de metano ( $\text{CH}_4$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y pequeñas concentraciones de otros gases (Valladares-Carnero, 2017).

Antes de llevar este proceso de biodigestión anaerobia a nivel experimental o industrial es necesario presentar un modelo matemático. Para esto se propone el uso del modelo expuesto por Angelidaki et al (1999); sin embargo, debido a la diferencia en el tipo de sustrato el modelo debe ser ajustado al uso del lirio acuático como materia prima.

## II. MARCO TEÓRICO (OPCIONAL)

### A. Biodigestión anaeróbica

La biodigestión anaerobia, como su nombre lo indica, es un proceso de degradación que ocurre en ausencia de oxígeno en donde el carbono de la materia orgánica es oxidado para formar principalmente dióxido de carbono y metano (Valladares-Carnero, 2017). Esto ocurre por medio de la fermentación efectuada por una serie de bacterias y se puede dividir en cuatro etapas, en las cuales actúan diferentes colonias de bacterias:

I. Hidrólisis: Las macromoléculas son fragmentadas en sus respectivas unidades monoméricas. Esto ocurre por medio de enzimas extracelulares secretadas por bacterias acidogénicas, las cuales tienen un tiempo de duplicación de 30 minutos.

II. Fase acidogénica: Los productos obtenidos previamente son empleado por las mismas bacterias acidogénicas para formar ácidos grasos volátiles, principalmente ácido láctico, propiónico, butírico y valérico.

III. Fase acetogénica: Las bacterias acetogénicas degrada el ácido propiónico, butírico, valérico y otros para generar ácido acético, dióxido de carbono e hidrógeno. Estas bacterias tienen un tiempo de duplicación de 1.5 a 4 días.

IV. Fase metanogénica: Las bacterias metanógenas consumen el acetato, hidrógeno y parte del dióxido de carbono para producir metano. Estas bacterias tienen un crecimiento lento con un tiempo de duplicación de 4 a 6 días y cuentan con dos rutas metabólicas principales para realizar esto:

Vía acetotrófica. Vía principal. Es la que normalmente se emplea para la realización de cálculos referentes al proceso. Las bacterias emplean el ácido acético.

Vía hidrógeno trófica. Las bacterias usan el hidrógeno y dióxido de carbono, reduciendo este último para producir metano.

(Abbasi et al, 2011; Valladares-Carnero, 2017). B. Biorreactor

Un biorreactor es un sistema en el que se procesa materia orgánica por medio de la biodigestión. El biorreactor es en sí un contenedor cerrado, hermético e impermeable. En este se introduce la materia orgánica, en este caso



el lirio acuático, diluida en agua (Valladares-Carnero, 2017). Se requiere cumplir con ciertas condiciones dentro del biorreactor para asegurar que las bacterias metanógenas metabolicen los compuestos orgánicos. Entre estos factores está la relación C/N, pH, cantidad de agua, temperatura, tasa de carga, tiempo de retención, toxicidad y agitación del sistema (Abbasi et al, 2011).

El principal objetivo del biodigestor en este trabajo es la obtención de combustible. El biogás puede usarse directamente como combustible o usarlo indirectamente para generar electricidad mediante generadores. Su combustión es igual al de gas natural comprimido o gas de petróleo licuado, aunque su valor calorífico es menor (Cepero et al, 2012)

### C. Modelo matemático

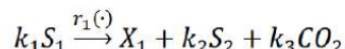
El modelo matemático usado de Angelidaki et al (1999) describe el sustrato de acuerdo con sus principales componentes: carbohidratos, lípidos y proteínas. El modelo involucra dos procesos enzimáticos, ocho grupos de bacterias y diecinueve componentes químicos. La modificación presentada por Valladares-Carnero (2017) involucra un total de diez grupos de bacterias y dieciséis reacciones biológicas, este último modelo fue el empleado en el trabajo.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

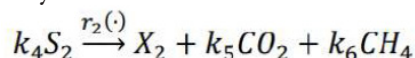
El modelo de simulación de producción de biogás se desarrolló de acuerdo con lo presentado por Valladares-Carnero (2017) que a su vez se basa en el modelo establecido por Angelidaki et al (1999). Se simuló el uso de reactores Batch, con un volumen de 500 mL. La dilución trabajada del lirio acuático molido fue de 1:10 por lo que la concentración final se consideró de 50 gr/L (Gutiérrez-Vargas, s.f.).

La simulación se estableció mediante las discretizaciones de las diferenciales de primer orden del balance de masa de las reacciones biológicas involucradas en la digestión anaeróbica (acidogénesis y metanogénesis) las cuales se muestran a continuación:

Durante la acidogénesis el sustrato ( 1) es degradado por las bacterias acidogénicas ( 1) y es transformado en ácidos grasos volátiles ( 2) y dióxido de carbono



En la etapa de metanogénesis los ácidos grasos volátiles ( 2) son degradados por bacterias metanogénicas ( 2) en metano y dióxido de carbono.



A partir de estas ecuaciones estequiométricas se definen las ecuaciones diferenciales que conforman el modelo de balance de masa

$$\begin{aligned} \frac{d(VX_1)}{dt} &= r_1(\cdot)V - Q_{sal}X_1 \\ \frac{d(VX_2)}{dt} &= r_2(\cdot)V - Q_{sal}X_2 \\ \frac{d(VS_1)}{dt} &= Q_{ent}S_{1,ent} - Q_{sal}S_1 - k_1r_1(\cdot)V \\ \frac{d(VS_2)}{dt} &= Q_{ent}S_{2,ent} - Q_{sal}S_2 + k_2r_1(\cdot)V - k_4r_2(\cdot)V \\ \frac{dV}{dt} &= Q_{ent} - Q_{sal} \end{aligned}$$



Donde 1 y 2 representan las concentraciones de colonias bacterianas acidogénicas y metanogénicas, respectivamente (g/L). (Valladares-Carnero, 2017)

Los datos de entrada y las diferenciales se plasmaron en el lenguaje computacional de Julia y en el editor de texto Atom.

A continuación, se explica de manera general la estructura del código.

1. Se definieron los datos de entrada. Se emplearon las constantes extraída del estudio realizado por Valladares-Carnero (2017) y Angelidaki et al (1999) incluyendo las concentraciones bacterianas, los coeficientes de rendimiento, las tasas de hidrólisis, velocidades específicas de crecimiento máximo, constantes de Michaelis-Menten, constantes de inhibición, constantes de disociación, tasas de transferencia de productos, masas moleculares y tasas de muertes bacterianas.
2. Se definió la composición del lirio acuático a partir de fuentes bibliográficas. Se trabajó inicialmente con los porcentajes en materia seca de carbohidratos, proteínas, lípidos, lignina, celulosa y cationes libres que posteriormente se integraron al código en valores de concentración (gr/L).
3. Se colocaron las ecuaciones pertinentes para el cálculo de las velocidades de las reacciones biológicas involucradas.
4. Se plasmaron las diferenciales discretizadas del balance de masa de la hidrólisis. Para esto se emplearon las concentraciones iniciales de carbohidratos, proteínas, lípidos, celulosa y lignina del flujo de entrada (Ver Tabla 1).
5. Se colocaron las diferenciales del balance de masa de la acidogénesis
6. Se colocaron las diferenciales del balance de masa de las bacterias acidogénicas.
7. Se plasmaron las diferenciales del balance de masa de la acetogénesis
8. Se colocaron las diferenciales del balance de masa de las bacterias acetogénicas.
9. Se plasmaron las diferenciales del balance de masa de la metanogénesis.
10. Se colocaron las diferenciales del balance de masa de las bacterias metanogénicas.

#### IV. RESULTADOS

Tabla 1. Composición del *E. crassipes* de acuerdo con Haroon et al (2008), Madsen et al (1993), Lara-Serrano et al (2016) y Boyd & Vickers (1971).

Compuesto	Porcentaje en materia seca	Nomenclatura	Concentración en biorreactor (g/L)
Proteína cruda	14.69	$S_{pro}(t=0)$	7.345
Grasas totales	3.00	$S_{lip}(t=0)$	1.5
Carbohidratos totales	5.26	$S_{car}(t=0)$	2.63
Lignina	9.66	$S_{lig}(t=0)$	4.83
Celulosa	14.3	$S_{cel}(t=0)$	7.15
Cationes libres	Calcio	Z (t=0)	1.155
	Sodio		
	Magnesio		

Tabla 2. Composición del inoculo inicial después de pretratamientos de acuerdo con Valladares- Carnero (2017).

Bacterias	Concentración (g/L)	Bacterias	Concentración (g/L)
Acidogénicas degradadoras de glucosa	0.012	Acetogénicas degradadoras de ácido butírico	0.019
Acidogénicas degradadoras de fructosa	0.001	Acetogénicas degradadoras de ácido valérico	0.013
Acidogénicas degradadoras de aminoácidos	0.076	Acetogénicas degradadoras de ácido oleico	0.019
Acidogénicas degradadoras de glicerol	0.013	Metanogénicas acetilclásicas	0.06
Acetogénicas degradadoras de ácido propiónico	0.024	Metanogénicas hidrogenotróficas	0.012

Figura 1. Imágenes representativas del código en lenguaje Julia y en el editor de textos Atom. (1) Variables tomadas de Valladares-Carnero (2017). (2) Concentraciones de sustratos. (3) Ecuaciones para calculo de velocidades de reacciones. (4) Diferenciales discretizadas de balances de masa.

```

1 VT=0.5 volumen total (l)
2 Vg=0.1 #volumen del gas (l)
3 Vs=22.4 #volumen de sustrato (l/mol)
4 R=9.082 #constante de gas ideal (atm l / mol K)
5 T=310 #temperatura (K)
6 dh2=0 #en tiempo cero presión del gas (atm)
7 Gco2=0
8 Gch4=0
9 Gnh3=0
10
11 r0=khcar*Scar
12 r1=khpro*spro
13 r2=khlip*sllip
14 r3=khce1*sce1
15 r4=khlig*sllig
16 r5=ut*K1 #eficiencia de reacción de degradación de a
17 r6=ut*K2 #eficiencia de reacción de degradación de b
18 r7=ut*K3 #eficiencia de reacción de degradación de c
19 r8=ut*M4 #eficiencia de reacción de degradación de g
20 r9=ut*M5 #eficiencia de reacción de degradación de g
21
22 #concentración de el sustrato de entrada (1=0)
23 Scar=2.43 #concentración de materia seca de 5.26/(concentración total del sustrato de 50 gr/L)
24 Spro=7.49 #concentración de materia seca de 14.98/(concentración total del sustrato de 50 gr/L)
25 Sllip=1.5 #lipidos (2 en materia seca de 1.00)/(concentración total del sustrato de 50 gr/L)
26 Sce1=7.45 #carbamato de materia seca de 14.3/(concentración total del sustrato de 50 gr/L)
27 Sllig=4.41 #lipidos (2 en materia seca de 9.82)/(concentración total del sustrato de 50 gr/L)
28 Smon0=0 #monocacilato
29 Sfrut=0 #fructosa
30 Sam0=0 #aminoácidos
31 Sglu0=0 #glucosa
32
33 #balances de masa metanogénica
34 global Scar[i]=-(D*Scar0-Scar[i-1])/((1+0)+(khsustrato*kh)/(kh+Sacet[i]+SAprot[i]+SAbut[i]+Sval[i]))
35 global Spro[i]=-(D*Spro0-r1+Sprot[i-1])/((1+0)
36 global Sllip[i]=-(D*Sllip0-r2+Sllip[i-1])/((1+0)
37 global Sce1[i]=-(D*Sce100-r3+Sce1[i-1])/((1+0)
38 global Sllig[i]=-(D*Sllig0-r4+Sllig[i-1])/((1+0)
39
40 #balances de masa metanogénica
41 global Smon[i]=-(D*Smon0-Smon[i-1]+Ymoncar*r0+Ymoncel*r3-Ymonxl*r5)/(1+0)
42 global Sfrut[i]=-(D*Sfrut0-Sfrut[i-1]-Yfrut2*r6)/(1+0)
43 global Sam[i]=-(D*Sam0-Sam[i-1]+Yamipro*r1+Yamix2*r7)/(1+0)
    
```

V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Se trabajó con la presentación del lirio acuático molido al ser esta la más apropiada de acuerdo con Gutiérrez-Vargas (s.f.). De igual manera se empleó el factor de dilución 1:10 presentado por el mismo autor lo cual da una concentración final de 50 gr/L que a su vez se aproxima en gran medida a la concentración de 40 gr/L trabajado por Gao et al (2013). Se decidió trabajar con los mismos valores de variables y concentraciones bacterianas (Ver Tabla 2) que las presentadas por Valladares-Carnero (2017), esto con fines de hacer una comparación entre ambas simulaciones teniendo como única diferencia la composición orgánica e inorgánica del sustrato.

Los datos presentados en la Tabla 1 son meramente representativos de la composición del lirio acuático, porque, como bien lo indica las fuentes consultadas de Boyd & Vickers (1971) Haroon et al (2008) y Madsen et al (1993), la composición de la especie E. crassipes varía mucho de acuerdo con la localización geográfica, la parte de la planta analizada y la época del año.

Más aún es importante mencionar que el porcentaje de carbohidratos en materia seca es aquel con mayor variación llegando a adquirir valores que van desde 5 al 40% en materia seca en una misma planta, mismo órgano, pero diferente época del año (Madsen et al, 1993). Con fines de analizar el rendimiento de producción de biogás con el menor porcentaje de carbohidratos que a su vez se asemeja al porcentaje de este compuesto encontrado en el sustrato usado por Valladares-Carnero (2017), se optó por trabajar con el valor de 5.26% de carbohidratos totales en el lirio acuático.

Debido a la falta de tiempo no fue posible ejecutar la simulación, simplemente se estructuró el código para esta. Sin embargo, se dará explicación a los resultados esperados en la simulación y recomendaciones para su implementación.

Según los resultados presentados por Valladares-Carnero (2017) la simulación debe arrojar una producción de biogás elevada los cinco primeros días para su posterior disminución entre el quinto y décimo día. Esta producción acelerada se debe a la alta concentración de proteínas en el estiércol vacuno empleado. La concentración de proteína cruda trabajada en el presente simulacro es muy similar a la del estiércol, siendo su diferencia de tan solo 0.48 g/L, por lo que se esperarían resultados semejantes,

Sin embargo, de acuerdo con Chuang et al (2011), donde se trabajó ya con la especie *E. crassipes*, la producción de metano ocurre después de 57-131 horas, esto está relacionado con la aparición del sustrato para las bacterias metanogénicas. Por lo tanto, ya sea que el modelo matemático aquí presentado arroje resultados de una producción elevada de biogás antes de los 5 días o después de este tiempo, este se podría ajustar bien a datos experimentales de acuerdo a la bibliografía que se use como antecedente.

Según la experimentación realizada por Auma (2014) el lirio acuático produce una cantidad de 8.0 litros de metano por kilo de sustrato. Considerando que se simuló el uso de 25 gramos de lirio acuático molido entonces se esperaba obtener 0.2 litros de metano en el presente modelo.

De acuerdo con Valladares-Carnero (2017) la variación de la constante de saturación de amoníaco junto con la variación de las tasas de crecimiento bacteriano permite un ajuste más preciso del modelo. Por su parte, Chuang et al (2011) establece que la producción de metano depende de la concentración de sustrato y de la temperatura. No obstante, estas variaciones aún no son consideradas en el modelo.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El empleo de residuos orgánicos, como es el lirio acuático, para obtener biogás a partir de reactores anaeróbicos resulta ser una alternativa atractiva para reducir el consumo de recursos fósiles, de ahí la importancia de su estudio.

El modelo matemático plasmado en el presente reporte detalla el proceso anaeróbico de biodigestión y por ende puede ser usado para predecir el potencial del lirio acuático para obtener biogás. En este modelo se parte de las composiciones orgánicas e inorgánicas del sustrato. Estos datos pueden obtenerse de fuentes bibliográficas, aunque también se recomienda verificar los valores mediante ensayos bioquímicos.

Si bien en el presente simulador no se detalló el impacto que puede tener la variación de ciertos parámetros en la producción de biogás a partir del lirio acuático se sabe de antemano por las bibliografías que el cambio en algunas de estas variables puede modificar significativamente el rendimiento. Por esta razón, se recomienda el uso del modelo presentado con el fin de establecer las condiciones más adecuadas para el proceso. Entre estas variables a modificar para optimizar el proceso se destaca la constante de saturación del amonio, la tasa de crecimiento bacteriana, la temperatura y la concentración de sustrato.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento a Instituto Tecnológico de Celaya y al doctor Luis Fabián Fuentes Cortés por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano. De igual manera, expreso mi agradecimiento a los compañeros estudiantes Jahir Arturo Ortiz Munguía y Natalia Guadalupe Díaz Gil por su gran apoyo en la realización del proyecto.

## REFERENCIAS

- Abbasi, T., Tauseef, S. M., & Abbasi, S. A. (2011). *Biogas energy* (Vol. 2). Springer Science & Business Media.
- Angelidaki, I., Ellegaard, L., & Ahring, B. K. (1999). A comprehensive model of anaerobic bioconversion of complex substrates to biogas. *Biotechnology and bioengineering*, 63(3), 363-372.
- Auma, E. O. (2014). *Anaerobic Co-Digestion of Water Hyacinth (Eichhornia crassipes) with Ruminant Slaughterhouse Waste under Mesophilic Conditions* (Doctoral dissertation, University of Nairobi).
- Boyd, C. E., & Vickers, D. H. (1971). Variation in the elemental content of *Eichhornia crassipes*. *Hydrobiologia*, 38(3), 409-414.
- Cepero, L., Savran, V., Blanco, D., Díaz Piñón, M. R., Suárez, J., & Palacios, A. (2012). Producción de biogás y bioabonos a partir de efluentes de biodigestores. *Forrajes*, 35(2), 219-226.
- Díaz-Zavaleta, G., Olvera-Viascán, V., Romero-Luna, F., & Aguirre-Martínez, J. (1989). Control y aprovechamiento del lirio acuático en México.
- Gao, J., Chen, L., Yan, Z., & Wang, L. (2013). Effect of ionic liquid pretreatment on the composition, structure and biogas production of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *Bioresource technology*, 132, 361-364.
- Haroon, A. M. (2008). Nutrition value and factors affecting the energy and biochemical composition of some macrophytes from Lake Manzalah (Egypt). *Egypt J. Aquat. Res.*, 23o Verano de la Ciencia de la Región Centro. junio-agosto 2021
- Pastos y Chuang, Y. S., Lay, C. H., Sen, B., Chen, C. C., Gopalakrishnan, K., Wu, J. H., ... & Lin, C. Y. (2011). Biohydrogen and biomethane from water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) fermentation: effects of substrate concentration and incubation temperature. *international journal of hydrogen energy*, 36(21), 14195-14203.
- Gutiérrez-Vargas, S. (s.f.). Producción de biogás a partir del lirio acuático para la sustentabilidad económica, social, ambiental y energética en la Laguna de Yuriria. Universidad de Guanajuato. 34(4), 143-157.
- Lara-Serrano, J. S., Rutiaga-Quiñones, O. M., López-Miranda, J., Fileto-Pérez, H. A., Pedraza-Bucio, F. E., Rico-Cerda, J. L., & Rutiaga-Quiñones, J. G. (2016). Physicochemical characterization of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms). *BioResources*, 11(3), 7214-7223.
- Madsen, J. D., Luu, K. T., & Getsinger, K. D. (1993). Allocation of Biomass and Carbohydrates in Waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*): Pond-Scale Verification. ARMY ENGINEER WATERWAYS EXPERIMENT STATION VICKSBURG MS ENVIRONMENTAL LAB
- Universidad de Guanajuato (2018). UG colabora en proyecto para controlar el lirio acuático en la Laguna de Yuriria. Recuperado el 28/07/2021 de <https://www.ugto.mx/noticias/noticias/13323-ug-colabora-en-proyecto-para-controlar-el-lirio-acuatico-en-la-laguna-de-yuriria>

Valladares-Carnero, F. (2017). Modelamiento del proceso de digestión anaeróbica de estiércol vacuno y cáscara de cacao.

## ORGANIZADORES DEL 23 VERANO DE LA CIENCIA REGIÓN CENTRO PRESENTE

Por medio de la presente les notifico que Valeria Monserrat Domínguez Pérez, estudiante del TecNM- Instituto Tecnológico de Celaya, participó como integrante de mi grupo de investigación durante los meses de Julio y Agosto de 2021 trabajando en el proyecto de Diseño de biorreactores para producción de biogás a partir de lirio acuático. Su trabajo consistió en la elaboración del modelo matemático de biodigestión anaerobia.

Dicho aporte se encuentra registrado en el reporte Diseño de biorreactor para aprovechamiento de Eichhornia crassipes en la generación de biogás. He revisado y validado el reporte, por lo cual tiene mi visto bueno.

Sin más por el momento. Aprovecho para enviarles un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica® La técnica por un México mejor®

DR. LUIS FABIÁN FUENTES CORTÉS COORDINADOR DEL DOCTORADO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA QUÍMICA

Av. Antonio García Cubas #600 esq. Av. Tecnológico, Colonia Alfredo V. Bonfil, C.P. 38010 Celaya, Gto.

Tel. 01 (461) 611 75 75

e-mail: [lince@celaya.tecnm.mx](mailto:lince@celaya.tecnm.mx)

[tecnm.mx](http://tecnm.mx) | [celaya.tecnm.mx](http://celaya.tecnm.mx)

Instituto Tecnológico de Celaya

Departamento de Ingeniería Química

Celaya, Guanajuato, 27/agosto/2021

# OBTENCIÓN DE MATERIALES BASE-GRAFENO A PARTIR DE BIOMASA

**Jahir Arturo Ortiz Munguia**

Instituto Tecnológico de Celaya Antonio García Cubas S/N A.P.57, C.P. 38010, Celaya, Gto.  
*16030377@itcelaya.edu.mx*

**Rocio Martínez Flores**

Instituto Tecnológico Superior de Monclova Carretera 57 Km. 4.5,  
Unidad Tecnológica y Universitaria, CP 25701. Monclova, Coah.  
*rocio.mva@gmail.com*

Resumen — El trabajo siguiente contiene una síntesis de las técnicas utilizadas para transformar la biomasa, residual de la actividad agrícola o industrial, en grafeno o alguno de sus derivados, con las cuales se espera en un futuro se pueda producir el grafeno a nivel industrial, se presenta con mayor profundidad, en especial, el método con base en la sal y con el cual se trabajó la biomasa elegida, en este caso el nopal, a través de dos procesos diferentes, utilizando el KOH como agente activante en ambos casos, los resultados...

Palabras clave — Grafeno, biomasa, nopal, método con base en la sal.

Keywords — Graphene, biomass, nopal, salt-based method.

Abstract — The following work contains a synthesis of the techniques used for the change of the biomass, left by the farming and industrial operations, into graphene or some derived form, which in the future is expected to produce graphene at industrial level, is presented in depth, especially, the salt-base method which is used with the elected biomass, for this case nopal, through two different process, utilizing KOH as activate agent in both cases, the results...

## I. INTRODUCCIÓN

El grafeno es un material cuasi milagroso, un material que parece sacado de las páginas de la ciencia ficción, un material más duro que el diamante, más flexible que cualquier otro material que conozcamos, con un módulo de Young que llega al rango del millón, y que además es un super conductor que puede traer una nueva revolución a la electrónica.

Este material aislado en 2004 por el Andréy Gueim y Konstantín Novosiólov, tiene un solo problema en la actualidad, el cual es, su producción escalada al nivel industrial, al ser los métodos, en general, del grafeno difíciles de llevar a cabo. Una de las soluciones propuestas en los últimos años para este problema es el uso de la biomasa como precursor para la producción del grafeno.

La biomasa siendo uno de los recursos en existencia que más se produce y que a su vez más se desperdician,



se perfila como una fuente de materia prima excelente para la producción del grafeno y derivados, la cantidad producida al año es de 10 giga toneladas métricas a nivel mundial, lo que nos garantiza su bajo costo para la industria.

Como biomasa propuestas se tiene, la cascara de la toronja, el maracuyá, la fibra de coco, patas de cucarachas, el bagazo de la caña de azúcar, la paja del arroz, la pulpa del licor negro, entre otras, de estas propuestas en todos los casos se han obtenido resultados sobresalientes para la producción del grafeno o algún derivado lo cual nos anima a seguir explorando estas opciones para encontrar la solución óptima de la producción del grafeno a nivel industrial.

En nuestro país se cuentan con algunos de los cultivos con mayor demanda a nivel internacional como lo es el maíz, la papa y arroz por nombrar algunos, pero para su uso como precursor para la obtención de grafeno, se ha optado, en esta ocasión, por la utilización del nopal, principalmente por su fácil obtención y rápido crecimiento a lo largo del tiempo.

## II. MARCO TEÓRICO

Para la conversión de la biomasa al grafeno, o alguno de sus derivados, se cuentan con varios procesos, estos procesos que se mencionaran se centran en la sintetización de las biomasa carbonizándolas por medio de la pirólisis, algunas técnicas que se encuentran en la literatura son, el método con base en la sal, confinamiento con base en plantillas/bandejas, chemical blowing o soplado químico, acoplamiento con pretratamiento de carbonización hidrotermal, post exfoliación y método de Hummer.

De estas técnicas mencionadas el método con base en la sal, por su facilidad de tratamiento a las materias primas se eligió como la técnica a trabajar.

Las ventajas del salt-based method o el método con base en la sal, es la producción de algunos de los siguientes efectos, activación química, un ambiente líquido de reacción, arreglo de la forma, entre otras. [1]

La activación puede abrir los poros de los productos de carbono y mejorar el área específica de superficie, que incluye la activación física y activación química usando varios químicos. Entre los reactivos, KOH es investigado ampliamente, el cual puede crear una gran área específica ( $\sim 3000 \text{ m}^2/\text{g}$ ). [1]

Para el KOH, como agente para la activación del carbono, los mecanismos aceptados que ocurren consisten; en el fresado químico del carbono por una serie de reacciones redox con diferentes especies de potasio, como reactivo de activación química con el carbono, esta activación química es responsable de la generación de la red porosa; la porosidad creada por la formación de  $\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{CO}_2$ , contribuyen al desarrollo de la porosidad a través de la gasificación del carbono, activación física; los potasios formados se intercalan en las láminas de carbono durante la activación, resultando en la expansión de las láminas de carbono. [1,2]

De esta técnica en la literatura, con el uso del KOH como agente, se encuentra su aplicación con las cascara de soja como la biomasa precursora, para la producción de grafeno poroso con incrustaciones de nitrógeno, la metodología utilizada consistió en la limpieza de la cascara de soja, posteriormente se cortó en pequeños trozos, y se secó a una temperatura de  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ . Las cascara de soja secas se precarboniza en una atmósfera de Argón a  $300 \text{ }^\circ\text{C}$  durante dos horas para remover el agua. El producto calcinado se mezcla con el KOH y agua ionizada, la mezcla fue tratada térmicamente en una atmósfera de Argón con una temperatura de  $800 \text{ }^\circ\text{C}$  por una hora. Se lavo la mezcla con una solución de ácido sulfúrico al  $0.5 \text{ M}$  por 12 horas a una temperatura de  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ , se enjuaga completamente con agua ionizada y alcohol etílico absoluto, y secado a  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  al vacío. Finalmente, el precursor fue tratado térmicamente bajo una atmósfera de Argón a una temperatura de  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$  por 1.75 horas, seguido por una inyección de  $\text{NH}_3$  por 15 minutos. [3]



Del proceso de esta técnica, utilizada para la cascara de soja, se obtuvieron del grafeno poroso con incrustaciones de nitrógeno, las siguientes características, un área de superficie de grafeno de 1152 m<sup>2</sup>/g y un volumen de poro de 0.60 cm<sup>3</sup>/g. [1,3]

Tabla 1. Biomosas precursoras de grafeno

Biomasa	Proceso	Material obtenido	Aplicación	Año de referencia
Cascara de Toronja	-Hidrotermal -Pirolisis	Nano hojas de carbono poroso similar al grafeno	Absorbedor ultraligero de microondas	[4], 2020
Typha domingensis	-Método de la sal -Pirolisis	Grafeno 3D jerárquico derivado de biomasa	Super capacitadores	[5], 2020
Bagazo de la caña de azúcar	-Acido-alcalino-acido hidrolisis -Pirolisis	Capas de grafeno con cristales 2D	Método de fabricación de grafeno	[6], 2019
Maracuyá	-Hidrotermal	Dopado con nitrógeno puntos de grafeno cuántico con emisión de luz multicolor	Sensor, tinta fluorescente, imagen celular multicolor	[7], 2019
Pulpa de licor negro	-Método de la sal -Spin-coating	Películas transparentes y conductivas	Método de fabricación de grafeno	[8], 2019
Lentionina	-Método modificado de Hummer -Pirolisis -Graphene coating	Electrodo de grafeno	Sensor	[9], 2016
Frutos de camelia	-Hidrotermal -Pirolisis -Polarización electroquímica catódica	Carbono similar al grafeno Nano carbonos similares a cuerdas	Materiales de electrodo para almacenamiento de energía	[10], 2019
Celulosa	-Método sol-gel -Pirolisis	Aerosol de grafeno	Método de fabricación de grafeno	[11], 2019
Fibra de coco y cáscara de coco	-Oxidación catalítica	Oxido de grafeno Oxido de grafeno reducido	Método de fabricación de grafeno Producción de electrodos	[12], 2019
Paja de arroz	-Pirolisis -Método de Hummer	Nano plaquetas de grafeno	Método de fabricación de grafeno Adsorción de cristales violetas	[13], 2017
Harina de maíz	-Método de Hummer	Nano grafeno	Método de fabricación de grafeno	[14], 2020
Almidón de papa	-Método modificado de Hummer	Nano hojas de carbón poroso dopadas de Nitrógeno	Super capacitores	[15], 2019

Para el estado del arte, para la transformación de los precursores de biomasa en grafeno y derivados, se construyó la tabla 1, que nos muestra una vista general de las investigaciones, en la tabla se incluye la biomasa precursora, el proceso o técnica, el material de grafeno obtenido, su aplicación, su artículo de referencia y año de la referencia.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

Debido a las restricciones de acceso a los laboratorios y la movilidad para trasladarse a otra ciudad por la pandemia actual, la parte experimental se realizó en conjunto con el Christopher Alan Monsiváis Mancha (estudiante del Instituto Tecnológico Superior de Monclova), quien realizó los experimentos en dichas instalaciones.

### IV. RESULTADOS

El presente trabajo de investigación documental forma parte del proyecto obtención de materiales base-grafeno a partir de biomasa, el cual se realizó en conjunto con el C. Christopher Alan Monsiváis Mancha (desarrollo experimental). Obteniendo como resultado la implementación de una biomasa sometida a un tratamiento térmico de 400 °C. Mediante el presente proyecto de investigación se logró identificar y estudiar una biomasa local con potencial aplicación para el desarrollo de materiales avanzados de carbono. Además, se logró establecer una colaboración entre investigadores del Instituto Tecnológico de Celaya y el Instituto Tecnológico Superior de Monclova.

### V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La producción a nivel industrial del grafeno es una prioridad, es por ello que se debe asegurar no solo un método fácilmente escalable a los niveles industriales, si no también contar con una fuente grande y constante de donde obtener el material.

Nuestro país siendo mega diverso, cuenta con millares de opciones que se pueden estudiar para la producción del grafeno o alguno de sus derivados, para esta ocasión se optó por el nopal por sus grandes cualidades, pero lamentablemente, al menos para la producción de grafeno su uso es poco viable, dado la baja cantidad de materia orgánica del que se puede obtener el grafeno por sí mismo, dígase la celulosa, al no representar ni el 2 % de su composición, la metodología también falta de refinación por lo que se exhorta a otros seguir investigando la viabilidad del nopal como biomasa precursora del grafeno.

### VI. AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a la doctora Rocio Martínez Flores, por su tiempo y paciencia en este pequeño proyecto de investigación de parte del 23° verano de la ciencia región centro; al doctor Louvier y al doctor Navarro por su comprensión y ayuda con los desafíos de la modalidad virtual del verano.

### REFERENCIAS

- [1] X. Kong, Y. Zhu, H. Lei, C. Wang, Y. Zhao, E. Huo, X. Lin, Q. Zhang, M. Qian, W. Mateo, R. Zou, Z. Fang y R. Ruan, "Synthesis of graphene-like carbon from biomass pyrolysis and its applications", "Chemical Engineering Journal", Vol. 399, Nov. 2020.
- [2] J. Wang y S. Kaskel, "KOH activation of carbon-based materials for energy storage", Journal of Materials Chemistry, Vol. 22, pp. 23710-23725, Ago. 2012.
- [3] H. Zhou, J. Zhang, I. S. Amiinu, C. Zhang, X. Liu, W. Tua, M. Pana y S. Mu, "Transforming waste biomass with an intrinsically porous network structure into porous nitrogen-doped graphene for highly efficient oxygen reduction", Physical Chemistry Chemical Physics, Vol. 18, pp. 10392-10399, Mar. 2016.
- [4] H. Zhao, Y. Cheng, Z. Zhang, B. Zhang, C. Pei, F. Fan y G. Ji, "Biomass-derived graphene-like porous

- carbon nanosheets towards ultralight microwave absorption and excellent thermal infrared properties”, *Carbon*, Vol. 173, pp. 501-511, Mar. 2021.
- [5] F. Golmohammadi y M. Amiri, “Biomass-derived graphene-based nanocomposite: A facile template for decoration of ultrathin nickel-aluminum layered double hydroxide nanosheets as high-performance supercapacitors”, *International Journal of Hydrogen Energy*, Vol. 45, pp. 15578-15588, Jun. 2020.
- [6] S. Long, Q. Du, S. Wang, P. Tang, D. Li y R. Huang, “Graphene two-dimensional crystal prepared from cellulose two-dimensional crystal hydrolysed from sustainable biomass sugarcane bagasse”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 241, Dic. 2019.
- [7] Z. Wang, D. Chen, B. Gu, B. Gao, T. Wang, Q. Guo y G. Wang, “Biomass-derived nitrogen doped graphene quantum dots with colortunable emission for sensing, fluorescence ink and multicolor cell imaging”, *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, Vol. 227, Feb. 2020. [8] Z. Ding, T. Yuan, J. Wen, X. Cao, S. Sun, L. Xiao, Q. Shi, X. Wang y R. Sun, “Green synthesis of chemical converted graphene sheets derived from pulping black liquor”, *Carbon*, Vol. 158, pp. 690- 697, Mar. 2020.
- [9] F. Shahzada, S. A. Zaidic y C. M. Koo, “Highly sensitive electrochemical sensor based on environmentally friendly biomass-derived sulfur-doped graphene for cancer biomarker detection”, *Sensors and Actuators B: Chemical*, Vol. 241, pp. 716-724, Mar. 2017.
- [10] X. Lu, K. Xiang, Y. Wang, W. Zhou, Y. Zhu, W. Chen, X. Chen, H. Chen, H. Cheng y Z. Lu, “Selective preparation of graphene- and rope-like NanoCarbons from camellia wastes as high performance electrode materials for energy storage”, *Journal of Alloys and Compounds*, Vol. 811, Nov. 2019.
- [11] J. Li, Q. Wang, L. Zheng y H. Liu “A novel graphene aerogel synthesized from cellulose with high performance for removing MB in water”, *Journal of Materials Science & Technology*, Vol. 41, pp. 68-75, Mar. 2020.
- [12] R. Tamilselvi, M. Ramesh, G.S. Lekshmi, O. Bazaka, I. Levchenko, K. Bazaka y M. Mandhakini, “Graphene oxide – Based supercapacitors from agricultural wastes: A step to mass production of highly efficient electrodes for electrical transportation systems”, *Renewable Energy*, Vol. 151, pp. 731- 739, May. 2020.
- [13] S. Goswami, P. Banerjee, S. Datta, A. Mukhopadhyay y P. Das, “Graphene oxide nanoplatelets synthesized with carbonized agro-waste biomass as green precursor and its application for the treatment of dye rich wastewater”, *Process Safety and Environmental Protection*, Vol. 106, pp. 163- 172, Feb. 2017.
- [14] S. Zhang, K. Tian, B. Cheng y H. Jiang “Preparation of N Doped Supercapacitor Materials by Integrated Salt Templating and Silicon Hard Templating by Pyrolysis of Biomass Wastes”, *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, Vol. 5, pp. 6682-6691, Jul. 2017.
- [15] W. Cao, E. Zhang, J. Wang, Z. Liu, J. Ge, X. Yu, H. Yang y B. Lu, “Potato derived biomass porous carbon as anode for potassium ion batteries”, *Electrochimica Acta*, Vol. 293, pp. 364-370, Ene. 2019.
- [16] R. L. Torres-Ponce, D. Morales-Corral, M. Ballinas-Casarrubias y G. V. Nevárez-Moorillón, “El nopal: planta del semidesierto con aplicaciones en farmacia, alimentos y nutrición animal”, *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, Vol. 6, pp. 1129-1142, Mar. 2015.

# ELABORACIÓN DE HIDROXIAPATITA DOPADA CON IONES METÁLICOS PARA SU USO POTENCIAL EN NANOMEDICINA

María Paulina de la Cruz Moreno  
 Universidad Autónoma de Aguascalientes Facultad de Medicina  
 Av. Universidad #940  
 C.P.20131, Aguascalientes, Ags.  
*paudelacruz@gmail.com*

Rodrigo Rafael Velázquez Castillo  
 Universidad Autónoma de Querétaro Facultad de Ingeniería-Campus Aeropuerto  
 Carr. a Chichimequillas s/n  
 C.P. 76140, Querétaro, Qro.  
*rodrigo.velazquez@uaq.mx*

Resumen — En este trabajo se presenta un resumen de la recopilación de información bibliográfica obtenida por medio de internet durante el verano de investigación por el estudiante, a cerca de la información actual sobre los estudios de la hidroxiapatita en el ámbito de la nanotecnología aplicada a la medicina, así como una descripción de su proceso de síntesis en laboratorio usando el método hidrotermal asistido por microondas, en base a la experiencia del estudiante durante su estancia en dicho laboratorio. De igual forma se discuten las expectativas a futuro y los proyectos vigentes que la usan.

Palabras clave — Hidroxiapatita, nanobiomateriales, nanofibras, iones metálicos.

Abstract — This paper presents a summary of the collection of bibliographic information obtained through the internet during the summer of research by the student, about the current information on the studies of hydroxyapatite in the field of nanotechnology applied to medicine. as well as a description of its synthesis process in the laboratory using the microwave-assisted hydrothermal method, based on the student's experience during their stay in said laboratory. In the same way, future expectations and current projects that use it are discussed.

Keywords — Hydroxyapatite, nanobiomaterials, nanofibers, metal ions.

## I. INTRODUCCIÓN

La comprensión de la estructura del hueso humano en todos los niveles jerárquicos tiene importantes implicaciones para los mecanismos de mineralización, soporte mecánico, valoración y tratamiento de patologías óseas. Generalmente se acepta que el hueso consiste de dos componentes principales: colágeno tipo I (fase orgánica)

y cristales de hidroxiapatita carbonatada o fosfatada (fase inorgánica), con otros componentes menores: agua, proteínas no colágenas, como proteoglicanos, células y vasos sanguíneos. La organización de estos componentes y su disposición en niveles jerárquicos tiene grandes implicaciones para las relaciones estructura-función del hueso. [1]

La hidroxiapatita (HA o HAp) es una fase estequiométrica de fosfato de calcio con una composición de  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . El interés por esta en el campo biomédico se debe a su similitud con la fase de apatita de fosfato cálcico en el mineral óseo y dental. La HAp está conformada por una relación molar de calcio y fósforo con proporción de 10:6 (1,67). Se ha informado comúnmente que la HA tiene una estructura cristalina hexagonal.[2] Es bien sabido que la capacidad de la hidroxiapatita para integrar una gran variedad de sustituciones para  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{PO}_4^-$  y / o  $\text{OH}^-$  se atribuyen a la versatilidad de su estructura de apatita. Los biomateriales basados en HAp a menudo se estudian porque tienen una respuesta favorable cuando se utilizan como material de implante para tejido óseo. En muchos casos, el biomaterial debe ser poroso para permitir la penetración celular, el flujo de nutrientes y promover la regeneración ósea. Adicionalmente, el biomaterial debe tener una resistencia mecánica similar al del tejido óseo donde sería implantado y tiene que permitir el desarrollo de las funciones biológicas del organismo huésped. [3]

Los cristales HAp actúan como un importante reservorio para albergar diferentes iones y cationes y, por lo tanto, juegan un papel clave en la actividad metabólica del hueso.[4] El uso principal de la HAp en forma de cerámica es como sustituto de injertos de hueso sintético, donde se pueden utilizar como alternativa para autoinjertar hueso para rellenar defectos óseos. Una gran cantidad de sustitutos de injertos óseos sintéticos que contienen HA han sido aprobados para uso clínico pero los datos de los ensayos clínicos todavía son muy limitados para respaldar estos productos. [2]

La tendencia actual es, por tanto, obtener biocerámicas de fosfato de calcio parcialmente sustituido por estos elementos para imitar la composición química del hueso, lo que permite la capacidad de intercambiar iones en la estructura de apatita para diseñar, desarrollar y caracterizar nuevos y mejores fosfatos de calcio para ciertas aplicaciones específicas.

A continuación, se presenta una recopilación de los avances más actuales respecto a este tema, a conformidad con el trabajo de la estudiante durante su estadía. Posteriormente se incluye un apartado sobre la metodología para la síntesis de HAp que se observó en el laboratorio de la Universidad Autónoma de Querétaro en la Facultad de Ingeniería-Campus Aeropuerto guiada por el Dr. Rodrigo Rafael Velázquez Castillo, incluyendo en los resultados la experiencia de aprendizaje del alumno. Por último, en la cuarta sección se resumen las expectativas a futuro sobre este tema y los comentarios finales.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Sustituciones catiónicas y aniónicas en la Hidroxiapatita

Los factores clave para un andamio ideal para la ingeniería de tejido óseo son: : la macroporosidad (tamaño de poro  $>50$  nm) y la mesoporosidad ( $5$  nm  $<$  tamaño de poro  $<50$  nm); la porosidad abierta interconectada para el flujo de nutrientes sustancias químicas, células y el crecimiento interno de tejido in vivo; una suficiente resistencia mecánica y cinética de degradación controlada para la transferencia de carga adecuada al tejido huésped adyacente; y una compatibilidad bioquímica que permita que el hueso cumpla con sus funciones metabólicas. [4] La HAp tiene dos tipos de iones de Ca: Ca tipo I rodeados por 9 átomos de oxígeno formando un prisma triangular tricapado que a su vez forma columnas paralelas otorgando mayor resistencia, y Ca tipo II rodeados por 7 átomos y que se encuentran en la superficie estructural pudiendo ser sustituidos por otro elemento. Se ha encontrado que la relación de Na en el hueso humano varía entre 0.90-1.00 % wt y de K entre 0.03-0.07 % wt. [4]

La introducción de iones de magnesio en la estructura de HAp ha demostrado ejercer un efecto biológico positivo y mejorar las propiedades osteointegracionales del material, debido a la solubilidad y biodegradabilidad mejoradas del material en fluidos fisiológicos como consecuencia de la modificación de la red. [4]

El potasio (K) puede influir en el proceso de biomineralización y la apatita en el proceso de nucleación de minerales, mientras que el sodio (Na) está presente como un oligoelemento abundante en el hueso y el mineral del diente natural y participa en la adhesión celular y en el metabolismo y el proceso de reabsorción ósea. [4]

El dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ) ha atraído mucha atención, debido a su efecto fotocatalítico, siendo posible explotar su actividad fotooxidativa en materiales orgánicos, incluyendo proteínas y lípidos, así como a las propiedades antibacterianas del Ti. Se investigó la acción bactericida de Ti-HAp y se demostró su actividad fotocatalítica para descomponer acetaldehído y albúmina bajo irradiación ultravioleta (UV). Además, se informó que las partículas de Ti-HAp tratadas térmicamente con una relación molar de Ti de 0.10 a 0.15 son adecuadas para la descomposición de proteínas patógenas en una terapia purificada de sangre bajo irradiación UV. [4]

Otras sustituciones informadas: Estroncio, Zinc, Plata, Manganeso, Hierro, Cerio, Itrio, Samario, Galio, Cobre, Cobalto, Iones Aniónicos Vicarios, Carbonato, Fluoruro, Cloruro, Sulfato, Selenio Y Silicio. [4]

B. Propiedades mecánicas y biocompatibilidad de la hidroxiapatita dopada con Ti pulverizado

La microscopía electrónica mostró que la adición de Ti no afecta la formación del compuesto de hidroxiapatita. La presencia de Ti en la estructura de hidroxiapatita disminuye la aspereza del revestimiento y aumenta las propiedades mecánicas y biológicas. [5] En este estudio se informó que todos los revestimientos de hidroxiapatita enriquecidos con Ti, indujeron la proliferación de osteoblastos.

C. Hidroxiapatita luminiscente dopada con elementos de tierras raras para aplicaciones biomédicas

El uso de hidroxiapatita con materiales luminiscentes es un área de investigación interesante debido a las características atractivas de dichos materiales, que incluyen biodegradabilidad, bioactividad, biocompatibilidad, osteoconductividad, su no toxicidad y su naturaleza no inflamatoria, así como su accesibilidad para la adaptación de la superficie.

Este papel resume los materiales fluorescentes desarrollados más recientemente a base de hidroxiapatita, que utilizar elementos de tierras raras (REE) como dopantes, como terbio ( $\text{Tb}^{3+}$ ), erbio ( $\text{Er}^{3+}$ ), europio ( $\text{Eu}^{3+}$ ), lantano ( $\text{La}^{3+}$ ), o disprosio ( $\text{Dy}^{3+}$ ), que se han desarrollado en el campo biomédico. [6]

Los iones lantánidos, como el europio o el terbio, presentan una fluorescencia regular para la obtención de imágenes celulares bajo una longitud de onda de excitación específica. Estas nanopartículas de hidroxiapatita dopadas con lantánidos podrían ser utilizadas como sondas fotoluminiscentes en imágenes biológicas. [6]

D. Andamios 3D basados en vidrio bioactivo (45S5) recubiertos con nanopartículas de hidroxiapatita cargadas de magnesio y zinc para aplicaciones de ingeniería de tejidos

La HAp sustituida con  $\text{La}^{3+}$  muestra una gran biocompatibilidad en comparación con la hidroxiapatita sin dopaje. También restringe la propagación de la caries dental, sirve como una sonda fluorescente con prometedora biocompatibilidad para la internalización celular, y es un buen agente liberador de fármacos durante un largo período de tiempo. Al mismo tiempo, la hidroxiapatita dopada con  $\text{Eu}^{3+}$  es un valioso portador de fármacos, que puede ser rápidamente detectado in vivo por su notable emisión fotoluminiscente. [7]

La HAp dopada con  $\text{Dy}^{3+}$  también representa un material cerámico biocompatible prometedor para imágenes de luminiscencia. También se pueden utilizar nanopartículas de hidroxiapatita dopadas con  $\text{Tb}^{3+}$  para obtener una sonda fluorescente inorgánica con propiedades superiores de biocompatibilidad y estabilidad en las células. Por último, el dopaje de hidroxiapatita con  $\text{Er}^{3+}$  puede mejorar las características biológicas de la hidroxiapatita y podría inducir propiedades fotoluminiscentes mejoradas. [7]



E. Andamios tridimensionales de carga de fármacos a base de alginato de hidroxiapatita-sodio para la regeneración ósea

En este estudio, un andamio compuesto de hidrogel de HAp y alginato de sodio (SA) se fabricó utilizando tres dimensiones de impresión. La naringina (NG) y el péptido relacionado con el gen de la calcitonina (CGRP) se utilizaron como factores osteogénicos en la fabricación de andamios cargados de fármaco. [8]

Los andamios de HA / SA / NG y los andamios HA / SA / CGRP mostraron una mejor osteogénesis que la del andamio HA / SA. Por lo tanto, el andamio HA / SA podría ser un material biocompatible con aplicaciones potenciales en regeneración ósea. Mientras tanto, el dopaje NG y CGRP podría resultar en resultados mejores y más positivos para la proliferación y diferenciación. [8]

### III. METODOLOGÍA

Durante las reuniones que se llevaron a cabo en línea, el docente se encargó de ofrecernos la información disponible respecto a su trabajo previo con el material, así como la integración de conceptos y metodología que se necesita para la comprensión de su trabajo. Mientras tanto, el alumno se dedicaba a recopilar la información más actual posible sobre el tema en el mundo, para que en la siguiente reunión en línea se discutiera lo encontrado y se analizara su importancia y aplicaciones a futuro.

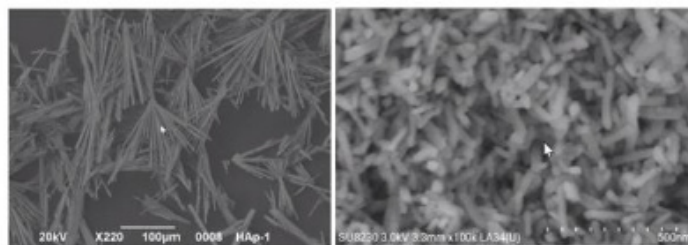
En cuanto a la parte presencial, el alumno se involucró en el proceso de síntesis de HAp usado en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería-Campus Aeropuerto para la posterior implementación de iones metálicos (Na, K, y Ti), así como otras aplicaciones. El modelo de Hidroxiapatita fue sintetizado por el método hidrotermal asistido por microondas, el cual se ha descrito [3, 9-11] ser uno de los materiales sintéticos que hasta la actualidad han logrado mayor similitud con el hueso humano.

A partir de la mezcla inicial de dos soluciones; la primera solución obtenida de la disolución en agua bidestilada del nitrato de calcio; la segunda solución obtenida de la disolución en agua bidestilada de fosfato de potasio monobásico más hidróxido de potasio. A continuación, se mezclaron ambas soluciones y se sometieron a un tratamiento térmico (método hidrotermal asistido por microondas). El material obtenido fue un sólido cristalino blanco que se filtró y seco. Posteriormente, el material se analizó por medio de la difracción de rayos X (Fig 3.) para comprobar que este se transformó adecuadamente en la HAp de fase cristalina. Esto con el fin de que el siguiente paso sea la agregación de ac. Glutámico, que es el principal responsable de la estructura hexagonal y crecimiento de las nano fibras.

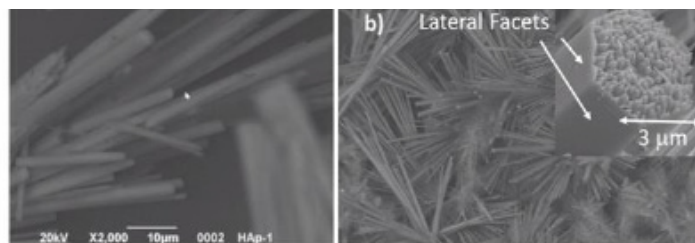
### IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Se describe que la HAp obtenida es una estructura de microfibras (Fig. 1) con una sección transversal hexagonal de diámetro aproximado de 4  $\mu\text{m}$ , nanofibras de aproximadamente 100nm de diámetro, una longitud de varios micrones, bordes rombos y superficie que expresan una alta calidad cristalina.

*Fig 1. MEB que muestra que la microestructura de la HAp. En la imagen superior izquierda se observan las nanofibras de HAp del laboratorio; en la parte inferior izquierda se observa la conformación hexagonal de su estructura; en la esquina superior derecha se observa la estructura de la HAp comercial; y en la esquina inferior derecha se puede observar que la HAp está conformada por otras estructuras hexagonales internas.*







Durante la estancia en el laboratorio, el alumno también tuvo la oportunidad de observar que la HAp que se sintetizaba, estaba en constante uso por otros alumnos con proyectos distintos en marcha como lo era la HAp dopada con Europio y Gadolinio para hacer un sistema de liberación controlada de fármacos que es probable que tenga una segunda aplicación como ser un sistema de detección de tejidos cancerosos; otro proyecto fue el uso de la HAp tratada térmicamente para la formación de un sistema de liberación de fármacos (quercetina); y por último el proyecto de HAp dopada con iones de Na, K, Mg y Ti para su uso potencial en nanomedicina.

*Fig 2. Difractor de Rayos X usado para la caracterización de la HAp*



## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este proyecto se plasmó la importancia del estudio de la HAp para concluir que esta puede desempeñar un papel extraordinario en las áreas de ingeniería de tejidos, liberación de fármacos y liberación de genes y en diferentes campos biomédicos. Al mismo tiempo, los nanocristales de hidroxapatita son candidatos prometedores para materiales hospedantes para el dopaje de elementos de tierras raras, lo que podría proporcionar nuevas propiedades fluorescentes.

Sobre la base de todos los artículos recopilados, es evidente que existe una creciente y amplia atención hacia las sustituciones iónicas dentro de la apatita para mejorar sus propiedades químicas, físicas y principalmente biológicas. Por lo tanto, se espera que se busquen a futuro, pruebas experimentales en animales para identificar con certeza el papel funcional real de los grupos dopantes y la estructura inducida, así como alteraciones morfológicas y químicas.

Así, el estudio de sustituciones iónicas en fosfatos de calcio permitiría comprender mejor las propiedades biológicas mejoradas no solo de los materiales producidos sino también de los procesos de biomineralización.

## VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Querétaro y a la Universidad Autónoma de Aguascalientes por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

## REFERENCIAS

- [1] B. Langelier, X. Wang, K. Grandfield, et al., “Atomic scale chemical tomography of human bone” *Sci Rep.* 2017;vol. 7(January): pp 1–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/srep39958> [Consultado en 2021]
- [2] IR. Gibson, *Natural and Synthetic Hydroxyapatites*. 4° ed., Biomaterials Science. Elsevier; 2020. 307–317 p.
- [3] JR. Alanís-Gómez, EM. Rivera-Muñoz, C. Peza-Ledesma, A. Manzano-Ramírez, R. Velázquez- Castillo, “A Comparison of Mechanical Properties of Different Hydroxyapatite (HAp) Based Nanocomposites: The Influence of Morphology and Preferential Orientation”. *J Nanosci Nanotechnol* vol. 20(3): pp. 1968–76, 2019.
- [4] IV. Antoniaci, Ed. *Handbook of bioceramics and biocomposites: Cationic and Anionic Substitutions in H.* Switzerland SIP, editor. Italian Interuniversity Consortium on Materials Science and Technology (INSTM), Rome, Italy; 2016.
- [5] A. Vladescu, SC. Padmanabhan, F. Ak Azem, M. Braic, I. Titorencu, I. Birlik, et al., “Mechanical properties and biocompatibility of the sputtered Ti doped hydroxyapatite”. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2016; vol. 63: pp 314–25. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmbbm.2016.06.025> [Consultado en 2021]
- [6] IA, Neacsu, AE. Stoica, BS. Vasile, E. Andronescu “Luminescent hydroxyapatite doped with rare earth elements for biomedical applications”. *Nanomaterials*, vol 9(2) 2019
- [7] ML Dittler, I. Unalan, A. Grünwald, AM. Beltrán, CA. Grillo, R. Destch, et al. “Bioactive glass (45S5)-based 3D scaffolds coated with magnesium and zinc-loaded hydroxyapatite nanoparticles for tissue engineering applications”. *Colloids Surfaces B Biointerfaces*, Vol. 182 (June): pp 110346. 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2019.110346> [Consultado en 2021]
- [8] T. Liang, J. Wu, F. Li, Z. Huang, Y. Pi, G. Miao, et al. “Drug-loading three-dimensional scaffolds based on hydroxyapatite-sodium alginate for bone regeneration”. *J Biomed Mater Res - Part A*, Vol. 109(2) 2021, pp 219–31, 2021
- [9] S. Alonso-Sierra, R. Velázquez-Castillo, B. Millán-Malo, R. Nava, L. Bucio, A. Manzano-Ramírez, et al. “Interconnected porosity analysis by 3D X-ray microtomography and mechanical behavior of biomimetic organic-inorganic composite materials”. *Mater Sci Eng C*, Vol. 80, pp 45–53. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.msec.2017.05.106> [consultado en 2021]
- [10] JR. Alanís-Gómez, EM. Rivera-Muñoz, JS. Cervantes-Medina, H. Almanza-Reyes, R. Nava- Mendoza, C. Cortes-Romero, et al. “Synthesis of micro and nano-sized hydroxyapatite fibers through the microwave assisted hydrothermal method”. *J Nanosci Nanotechnol*, Vol. 16(7), pp 7557–66, 2016
- [11] N. Méndez-Lozano, R. Velázquez-Castillo, EM. Rivera-Muñoz, L. Bucio-Galindo, G. Mondragón- Galicia, A. Manzano-Ramírez, et al. “Crystal growth and structural analysis of hydroxyapatite nanofibers synthesized by the hydrothermal microwave-assisted method”. *Ceram Int*, Vol. 43(1), pp 451–7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ceramint.2016.09.179> [consultado en 2017]

## AGENDA DINÁMICA DE CITAS PARA MÚLTIPLES NEGOCIOS

Jesús Abraham Raya Gómez  
 Tecnológico Nacional de México  
 ITS de Irapuato Irapuato-Silao km 12.5  
 El Copal C.P. 36821 Irapuato, Gto.  
*abrahamrg.2412@gmail.com*

Dennise Ivonne Gallardo Álvarez  
 Tecnológico Nacional de México/ITS de Irapuato Irapuato-Silao km 12.5  
 El Copal C.P. 36821 Irapuato, Gto.  
*dennise.ga@irapuato.tecnm.mx*

Resumen — En este proyecto se presenta la agenda dinámica de citas para múltiples negocios el cual consiste en que un usuario cliente agende sus citas en establecimientos por sí mismo, el objetivo es hacer más fácil la manera de agendar las citas en cualquier lugar, así como hacer más eficiente el tiempo del profesional. Este proyecto se lleva a cabo bajo la metodología SCRUM gracias a que permite trabajar tarea por tarea de manera jerárquica para tener un producto funcional en el menor tiempo posible, el alcance de este proyecto es tener un producto funcional donde se obtiene como resultado la creación de los módulos principales del prestador de servicios, así como el módulo para la encriptación de la contraseña.

Palabras clave — Plataforma web, gestionar las citas, encriptación de contraseña.

Abstract — In this project, the dynamic schedule of appointments for multiple businesses is presented, which consists in that a client user schedules their appointments in establishments by themselves, the objective is to make it easier to schedule appointments anywhere, as well as to do more efficient professional time. This project is carried out under the SCRUM methodology thanks to the fact that it allows to work task by task in a hierarchical way to have a functional product in the shortest possible time, the scope of this project is to have a functional product where the creation of the main modules of the service provider, as well as the module for password encryption.

Keywords — Web platform, manage appointments, password encryption.

### I. INTRODUCCIÓN

La administración de citas en los negocios siempre ha implicado algún tipo de problema. La mayoría de los profesionales que ofrecen un servicio del que previamente se necesita agendar una cita con el cliente, tienen una gran carga administrativa al estar anotando y estructurando las citas en alguna libreta sin llevar una regulación

adecuada de los clientes. Por otro lado, si el profesionalista opta por usar un dispositivo electrónico para agendar sus citas, se presenta el mismo problema, pero sin contaminar al medio ambiente, ya que al no tener un sistema automatizado que maneje las reservaciones de servicios de forma dinámica, no es posible visualizar en un tiempo rápido y preciso qué fecha y hora se tiene disponible para ofrecer el servicio, por lo tanto, esto desencadena la pérdida de tres importantes factores: pérdida de tiempo, dinero y clientes; hay que hacer hincapié en que el problema radica en la carga administrativa de gestionar las citas.

La cancelación de citas por parte del cliente también puede generar una pérdida de tiempo, de clientes y de dinero. Estos problemas no solo afectan al prestador del servicio, sino que también al cliente o posibles clientes ¿Por qué? bueno, no es difícil descifrar que existe una relación causal ya que si el profesionalista no calcula el tiempo que podría llevarse con un cliente podría hacer esperar al siguiente lo que provocaría una mala experiencia y hasta cierto punto sería considerado una falta de respeto al hacer perder el tiempo de sus clientes.

Por lo antes expuesto, en este contexto, es necesario analizar qué medidas se pueden implementar para evitar ese tipo de pérdidas en aquellos negocios que requieren agendar citas con los clientes, previo al servicio. Además de mejorar la experiencia del cliente y así, hacer crecer orgánicamente el negocio.

## II. MARCO TEÓRICO

Node.js

Ideado como un entorno de ejecución de JavaScript orientado a eventos asíncronos, Node.js está diseñado para crear aplicaciones network escalables [1].

NoSQL

NoSQL se refiere a una gran variedad de tecnologías de bases de datos que se han desarrollado en respuesta a las necesidades de desarrollo de las aplicaciones modernas:

- Los desarrolladores trabajan con aplicaciones que generan enormes volúmenes de datos nuevos y en constante evolución (estructurados, semi estructurados, no estructurados y polimórficos).
- Aquellos ciclos de desarrollo en cascada que duraban entre 12 y 18 meses hace tiempo que pasaron a la historia. Ahora se trabaja en equipos pequeños, que realizan sprints de desarrollo ágiles con iteraciones rápidas, y que generan código cada semana o cada quince días, algunos incluso varias veces al día.

Las bases de datos relacionales no se diseñaron para poder hacer frente a la escalabilidad y agilidad que necesitan las aplicaciones modernas, ni para beneficiarse de los sistemas de almacenamiento básicos y de la potencia de proceso que existen hoy en día [2].

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo de la plataforma web fue siguiendo las fases del ciclo de vida o metodología SCRUM, con esta metodología se obtuvo mayor agilidad, mitigación de riesgos y resultados anticipados.

Para que un usuario pueda hacer uso de la plataforma, consta de 4 etapas, en dichas etapas se encuentra el cifrado de datos y la seguridad de rutas que solo usuarios con autorización o registrados podrán acceder a ellas.

- a) En la primera etapa se realiza el registro de usuario, al registrarse un usuario se implementa un módulo para encriptar los datos necesarios [3].
- b) En la segunda etapa se realiza el proceso del registro de un negocio, si y sólo si el usuario cuenta con uno: si el usuario no cuenta con un negocio, puede buscar los negocios registrados para agendar cita por un servicio que necesite.
- c) En la tercera etapa sólo aplica si el usuario ha registrado un negocio previamente. En esta etapa el usuario registra los servicios que ofrece su negocio registrado con anterioridad.

d) En la última etapa el usuario prestador de servicios puede visualizar la agenda para saber la fecha y hora en la que ofrecerá el servicio indicado por el cliente.

El proceso de encriptación de datos se realiza de forma asíncrona para no ralentizar el sistema. El código de cifrado de datos se puede observar en la figura 1.

Fig 1. Cifrado de datos para el usuario registrado

```
userSchema.methods.encryptPass = async function (pass) {
  const salt = await bcrypt.genSalt(10);
  //se repite 10 veces el cifrado.
  return await bcrypt.hash(pass, salt);
  //esto genera nuestro cifrado hash.
};
```

Se debe considerar el formato de hora al realizar un registro de negocio. ¿Por qué? No es difícil descifrar que el usuario debe especificar la hora de apertura y cierre del negocio, pero sería altamente riesgoso validar en el frontend, para esto se utiliza una librería llamada moment Timezone y se valida en el backend con el siguiente módulo [4]. El código de formato de hora se puede observar en la figura 2.

Fig 2. Formato de hora usando moment timezone

```
function formatMeridem(hora){
  let hourOpen = hora.split(":");
  if(Number.parseInt(hourOpen[0]) < 12 ){
    hora = moment(hora, "HH:mm a").format("h:mm a");
    return hora;
  }
  else if(Number.parseInt(hourOpen[0]) ≥ 12){
    hora = moment(hora, "HH:mm a").format("h:mm a");
    return hora;
  }
}
```

Para el proceso de registrar los servicios que ofrecerá el usuario: dueño de un negocio, se necesita semi relacionar el id del negocio registrado previamente, de esta forma el sistema cumple con el funcionamiento de mostrar los servicios registrados como parte del negocio [5]. El schema de datos del servicio se muestra en la figura 3.

Fig 3. Schema de datos del servicio

```
const serviceSchema = new Schema(
  {
    idCompany: { type: String, required: true },
    name: { type: String, required: true },
    cost: { type: Number, required: true },
    duration: { type: Number, required: true },
    description: { type: String, required: false },
  },
  {
    timestamps: true,
  }
);
```

Por último, para el proceso de crear una cita y el usuario lo pueda visualizar en su agenda, se necesita semi relacionar el id del servicio solicitado por el cliente y el id del usuario que solicita el servicio, de esta forma el usuario prestador de servicio podrá visualizar en su agenda el servicio solicitado y quién lo solicita [5]. El schema de datos de la cita se muestra en la figura 4.

Fig 4. Schema de datos de la cita

```

const appointmentSchema = new Schema(
  {
    serviceId: { type: String, required: true, unique: true },
    userId: { type: String, required: true, unique: true },
    date: { type: String, required: true },
    duration: { type: Number, required: true },
    description: { type: String, required: false },
  },
  {
    timestamps: true,
  }
);

```

### III. RESULTADOS

Los resultados obtenidos al finalizar este proyecto se enumeran a continuación:

1. Al registrarse la contraseña, esta se encripta y no se guarda como texto plano, de esta manera es seguro para el usuario (figura. 5).

Fig 5. Contraseña de usuario encriptada

```

_id: ObjectId("610e09bbf88ff13ca0588b74")
name: "Abraham"
email: "abrahamrg.2412@gmail.com"
password: "$2a$10$JHRE1F60L/UGh10lQ7D6.xp1kJzPhg5xp1RQrd01lBtYX7U7JEKw"
createdAt: 2021-08-07T04:19:07.793+00:00
updatedAt: 2021-08-07T04:19:07.793+00:00
...

```

2. Si el usuario cliente es un prestador de servicios puede registrar su negocio para que los clientes agenden la cita por medio de appoint, en este apartado se pone toda la información del negocio incluyendo la hora de apertura y cierre asegurando que el cliente no agende la cita fuera de horario de servicio.

3. Se muestra la información al profesional para que pueda observar en todo momento la información proporcionada a los clientes, siempre tiene la opción de modificar los datos en caso de ser necesario o eliminar el negocio si es que así lo desea el usuario (figura 6).

Fig 6. Mostrando la información del negocio

The screenshot shows the 'appoint' web application interface. At the top, there is a navigation bar with the 'appoint' logo, a search bar, and the user's name 'Abraham Salir'. Below the navigation bar, there are three tabs: 'Mi negocio' (selected), 'Servicios', and 'Agenda'. The main content area displays the profile for 'AbrahamBarbers'. It includes a profile picture of a man with a beard and mustache. The profile text describes it as a family business with a tradition of men's haircuts. Below the text, there are fields for 'Propietario: Abraham', 'Telefono: 4622647806', and 'Dirección: Calle Morelia 360, Irapuato Gto, Mexico'. At the bottom, there are fields for 'Email: abrahamrg.2412@gmail.com', 'Abre: 7:00 am', and 'Cierra: 8:00 pm'. There are also 'Editar' and 'Eliminar' buttons at the bottom of the profile card.

4. El prestador de servicios puede registrar los servicios que ofrece en su negocio incluyendo el precio y duración para que el cliente los vea y, a la hora de agendar su cita elija el servicio que desea.



5. Se muestran los servicios registrados en forma de tarjetas, siempre se tiene la opción de modificarlos o eliminarlos si es necesario (figura 7).

Fig 7. Mostrando los servicios

6. La parte de agenda donde se visualizan las citas agendadas quedó como módulo para una siguiente fase del proyecto, debido a que era de mayor prioridad tener los módulos del profesional listos, de tal manera que a la hora de crear los del cliente sea más rápido.

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Ha sido todo un reto trabajar el proyecto ya que aunque se cuenta con los conocimientos necesarios para su desarrollo se presentaron problemas que requirieron resolverse antes de pasar a la siguiente etapa, también, algunos conceptos o elementos requeridos en algunos de los módulos desarrollados no eran dominados por ninguno de los desarrolladores por lo que fue necesario aprender conceptos y habilidades nuevas para lograr el objetivo. Finalmente se llegó al alcance planteado, se obtiene un resultado satisfactorio y suficiente para hacerlo crecer aún más, gracias a esto se pueden seguir creando proyectos con la misma metodología ya que funcionó de manera satisfactoria.

#### V. AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la maestra e ingeniera Dennise Ivonne Gallardo Álvarez por apoyarnos en todo momento, a los responsables de llevar a cabo el 230 verano de la ciencia de la región del centro por darnos la oportunidad de participar, así como a mi compañero por dedicar parte de su tiempo al desarrollo de este proyecto.

#### REFERENCIAS

- [1] OpenJS Foundation, «nodejs.org.» OpenJS Foundation, 18 Agosto 2021. [En línea]. Available: <https://nodejs.org/es/about/>. [Último acceso: 18 Agosto 2021].
- [2] MongoDB, «mongodb.com.» MongoDB, Inc., 18 Agosto 2021. [En línea]. Available: <https://www.mongodb.com/es/nosql-explained>. [Último acceso: 18 Agosto 2021].
- [3] J. Hanson, «passportjs.org.» Hanson Jared, 28 Junio 2021. [En línea]. Available: <http://www.passportjs.org/docs/>. [Último acceso: 2021 Agosto 18].
- [4] Moment, «momentjs.com.» JS Foundation, 11 Febrero 2021. [En línea]. Available: <https://momentjs.com/>

timezone/docs/. [Último acceso: 18 Agosto 2021].

[5]LearnBoost, «mongoosejs.com,» Automattic, 11 Agosto 2021. [En línea]. Available: <https://mongoosejs.com/docs/index.html>. [Último acceso: 18 Agosto 2021].

## AGENDA DINÁMICA DE CITAS PARA MÚLTIPLES NEGOCIOS

Oswaldo Álvarez Juárez  
 Tecnológico Nacional de México/ITS de Irapuato  
 Irapuato-Silao km 12.5 El Copal  
 C.P. 36821 Irapuato, Gto.  
*oswaldo.aj29@outlook.com*

Dennise Ivonne Gallardo Álvarez  
 Tecnológico Nacional de México/ITS de Irapuato  
 Irapuato-Silao km 12.5 El Copal C.P. 36821 Irapuato, Gto.  
*dennise.ga@irapuato.tecnm.mx*

Resumen — En este trabajo de investigación se presenta el desarrollo de una plataforma web que permite tanto a prestadores de servicios como a sus clientes optimizar el tiempo al administrar y programar las citas dinámicamente. Este sistema utiliza un algoritmo complejo capaz de gestionar las citas y el horario del prestador de servicio: en el rango establecido previamente por él. De esta manera el prestador del servicio podrá visualizar de manera rápida y precisa en qué fecha y hora tiene una cita y así ofrecer una mejor experiencia al cliente. En el sistema se pueden encontrar diferentes profesionales de diferentes sectores, proporcionando también un cifrado de los datos para mayor seguridad del cliente y prestador de servicio.

Palabras clave — Plataforma web, gestionar las citas, cifrado de datos.

Abstract — In this research work, presents the development of a web platform that allows both service providers and their clients to optimize the time by dynamically managing and scheduling appointments. This system uses a complex algorithm capable of managing the service provider's appointments and schedule: within the range previously established by him. In this way, the service provider will be able quick and accurately see what date and time has an appointment and thus offer a better customer experience. In the system anybody can find different professionals from different sectors, offering also an encryption of the data for greater security of the client and service provider.

Keywords — Web platform, manage appointments, data encryption.

### I. INTRODUCCIÓN

La administración de citas en los negocios siempre ha implicado algún tipo de problema. La mayoría de los profesionales que ofrecen un servicio del que previamente se necesita agendar una cita con el cliente, tienen una gran carga administrativa al estar anotando y estructurando las citas en alguna libreta sin llevar una regulación

adecuada de los clientes. Por otro lado, si el profesional opta por usar un dispositivo electrónico para agendar sus citas, se presenta el mismo problema, pero sin contaminar al medio ambiente, ya que al no tener un sistema automatizado que maneje las reservaciones de servicios de forma dinámica, no es posible visualizar en un tiempo rápido y preciso qué fecha y hora se tiene disponible para ofrecer el servicio, por lo tanto, esto desencadena la pérdida de tres importantes factores: pérdida de tiempo, dinero y clientes; hay que hacer hincapié en que el problema radica en la carga administrativa de gestionar las citas.

La cancelación de citas por parte del cliente también puede generar una pérdida de tiempo, de clientes y de dinero. Estos problemas no solo afectan al prestador del servicio, sino que también al cliente o posibles clientes ¿Por qué? bueno, no es difícil descifrar que existe una relación causal ya que si el profesional no calcula el tiempo que podría llevarse con un cliente podría hacer esperar al siguiente lo que provocaría una mala experiencia y hasta cierto punto sería considerado una falta de respeto al hacer perder el tiempo de sus clientes.

Por lo antes expuesto, en este contexto, es necesario analizar qué medidas se pueden implementar para evitar ese tipo de pérdidas en aquellos negocios que requieren agendar citas con los clientes, previo al servicio. Además de mejorar la experiencia del cliente y así, hacer crecer orgánicamente el negocio.

## II. MARCO TEÓRICO

### Node.js

Ideado como un entorno de ejecución de JavaScript orientado a eventos asíncronos, Node.js está diseñado para crear aplicaciones network escalables [1].

### NoSQL

NoSQL se refiere a una gran variedad de tecnologías de bases de datos que se han desarrollado en respuesta a las necesidades de desarrollo de las aplicaciones modernas:

- Los desarrolladores trabajan con aplicaciones que generan enormes volúmenes de datos nuevos y en constante evolución (estructurados, semi estructurados, no estructurados y polimórficos).
- Aquellos ciclos de desarrollo en cascada que duraban entre 12 y 18 meses hace tiempo que pasaron a la historia. Ahora se trabaja en equipos pequeños, que realizan sprints de desarrollo ágiles con iteraciones rápidas, y que generan código cada semana o cada quince días, algunos incluso varias veces al día.

Las bases de datos relacionales no se diseñaron para poder hacer frente a la escalabilidad y agilidad que necesitan las aplicaciones modernas, ni para beneficiarse de los sistemas de almacenamiento básicos y de la potencia de proceso que existen hoy en día [2].

## MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo de la plataforma web fue siguiendo las fases del ciclo de vida o metodología SCRUM, con esta metodología se obtuvo mayor agilidad, mitigación de riesgos y resultados anticipados.

Para que un usuario pueda hacer uso de la plataforma, consta de 4 etapas, en dichas etapas se encuentra el cifrado de datos y la seguridad de rutas que solo usuarios con autorización o registrados podrán acceder a ellas.

- a) En la primera etapa se realiza el registro de usuario, al registrarse un usuario se implementa un módulo para encriptar los datos necesarios [3].
- b) En la segunda etapa se realiza el proceso del registro de un negocio, si y sólo si el usuario cuenta con uno: si el usuario no cuenta con un negocio, puede buscar los negocios registrados para agendar cita por un servicio que necesite.
- c) En la tercera etapa sólo aplica si el usuario ha registrado un negocio previamente. En esta etapa el usuario registra los servicios que ofrece su negocio registrado con anterioridad.

d) En la última etapa el usuario prestador de servicios puede visualizar la agenda para saber la fecha y hora en la que ofrecerá el servicio indicado por el cliente.

El proceso de encriptación de datos se realiza de forma asíncrona para no ralentizar el sistema. El código de cifrado de datos se puede observar en la figura 1.

```

userSchema.methods.encryptPass = async function (pass) {
  const salt = await bcrypt.genSalt(10);
  //se repite 10 veces el cifrado.
  return await bcrypt.hash(pass, salt);
  //esto genera nuestro cifrado hash.
};

```

Se debe considerar el formato de hora al realizar un registro de negocio. ¿Por qué? No es difícil descifrar que el usuario debe especificar la hora de apertura y cierre del negocio, pero sería altamente riesgoso validar en el frontend, para esto se utiliza una librería llamada moment Timezone y se valida en el backend con el siguiente módulo [4]. El código de formato de hora se puede observar en la figura 2.

```

const moment = require('moment-timezone');

// Función para formatear la hora
function formatTime(time) {
  return moment(time).format('HH:mm');
}

// Ejemplo de uso
const time = '10:30';
const formattedTime = formatTime(time);
console.log(formattedTime); // 10:30

```

Para el proceso de registrar los servicios que ofrecerá el usuario: dueño de un negocio, se necesita semi relacionar el id del negocio registrado previamente, de esta forma el sistema cumple con el funcionamiento de mostrar los servicios registrados como parte del negocio [5]. El schema de datos del servicio se muestra en la figura 3.

```

const mongoose = require('mongoose');

const serviceSchema = mongoose.Schema({
  businessId: mongoose.Schema.Types.ObjectId,
  name: String,
  description: String,
  price: Number,
  status: String,
});

const Service = mongoose.model('Service', serviceSchema);

```

Por último, para el proceso de crear una cita y el usuario lo pueda visualizar en su agenda, se necesita semi relacionar el id del servicio solicitado por el cliente y el id del usuario que solicita el servicio, de esta forma el usuario prestador de servicio podrá visualizar en su agenda el servicio solicitado y quién lo solicita [5]. El schema de datos de la cita se muestra en la figura 4.

```

const mongoose = require('mongoose');

const appointmentSchema = mongoose.Schema({
  user: mongoose.Schema.Types.ObjectId,
  service: mongoose.Schema.Types.ObjectId,
  date: Date,
  time: String,
  status: String,
});

const Appointment = mongoose.model('Appointment', appointmentSchema);

```

### III. RESULTADOS

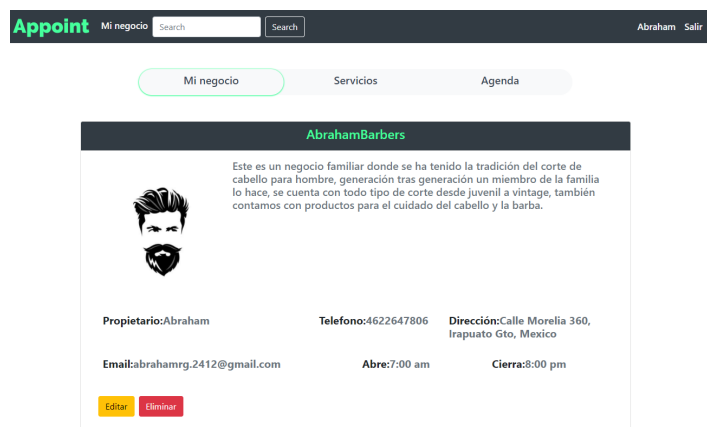
Los resultados obtenidos al finalizar este proyecto se enumeran a continuación:

1. Al registrarse la contraseña, esta se encripta y no se guarda como texto plano, de esta manera es seguro para el usuario (figura. 5).

```
_id: ObjectId("610e09bbf88ff13ca0588b74")
name: "Abraham"
email: "abrahamrg.2412@gmail.com"
password: "$2a$10$JHRET1F60L/UGh101Q7D6.xp1kJzPhg5xp1RQrd0118tYX7U7JEKW"
createdAt: 2021-08-07T04:19:07.793+00:00
updatedAt: 2021-08-07T04:19:07.793+00:00
__v: 0
```

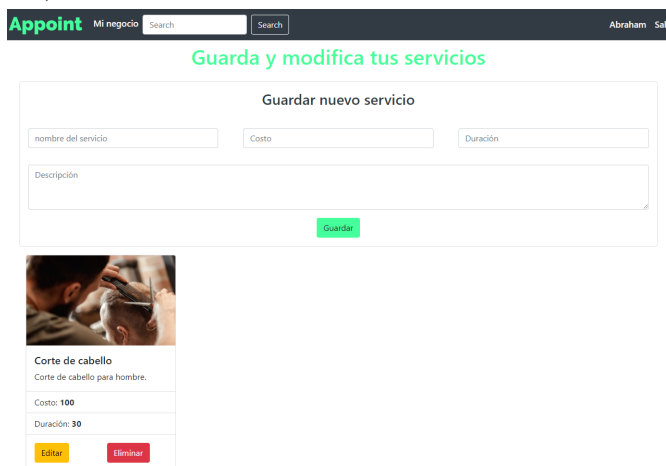
2. Si el usuario cliente es un prestador de servicios puede registrar su negocio para que los clientes agenden la cita por medio de appoint, en este apartado se pone toda la información del negocio incluyendo la hora de apertura y cierre asegurando que el cliente no agende la cita fuera de horario de servicio.

3. Se muestra la información al profesional para que pueda observar en todo momento la información proporcionada a los clientes, siempre tiene la opción de modificar los datos en caso de ser necesario o eliminar el negocio si es que así lo desea el usuario (figura 6).



4. El prestador de servicios puede registrar los servicios que ofrece en su negocio incluyendo el precio y duración para que el cliente los vea y, a la hora de agendar su cita elija el servicio que desea.

5. Se muestran los servicios registrados en forma de tarjetas, siempre se tiene la opción de modificarlos o eliminarlos si es necesario (figura 7).





6. La parte de agenda donde se visualizan las citas agendadas quedó como módulo para una siguiente fase del proyecto, debido a que era de mayor prioridad tener los módulos del profesional listos, de tal manera que a la hora de crear los del cliente sea más rápido.

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este proyecto se desarrolló e implementó un sistema capaz de gestionar las citas de los clientes de un negocio para así hacer más flexible la tarea de estructurar las citas en tiempo rápido y preciso. También se trabajó en la seguridad de los datos usando un código de cifrado hash.

Las tecnologías JavaScript y MongoDB fueron utilizadas ya que son las que permiten una mayor escalabilidad, así mismo son una excelente opción para trabajar de manera más rápida y eficiente.

#### V. AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato al igual que a la ingeniera Dennise Ivonne Gallardo Álvarez por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano 2021.

#### REFERENCIAS

- [1] OpenJS Foundation, «nodejs.org,» OpenJS Foundation, 18 Agosto 2021. [En línea]. Available: <https://nodejs.org/es/about/>. [Último acceso: 18 Agosto 2021].
- [2] MongoDB, «mongodb.com,» MongoDB, Inc., 18 Agosto 2021. [En línea]. Available: <https://www.mongodb.com/es/nosql-explained>. [Último acceso: 18 Agosto 2021].
- [3] J. Hanson, «passportjs.org,» Hanson Jared, 28 Junio 2021. [En línea]. Available: <http://www.passportjs.org/docs/>. [Último acceso: 2021 Agosto 18].
- [4] Moment, «momentjs.com,» JS Foundation, 11 Febrero 2021. [En línea]. Available: <https://momentjs.com/timezone/docs/>. [Último acceso: 18 Agosto 2021].
- [5] LearnBoost, «mongoosejs.com,» Automattic, 11 Agosto 2021. [En línea]. Available: <https://mongoosejs.com/docs/index.html>. [Último acceso: 18 Agosto 2021].

# DESARROLLO DE UN MODELO BASADO EN MACHINE LEARNING PARA LA PREDICCIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN ACERO.

Fermín Abimael Rodríguez Campuzano  
Universidad Autónoma de Coahuila  
Carretera 57 Km 5, 25710 Monclova, Coah.  
*ferminrodriguez@uadec.edu.mx*

Manuel García Yregoi, Ma. Gloria Rosales Sosa, R. Servín Castañeda  
Universidad Autónoma de Coahuila  
Carretera 57 Km 5, 25710 Monclova, Coah.  
*manuel\_garcia@uadec.edu.mx*

Resumen — En esta investigación se entrenaron y validaron dos diferentes modelos, redes neuronales artificiales (RNA) y regresión logística (RLM) para predecir las propiedades mecánicas de un acero, el mejor modelo se evaluó con los datos de pruebas, todo esto con el propósito de facilitar la toma de decisiones enfocadas a la optimización del control de calidad del material y disminuir costos al cliente. En el entrenamiento de los modelos se utilizaron datos de la composición química y pruebas mecánicas experimentales. Se contó con una base de datos con 215 instancias con 16 atributos. El perceptrón multicapa con arquitectura [6, 10,5 3,1] con funciones de transferencia relu en capas ocultas y de salida y algoritmo entrenamiento adam de sklearn fue la que obtuvo tasas de efectividad de hasta 94.2%, mayor al 85% que se estableció como meta en la investigación. Los modelos entrenados en este trabajo demuestran que el modelo de RNA propuesto cuanta con una robustez y arquitectura óptima; proporciona una mejor precisión de predicción en comparación con la regresión logística.

## I. INTRODUCCIÓN

El acero es una aleación de carbono y hierro, el contenido de carbono oscila entre 0,1 y 1,9 % y puede tener aleaciones como el azufre(S), fósforo(P), manganeso(Mn), silicio (Si); siendo uno de los materiales más importante para la construcción. El acero laminado en caliente es muy versátil, reciclable y amigable con el medio ambiente, es ampliamente utilizado en un gran número de aplicaciones como la industria automotriz, de construcción, maquinaria, electrodomésticos, etc. La confiabilidad en los materiales utilizados en las aplicaciones antes descritas está centrada básicamente en las propiedades mecánicas, por ello es importante predecir con gran precisión las pruebas mecánicas como: última tensión (TS), límite elástico (YS) y % elongación (EL) y dureza (HBN). Las propiedades mecánicas del acero están relacionadas principalmente a la composición química y los parámetros del proceso de productivo de laminación en caliente [1] - [4]. En el proceso productivo existe una interacción de factores que dan como resultado un sistema complejo de no linealidad, y que son matemáticamente difícil de representar. [5], [6].

## II. MARCO TEÓRICO

La Modelación de sistemas no lineales mediante RNA, es la combinación de teoría y arte de construir modelos matemáticos de sistemas dinámicos basados en las observaciones reales de los parámetros de entradas o variables de control, las salidas o variables controladas y el ruido o perturbaciones [7].

La identificación de sistemas no lineales es compleja ya que implica dos etapas: La selección de la estructura del modelo utilizando los parámetros más significativos y la selección de un algoritmo que estime dichos parámetros. Aunque muchos sistemas no lineales pueden ser linealizados al representarlos por medio de una ecuación diferencial o en diferencias, modelar sistemas no lineales con modelos lineales implica muchas aproximaciones que con frecuencia no reflejan suficientemente el comportamiento real del sistema no lineal. Por tanto, el obtener un buen modelo con una estructura que refleje la información real del sistema exige un incremento del costo debido a la necesidad de elaborar algoritmos avanzados que puedan manejar modelos con estructuras complejas. Los modelos pueden ser paramétricos, los cuales tienen la ventaja de estar dados por un conjunto pequeño de coeficientes; o bien, no paramétricos, como las redes neuronales, cuya ventaja es la de no estar restringidos a un cierto número (posiblemente pequeño) de descripciones posibles del modelo [8], el cual presenta información sobre la identificación de los sistemas.

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 Equipo utilizado

Se utilizó una laptop marca Asus con Windows 10, Microsoft Office 395, lenguaje de programación Python y la librería Scikit-Learn en la cual se programó la red neuronal, además de realizar el preprocesamiento, partición, escalamiento, de los datos de entrada del modelo, para compilar y correr el modelo se utilizó la plataforma de Google colab.

### 3.2 Descripción de los datos

Para entrenar la RNA se utilizó el 80% de datos, y 20% para probar el modelo. Los 215 registros se obtuvieron de hojas de registros de una empresa de la localidad. Para las pruebas mecánicas utilizan muestras cilíndricas de 88 mm × 15 mm en laboratorio. La probeta se ajusta al estándar de la norma ASTM A36-8. Las tabla 1 y 2 muestra un análisis descriptivo de los datos así como los valores máximos y mínimo de los componentes químicos del acero A572 gr 170.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de los datos del acero A 572 gr 170.

param.	%C	%Mn	%P	%S	%Si	%Cu	%Cr	%Ni	%Al	%Ca	%Ni	%Mo	%N	DUREZA
count	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215
mean	0.23288302	1.288	0.0144	0.0064083	0.19	0.001987	0.0123721	0.0047	0.023721	0.00251023	0.0255814	0.00912083	0.00497817	303.86814
std	0.00887118	0.038	0.0072	0.00241508	0.08	0.008005	0.0142229	0.00849	0.015011	0.00053011	0.00782488	0.00389191	0.00173828	10.8838848
min	0.22	1.21	0	0.001	0.1	0	0	0	-0.01	0	0	0	0	288
max	0.264	1.55	0.1	0.013	0.27	0.08	0.05	0.057	0.11	0.004	0.05	0.015	0.008	321

Tabla 2 Composición química del acero a 572 Gr50 por norma y modificado.

do	Max%	0.26	1.35	0.025	0.02	0.35	0.2	0.03	0.4	0.3	0.03	0.12
Norma	Min%	0	0.00	0	0	0.00	0	--	--	--	--	--
	Max%	0.23	1.35	0.040	0.05	0.35	0.2	--	--	--	--	--

(García,2018)

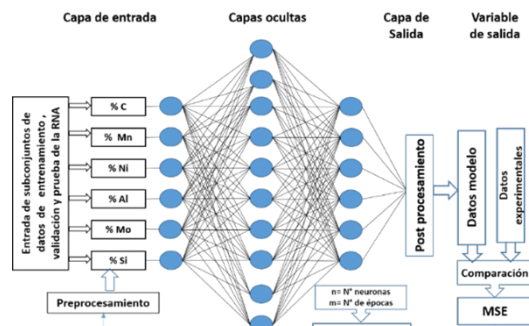
El dataset se particiono en tres conjuntos: entrenamiento, validación y pruebas. Los datos de entrenamiento fueron los mismos para cada una de las pruebas mecánicas, lo que cambio fueron los valores de prueba mecánica a predecir, es decir dureza, % elongación y resistencia a la tensión como se muestra en la tabla 1.

El primer paso es la definición del modelo de red a entrenar, esto se realizo mediante la programación de módulos en Sckit-learn de Python. Una vez entrenado y probado el modelo se utilizaron nuevos datos para probar la eficacia del modelo. Los patrones de entrada al modelo de red fueron 6 correspondientes a %Carbón(C), %Silicio(Si), %Manganeso(Mn), %Aluminio(Al), %Vanadio(V) y %Molibdeno(Mb), que son los aleantes más significativos cuando se trata de determinar la dureza que adquiere un acero termotratado. De acuerdo a los trabajos publicados por Grange, C. Hiribal y Porter[9]. Por su marcada influencia en la dureza del acero, se decidió utilizar estos aleantes para el entrenamiento en la RNA, y solo cambiar los valores objetivos en el modelo. El modelo de red neuronal y el diagrama de flujo propuesto para este trabajo se muestra en la fig.1.

Una vez entrenado el modelo de RNA, se contrasto los valores obtenidos del modelo y los experimentales para obtener la gráfica y calcular el coeficiente de correlación r.

Se utilizaron los resultados experimentales del ensayo mecánico de Dureza Brinell (HBN) medidos en Mpa. como valores objetivos (targets) en la capa de salida.

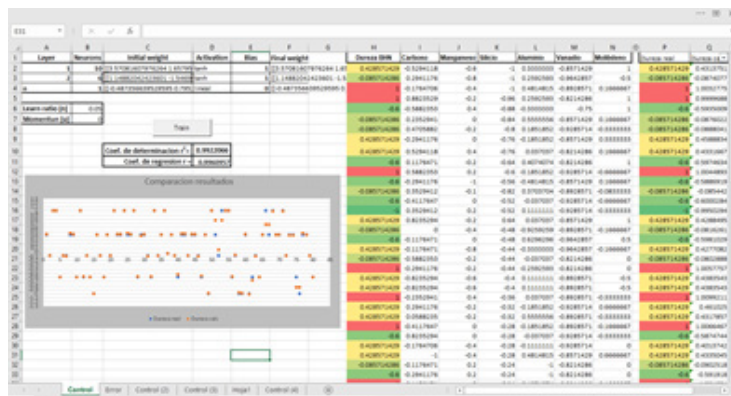
Figura 1. Modelo de red y diagrama de flujo propuesto para este estudio. Fuente propia



#### IV. RESULTADOS

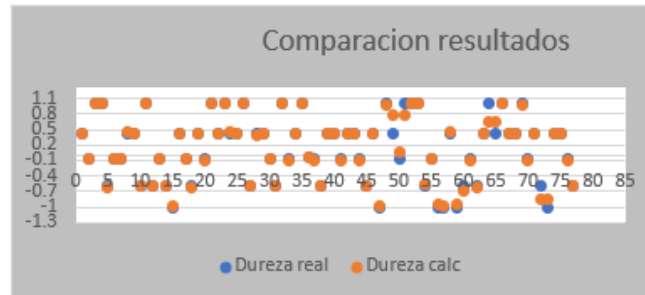
La Figura 2. Muestra la gráfica obtenida de los valores obtenidos del entrenamiento de la red neuronal contra los valores de prueba, es decir, los datos x\_train y y\_train mostrando un coeficiente de correlación del 94%, los cual nos hace pensar que posiblemente el modelo esté sobreentrenado ya que al momento de predecir los valores de prueba el coeficiente de correlación es del 22%, por lo que se tiene que realizar una validación cruzada para que le ayude a generalizar.

Figura 2. Pantalla de Excel donde se muestran los datos con los patrones de entada, objetivos y parámetros necesarios para ejecución del modelo ejecutado en Google colab. Fuente:(García Y. 2019)

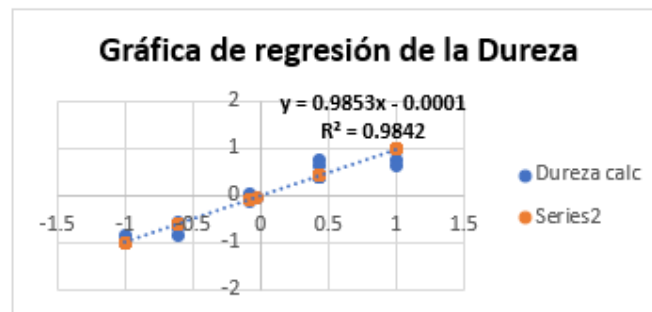


La figura 3, muestra que una vez entrenada la red neuronal la mayoría de datos reales de dureza son estimados bastante bien por el modelo de red con un coeficiente de determinación  $R^2 = 0.9842$ . lo que equivale a  $R=0.982967$ , como lo demuestra también figura 4, la cual fue extraída de Excel. Lo que confirma que los seis elementos aleantes actúan de manera significativa en la dureza de un acero que se está estudiado.

*Figura 3. Comparación de datos estimados por la RNA y los valores experimentales. Fuente: (García Y. 2019)*



*Figura 4. Grafica del coeficiente de regresión entre los valores reales y estimados*



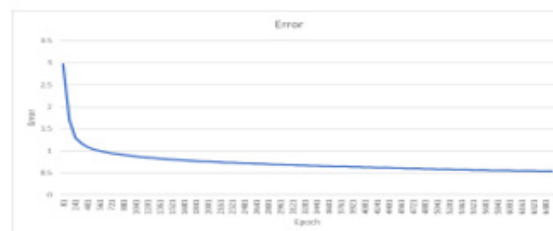
Mencionar que los valores estimados y los reales, están aún escalados (normalizados) en el rango de -1 a 1, por lo que al realizar la desnormalización parcial de los datos reales vs los estimados por el modelo en Excel estos quedan como se muestra en la tabla 1:

REALES	311	302	321	321	293	302	302	311	311
ESTIMADOS	311.0491	301.97	321.06	320.999	293.1137	301.967	301.95	311.53	311.08

Fuente: (García Y. 2019)

La Figura 5 muestra el error de entrenamiento de la RNA. Se observa que el error va disminuyendo hasta alcanzar un error de estimación de 0,05, todo ello conforme se incrementan el número de épocas, es decir el número de veces que se entrenan el conjunto total de datos por la RNA.

*Figura 5. Grafica de error de entrenamiento de la RNA. Fuente:(García Y. 2019)*



## V. CONCLUSIONES

En este artículo se presentó una comparación de dos algoritmos del machine learning una de redes neuronales artificiales y regresión logística aplicadas al dominio de la predicción de datos. Se utilizó un total de 215 registro con arquitectura [6,10,10,3,1], que la que mejor desempeño de las RNA, en cuanto a tiempo y calidad de respuesta. Los resultados muestran claramente que:

De acuerdo con los resultados obtenidos por el modelo de red permite comprobar que las RNA son una excelente herramienta para la predicción de resultados, permitiendo con ello obtener un modelo en las condiciones y rangos trabajados en esta tesis.

En cuanto a los resultados obtenidos para el coeficiente de correlación lineal tenemos que para Dureza del material de aporte es  $r = 0.974335938$  para el coeficiente de correlación de la dureza por lo que podemos concluir que la predicción por medio de redes neuronales es bastante aceptable relativamente

En los resultados reales y de salida de todas las propiedades mecánicas la diferencia entre ellos es prácticamente mínima.

Con la aplicación de las redes neuronales, aunque no se puede suprimir por completo las pruebas mecánicas de laboratorio, sería una buena alternativa cuando se desea predecir de manera rápida alguno de los ensayos mecánicos, teniendo con esto un considerable ahorro en tiempo y el trabajo que implica, lo cual tendría como consecuencia un ahorro económico considerable.

## VII. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Dr. Manuel García Yregoi por su tiempo dedicado a este proyecto, por su tiempo invaluable que dedico como guía para la realización de esta investigación. A la Facultad de Metalurgia por permitirme el uso de sus instalaciones, así como a las distintas dependencias de gobierno que hacen posible los veranos de la ciencia sin olvidar la importante mención de la Dra. María Gloria Rosales Sosa que fue quien hizo posible mi participación en este verano de la ciencia.

## REFERENCIAS

- [1] T. Thankachan, K. S. Prakash, and M. Kamarthin, "Optimizing the tribological behavior of hybrid copper surface composites using statistical and machine learning techniques," *J. Tribol.*, vol. 140, no. 3, Jan. 2018, Art. no. 031610.
- [2] M. Beghini, L. Bertini, B. D. Monelli, C. Santus, and M. Bandini, "Experimental parameter sensitivity analysis of residual stresses induced by deep rolling on 7075-T6 aluminium alloy," *Surf. Coat. Technol.*, vol. 254, pp. 175–186, Sep. 2014.
- [3] C.-K. Cheng, J.-T. Tsai, T.-T. Lee, J.-H. Chou, and K.-S. Hwang, "Modeling and optimizing tensile strength and yield point on steel bar by artificial neural network with evolutionary algorithm," in *Proc. IEEE Int. Conf. Automat. Sci. Eng. (CASE)*, Gothenburg, Sweden, Aug. 2015, pp. 1562–1563.
- [4] Q. Zou, L. Chen, N. Xiong, S. Zou, and C. Wang, "Prediction and key computer programming of mechanical properties of hot rolled plate based on BP neural network," in *Proc. Int. Conf. Comput. Sci. Eng.*, Vancouver, BC, Canada, Aug. 2009, pp. 967–971.
- [5] H.-T. He and H.-M. Liu, "The research on integrated neural networks in rolling load prediction system for temper mill," in *Proc. Int. Conf. Mach. Learn. Cybern.*, Guangzhou, China, vol. 7, Aug. 2005, pp. 4089–4093.
- [6] Z.-H. Wang, D.-Y. Gong, X. Li, G.-T. Li, and D.-H. Zhang, "Prediction of bending force in the hot strip rolling process using artificial neural network and genetic algorithm (ANN-GA)," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 93, nos. 9–12, pp. 3325–3338, Dec. 2017



- [7] Alonso A., Sedano J. y Villar J. (2007). Identificación de sistemas no lineales mediante redes neuronales artificiales. *Técnica Industrial*, 2007, 267; p.46-53.
- [8] Ljung, L System Identification - Theory for the User, 2nd Edition, Prentice-Hall, Upper Saddle River, N J, 1999 ISBN 0-13-656695-2, 607 pages. Chinese edition 2002.
- [9] Bruce E. Segee, Michael D. (2000). Artificial Neural Networks Using Microsoft Excel for Windows 95 Amos University of Maine.
- [10] Bishop. C. (1995) Pattern Recognition and Neural Networks (Oxford, U.K.: Oxford Univ. Press, 1995, 482 pp., ISBN 0 19 853849 9.)
- [11] B. Cheng and D. Titterington, (1994). "Neural networks: A review from a statistical perspective," *Statist. Sci.*, vol. 9, no. 1, pp. 2-54, 1994

## EVALUACIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS EN UNA EMPRESA TEXTIL

Gabriela Domínguez Moreno  
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón  
Ingeniería Industrial  
Blvd. del Valle 2301, Guardarrayas  
C.P. 36425, Purísima del Rincón, Gto.  
*lms17110487@purisima.tecnm.mx*

María del Carmen Saavedra Martínez  
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo  
Ingeniería Industrial  
Cuitzeo de 401 Cuitzeo de los Naranjos  
C.P. 36976, Abasolo, Gto.  
*maria.saavedra@tecabasolo.edu.mx*

Resumen — En siguiente proyecto se presenta, la evaluación y la reducción de riesgos Ergonómicos en una empresa textil, se implementan listas de verificación (check list), con la finalidad evaluar las condiciones en las que se encuentra el trabajador, como la iluminación, si el área de trabajo cuenta con las condiciones adecuadas de calor, frío, riesgos ambientales, o bien equipos de protección para el trabajo. Se aplica el método RULA para conocer el nivel de riesgo ergonómico. Finalmente se implementa la metodología 5s y normativa para reducir los riesgos a los que están expuestos el trabajador

Palabras clave — FODA, Check list, método RULA, metodología 5's, riesgo ergonómico

Abstract — The following project presents the evaluation and reduction of ergonomic risks in a textile company, checklists are implemented in order to evaluate the conditions in which the worker is, such as lighting, if the work area has adequate conditions of heat, cold, environmental hazards, or protective equipment for work. The RULA method is applied to determine the level of ergonomic risk. Finally, the 5s methodology and regulations are implemented to reduce the risks to which the worker is exposed.

Key words ---- SWOT, Check list, RULA method, 5's methodology, ergonomic risk.

## I. INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo se ha vuelto de suma importancia para las empresas que sus trabajadores se encuentren en excelentes condiciones, y se tenga una gestión de los riesgos a los que se está expuesto. La empresa textil se encuentra expuesta a múltiples y constantes riesgos, se labora de una forma en la que el trabajador debe adaptarse a las instalaciones y las condiciones en las que esta se encuentra.

Tomando en cuenta las necesidades existentes, el identificar los riesgos ergonómicos, así como realizar un plan de acción e implementar las medidas preventivas y normativa para reducir dichos riesgos, con el uso de algunas herramientas y metodologías se logra llegar a los objetivos propuestos, la empresa cuenta con la maquinaria suficiente para producir mucho más y que sus empleados rindan más en sus labores.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Análisis FODA

Es un instrumento de planificación estratégica que puede utilizarse para identificar y evaluar las fortalezas y debilidades de la organización (factores internos), así como las oportunidades y amenazas (factores externos). (Boutrif, 2021)

### B. Checklist

Es un diagnóstico que sirve para conocer, evaluar, analizar todos aquellos aspectos externos e internos que pueden afectar a una empresa. (Muñiz, 2021)

### C. Método RULA

El método Rapid Upper Limb Assessment (RULA) permite evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo: posturas, repetitividad de movimientos, fuerzas aplicadas y actividad estática del sistema musculoesquelético. (Barba Morán, 2021)

### D. Riesgos ergonómicos

Es la probabilidad de sufrir un evento adverso e indeseado (accidente o enfermedad) en el trabajo y condicionado por ciertos "factores de riesgo ergonómico". (CROEM, 2021)

### E. Metodología de las 5's

Las 5 S son cinco principios japoneses cuyos nombres comienzan por S y que van todos en la dirección de conseguir una fábrica limpia y ordenada. Sus nombres son: Seiri (organizar y seleccionar), Seiton (ordenar), Seiso (limpiar), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (mantener). (Rey Sacristán, 2021)

## II. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo la evaluación y reducción de riesgos en la empresa se considera lo siguiente:

1.- Para realizar un análisis FODA y conocer el estatus de la empresa en cuestión de riesgos ergonómicos a los que se está expuesto se requiere:

- a. Identificar y evaluar las fortalezas y debilidades de la empresa y anotarlas en una hoja.
- b. Se evalúa el factor optimización (F+O) factor de riesgo (D+A)
- c. Se obtiene un análisis global mediante una gráfica de pastel

2.- Para aplicar una metodología para identificar los riesgos ergonómicos se realiza los siguientes puntos:

- a. Se aplica un check list con 128 items para evaluar los riesgos a los que está expuesto el trabajador entorno a su puesto de trabajo, haciendo uso de software ergonomautas.
- b. Para realizar una evaluación ergonómica, se analizan los factores de riesgo, (movimientos repetitivos, levantamientos de carga, mantenimiento de posturas forzadas, posturas estáticas, exigencia mental, monotonía, vibraciones, condiciones ambientales, etc.) para seleccionar el método más adecuado de acuerdo a las actividades que

se realizan.

3.- Para la aplicación del método RULA se realiza los siguientes puntos:

- Se analizan posturas, repetitividad de movimientos, fuerzas aplicadas, actividad estática del sistema musculoesquelético de las personas de acuerdo con las actividades que se realizan.
- Se evalúa el Grupo A, que incluye los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas)
- Se evalúa el Grupo B, que comprende las piernas, el tronco y el cuello
- Se asignan las puntuaciones globales de los grupos A y B en función del tipo de actividad muscular desarrollada y saber el nivel de riesgo al que se está expuesto.
- Se desarrolla e implementa un plan de acción para la reducción de los riesgos.

4.- Para llevar a cabo el plan de acción mediante la ayuda de las personas encargadas se implementan las actividades:

- Implementación de metodología 5s
- Aplicación de las Normas

### III. RESULTADOS

Con la finalidad de conocer la situación actual de la organización se realiza Análisis FODA (ver figura 1), donde analiza el factor optimización y factor riesgo.

Para identificar los riesgos ergonómicos a los que se expone el trabajador, se realiza un check list con 128 items, mediante el software de Ergonautas, el cual valora si algunas áreas de la maquiladora o bien si el trabajador se encuentra en riesgo, como resultado se obtiene 3 para atender de manera urgente y 2 de forma muy urgente (ver figura 2).

Mediante el método RULA, se evalúan los movimientos y posturas repetitivas, miembros superiores piernas, tronco y cuello del trabajador de acuerdo con las actividades que realizan, dando como resultado una puntuación de 7, con un nivel de actuación 4, lo que significa que se requieren cambios urgentes en la tarea.

Fig. 1 Tabla de análisis FODA



Fig. 2 Items valorados



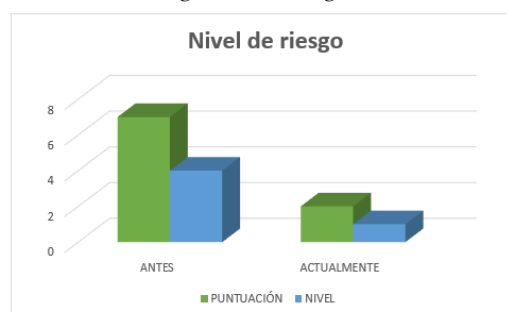
Se implementa un plan de acción para reducir el nivel de actuación, se comienza con la planeación y aplicación de la metodología de las 5'S, clasificando hilos e hilazas, separando por texturas y colores, se organiza cada estación de trabajo, estantería y mesas de almacenaje. La limpieza se llevó a cabo, limpiando y realizando ajustes en las máquinas que son más solicitadas, en la prenda que se está realizando. Para estandarizar evalúa el cumplimiento de las 3 "s", mediante un check list, además de colocar un reglamento visible con los lineamientos a cumplir. Finalmente se involucra todo el personal y se comprometen a supervisar constantemente (ver figura 3).

Fig. 3 Metodología 5 "s"



Al término de la metodología 5 "s", se analiza la NOM-025-STPS-2008, para determinar las condiciones de iluminación al que deben trabajar para evitar la fatiga ocular. Además de verificar las condiciones ambientales de acuerdo a las normas NOM-011-STPS-2001, para identificar el nivel de ruido al que está expuesto. Se propone el uso de tapetes anti fatiga y sillas ajustables para adecuar la estación de trabajo de acuerdo al trabajador. Después de llevar a cabo el plan de acción se realiza nuevamente el método RULA, dando una puntuación de 2, con un nivel de actuación 1, reduciendo los riesgos en un 71.42% (ver figura 4). La empresa se compromete a dar continuidad al proyecto.

Fig. 4 Nivel de riesgo



#### IV. CONCLUSIONES

Gracias a las herramientas implementadas en la presente investigación, se reducen los riesgos ergonómicos, incrementando la productividad y creando una cultura de seguridad con la participación de los empleados, además se establecen medidas de prevención, evitando costos por ausentismo de trabajadores.

#### V. RECONOCIMIENTOS

Agradezco a las personas que conforman la Maquiladora González por permitirme llevar a cabo este 23º Verano de la Ciencia, especialmente a la Mtra. María del Carmen Saavedra por hacerme parte de este proyecto que fue importante para mí en mi formación profesional.

#### REFERENCIAS

- Barba Morán, M. C. (2021). El dictamen pericial en ergonomía y psicología aplicada. Guanajuato: Tébar.
- Boutrif, E. (2021). Directrices para evaluar las necesidades de fortalecimiento de la capacidad. Cd. Manuel Doblado: This one.
- CROEM, C. E. (2021). Prevención de riesgos Ergonómicos . Guanajuato: ISSL.
- Muñiz, L. (2021). Check-list para el diagnóstico empresarial . Guanajuato: PROFIT.
- Rey Sacristán , F. (2021). Las 5S Orden y limpieza en el puesto de trabajo. Guanajuato: FC Editorial.
- UGT-Madrid, S. d. (2021). Ergonomía. Riesgos ergonómicos. Guanajuato: Comunidad de Madrid.



## PROBLEMÁTICA QUE ENFRENTAN LOS ESTUDIANTES DE IQMYM PARA APRENDER ONLINE.

Aime Joselyn García Lugo  
Facultad de Metalurgia  
Carretera 57 km 5.  
*aime.lugo@uadec.edu.mx*

Blanca Idalia Rosales Sosa  
Facultad de Metalurgia  
Carretera 57 km 5.  
*blancarosales@correo.mx*

Resumen — En este trabajo se presenta el resultado de un estudio realizado a los estudiantes de Ingeniería con el fin de identificar los problemas que presentan al aprender en línea. Con el objetivo de conocer los distractores y barreras a las que se enfrentan en la nueva modalidad virtual y el entorno en el que se desarrollan sus clases en línea, así como la accesibilidad y comunicación que tienen los docentes con los estudiantes para empatizar sobre la situación que vive cada uno de ellos o los problemas que puedan surgir para conectarse de manera oportuna, dándose a conocer que la tecnología al alcance de los alumnos es una herramienta importante en su desarrollo.

Palabras clave — Problemas, Educación, Virtual.

Abstract — This paper presents the result of a study carried out on Engineering students in order to identify the problems they present when learning online. With the aim of knowing the distractors and barriers they face in the new virtual modality and the environment in which their online classes take place, as well as the accessibility and communication that teachers have with students to empathize about the situation that each one of them lives or the problems that may arise to connect in a timely manner.

Keywords — problems, distance, education.

## I. INTRODUCCIÓN

En el año 2019 se originó en Wuhan provincia de Hubei, China el brote del COVID 19, [1] que en pocos meses se convirtió en pandemia con efectos destructores en la sociedad mundial incluyendo las instituciones de Educación de todos los niveles mismas que se han visto en la obligación de suspender toda actividad académica de manera presencial obligando a las instituciones a la enseñanza en línea mediante la tecnología. Los docentes dejaron las clases presenciales y los estudiantes han sido confinados al aprendizaje en línea desde casa o diferentes espacios que les permita llevar sus clases, esto último en ocasiones representa un conflicto para el estudiante ya que le resulta imposible conectarse en tiempo y forma. En la educación superior se han realizado algunas indicaciones de orden jerárquico para continuar con las clases en este nivel mismas que se deben respetar de manera que se permita a los actores principales estudiantes y docentes continuar a distancia. El desarrollo de las formas de enseñanza aprendizaje por medio de internet ha despertado un gran interés para conocer la forma en la que se desarrolla el aprendizaje en un aula virtual y de forma muy especial como le dan forma al conocimiento todos los estudiantes que se encuentran aprendiendo en línea.

La educación a distancia cambia esquemas tradicionales en el proceso de enseñanza- aprendizaje, tanto para el docente como para el estudiante, no existe una relación directa en tiempo real para que el docente dirija el proceso y el proceso de aprendizaje del estudiante es más flexible, no existe coincidencia física en cuanto al lugar y al tiempo, exige mayor independencia y autorregulación por parte del estudiante. La educación a distancia adopta diversas peculiaridades en función de la intermediación, del tiempo y del canal que se vaya a utilizar. (Juca Maldonado, 2016) [2]

Es importante investigar las condiciones en las que se encuentra la comunidad estudiantil para aprender en línea. En este sentido es una realidad que la tecnología cambia los escenarios de la sociedad.

## II. MARCO TEÓRICO (OPCIONAL)

Aprender comprende la adquisición y la modificación de conocimientos, habilidades, estrategias, creencias y conductas. Exige capacidades cognitivas lingüísticas, motoras y sociales y adopta muchas formas. Ninguna definición de aprendizaje es aceptada por todos los teóricos, investigadores y profesionales de la educación.

Un criterio para definir el aprendizaje es el cambio conductual o cambio en la capacidad de comportarse. Empleamos el término aprendizaje cuando alguien se vuelve capaz de hacer algo distinto de lo que hacía antes. Aprender requiere el desarrollo de nuevas acciones ó la modificación de las presentes (Dale H. Schunk) (página 2) [3]. La educación en línea ha generado expectativas que se ha ubicado en la mira algunos de organismos internacionales como opción a seguir (World Bank, 1999; World 2002; Unesco, 1995, 1998 y 2004; Haggi, Fordham, Windham y Unesco, 1991, ANUIES 2000, 2001, 2002<sup>a</sup> y 2002<sup>b</sup>) [4]. Las ventajas de la enseñanza a través de clases a distancia suelen ser evidentes, sobre todo en lo que respecta al acceso y la disponibilidad de los estudiantes, pero existen algunos inconvenientes. Los estudiantes no pueden desarrollar las habilidades de socialización e interpersonales que normalmente acompañan a los métodos de aprendizaje tradicionales. (Nogueira, Bem, Fernandes, Silveira, 2017) [5]

Una de las características de la educación a distancia es originarse en las necesidades de una población poco numerosa, con intereses especiales, para satisfacer carencias que surjan en estas poblaciones. Es una modalidad de aprendizaje flexible, dinámica y adaptativa al medio donde se desarrolla. Es de utilidad práctica, vincula sus programas con necesidades de los estudiantes que se encuentran en un sitio remoto (Juca Maldonado, 2016) [2], sin embargo, no todos los estudiantes cuentan con los medios que se requiere para llevar a cabo de manera eficiente dicha modalidad, ya sea un espacio asignado en casa, internet de buena calidad, o un dispositivo fijo para tomar su clase, esto conlleva a una problemática que está presente y que interfiere con el aprendizaje de los estudiantes.

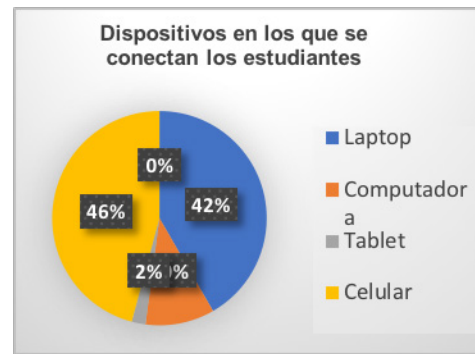
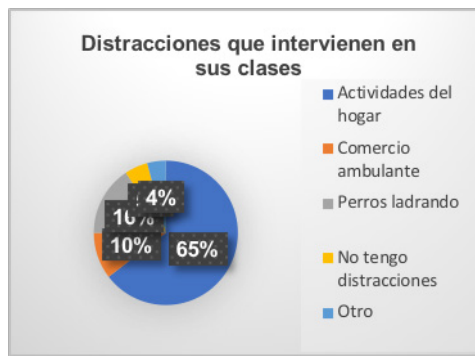
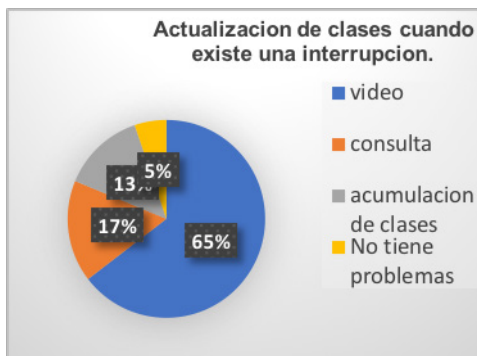
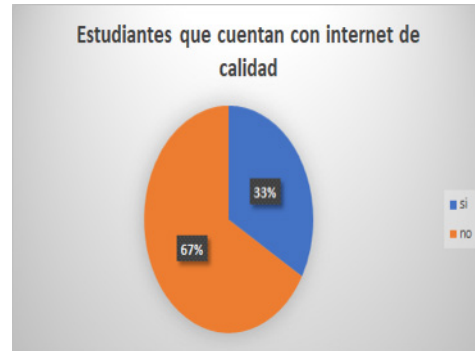
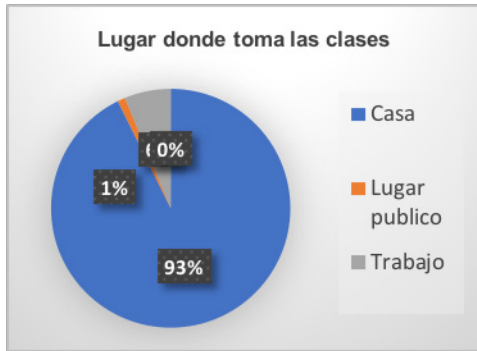
### III. MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo de investigación se realizaron encuestas a estudiantes de distinto grado académico de la carrera Ingeniero Químico Metalurgista y Materiales mismas que llevan al resultado presentado sobre el aprendizaje en línea y la forma en que van desarrollando la construcción del conocimiento de forma remota, así como a la que se han enfrentado. Garrison, Anderson y Archer (2000), [6] consideran que la presencia social cognitiva y docente son factores fundamentales para el desarrollo de aprendizajes efectivos en una comunicación mediada por computadora.

Se utilizó como recurso una encuesta contestada por 96 estudiantes, la cual consta de 16 preguntas; misma que fue aplicada en línea a través de la plataforma de Microsoft Forms. Para realizar las gráficas con porcentaje se utilizó el programa de Excel. La sección de materiales y métodos debe ser lo más completa posible, proporcionando la información suficiente para que otros investigadores puedan reproducir el trabajo. Solamente los procedimientos nuevos deben ser descritos con detalle, los métodos de uso general no necesitan ser descritos en detalle. Los procedimientos publicados anteriormente deben ser citados, mencionando las modificaciones importantes de procedimientos ya publicados.

### IV. RESULTADOS

El resultado de las encuestas aplicadas nos dimos cuenta de los factores que influyeron en el aprendizaje de los estudiantes en línea debido a la contingencia sanitaria. Se inició por conocer cuántas personas se conectan en casa que un 41% de los encuestados respondió personas casi a la par entre 2 y 3 personas Figura 1. Sin embargo, uno de los factores que definitivamente representan una problemática para que los estudiantes puedan tener un aprendizaje de calidad se encontró en la calidad de la señal con la cual están llevando sus clases en línea en el estudio realizado un 67% de los encuestados no cuentan con internet de calidad esto se muestra en la Figura 2. Cuando se presenta alguna situación que les impide la conexión en tiempo y forma un pequeño porcentaje de los encuestados no presenta problemas en tanto el 65 % reproduce la clase más tarde y le sigue los alumnos que consultan el tema visto por su cuenta representando así solo el 17% y el resto se le acumulan los trabajos. Figura 3 Un problema que se identificó es que la mayoría de los encuestados toma sus clases por medio del celular Figura 4 aspecto que limita su aprendizaje aunado a esto un 54% no cuentan con un lugar asignado para tomar sus clases en línea como se observa en la figura 5. Para un aprendizaje real de los estudiantes se requiere concentración sin embargo al tomar las clases en línea se han presentado distractores que en su mayoría son actividades del hogar Figura 6, aspecto que ha ocasionado que el aprendizaje sea menor al presencial debido a que la mayoría que se conectan por este dispositivo es por medio de datos lo que significa que cuando se les terminan los datos ya no pueden tomar sus clases situación que ha generado algunos problemas en los encuestados como es la visión y el aumento de estrés Figura 7 por la sobrecarga de contenidos programáticos de las materias, cabe señalar que el 70% de la comunidad estudiantil que participó en este estudio trabaja de tiempo completo como se muestra en la Figura 8. Una figura importante para el aprendizaje en línea son los maestros que de acuerdo con las respuestas en su mayoría muestran una apertura a la comunicación, así como la empatía hacia los alumnos siendo un aspecto primordial para el aprendizaje. Se encontró que un gran porcentaje de los alumnos trabaja para poder pagar sus estudios de ingeniería no representando esto último una barrera para llevar sus clases online.



## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

En la educación en línea el problema no es el lugar en que se encuentran espacialmente los estudiantes y los profesores o la forma de comunicación, el verdadero problema son los recursos que tienen para aprender satisfactoriamente en esta modalidad. Las nuevas tecnologías deben buscar favorecer la interacción entre los actores principales del sistema, misma donde los estudiantes puedan intercambiar conocimientos y expresar sus ideas. Como se puede observar en el apartado anterior, la actual pandemia, ha venido afectando a los alumnos que adoptaron la modalidad en línea, de distintas formas, ya sea física y/o emocionalmente, además, la emergencia sanitaria que se vive en la actualidad ha modificado los métodos de aprendizaje, y esto ha traído consigo una problemática que desató la disminución de aprendizaje por parte de los alumnos, además de los problemas de la vida cotidiana de cada uno de los estudiantes que se presentan a diario, como falta de internet de calidad, falta de un dispositivo útil, falta de un espacio adecuado y fijo para evitar distracciones, esto debido a que no todos presentan las mismas oportunidades y herramientas necesarias para satisfacer el objetivo de las clases a distancia.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En los resultados mostrados anteriormente se concluye que para las clases en línea los estudiantes deben contar con la tecnología y espacios adecuados, así como los recursos necesarios para tener un aprendizaje significativo en conjunto con la constante comunicación que deben mantener con sus maestros para hablar de un aprendizaje de calidad que no limite su crecimiento profesional. Se espera que próximamente se puedan mejorar la calidad de la red e internet y que la mayoría de los alumnos cuenten con el tiempo suficiente para tomar sus clases en espacios que les facilite su aprendizaje, así como los docentes programen adecuadamente los contenidos de las materias para que esto no represente una sobrecarga de contenidos.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradecemos la participación de todos los estudiantes de la Facultad de Metalurgia de la carrera IQMyM de la Universidad Autónoma de Coahuila para la recopilación de la información presentada en este trabajo de investigación. A la maestra Blanca Idalia Rosales Sosa por su apoyo en el mismo.

## REFERENCIAS

- [1] [https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019?adgroupsurvey={adgroupsurvey}&gclid=CjwKCAjwmqKJBhAWEiwAMvGt6JFe3dAvsYkNF2e90F2CYGyA8JNglNwTt\\_QHJKCU4FmLKR-0Mh\\_aWdRoCzicQAvD\\_BwE](https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019?adgroupsurvey={adgroupsurvey}&gclid=CjwKCAjwmqKJBhAWEiwAMvGt6JFe3dAvsYkNF2e90F2CYGyA8JNglNwTt_QHJKCU4FmLKR-0Mh_aWdRoCzicQAvD_BwE)
- [2] Juca Maldonado, Revista Universidad y Sociedad versión On-line ISSN 2218-3620 Universidad y Sociedad vol.8 no.1 Cienfuegos ene.-abr. 2016
- [3] T Dale, H. Schunk Teorías del aprendizaje: una perspectiva educativa. (2012).
- [4] Daniel, Sir John. "Education and the COVID-19 pandemic". Prospects, 1-6. 20 (2020); T Dale, H. Schunk Teorías del aprendizaje: una perspectiva educativa. (2012); Anuiés (2000), La educación superior en el siglo xxi: Líneas estratégicas de desarrollo. México: anuiés; World Bank (1999), Education Sector Strategy. Washington: World Bank Group; Unesco (1998b), "Higher Education in the Twenty-First Century, Vision and Action", Unesco, Paris, 5-9 October 1998. Paris: Unesco
- [5] Nogueira, Bem, Fernandes, Silveira, 2017)
- [6] Garrison, D., Anderson, T. & Archer, W. (2000). Critical Inquiry in a Text-Based Environment: Computer Conferencing in Higher Education. The internet and Higher education, vol. 2

## DISEÑO CONCEPTUAL DE PRÓTESIS BASADA EN MATERIALES COMPUESTOS POLIMÉRICOS

Alexa Michelle García Machain  
Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Avenida Universidad #940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.  
*al188126@edu.uaa.mx*

Juventino López Barroso  
Instituto Tecnológico de Querétaro  
Av. Tecnológico s/n, Centro, 76000 Santiago de Querétaro, Qro.  
*juventino.lb@queretaro.tecnm.mx*

Resumen — En este trabajo se presenta el diseño asistido por CAD/CAE/CAM de una prótesis transtibial. La herramienta de diseño SolidWorks se utilizó para el modelado 3D. La simulación de los materiales se llevó a cabo con el software ANSYS. A partir de los resultados de la simulación con elemento finito se seleccionó el material compuesto polimérico de mejor desempeño mecánico para la aplicación. Por otro lado, se propuso la manufactura aditiva para la construcción del modelo físico debido a sus ventajas como el tiempo de manufactura y costo. De esta manera, las personas que han sufrido amputaciones por problemas crónicos como enfermedades vasculares o por genética tendrían una opción accesible para mejorar su calidad de vida.

Palabras clave — Compuestos poliméricos, CAD/CAE/CAM, manufactura aditiva.

Abstract — This work presents the design of a transtibial prosthesis using CAD/CAE/CAM tools. The SolidWorks design tool was used for 3D modeling. Materials simulation was carried out using ANSYS software. From the finite element simulation results, the polymer composite material with the best mechanical performance for the application was selected. On the other hand, additive manufacturing was proposed for the construction of the physical model due to its advantages such as manufacturing time and cost. In this way, people who have suffered amputations due to chronic problems such as vascular diseases or genetics would have an accessible option to improve their quality of life.

Keywords — Polymer composites, CAD/CAE/CAM, additive manufacturing.



## I. INTRODUCCIÓN

Una prótesis es un aparato mecánico que sustituye artificialmente una parte del cuerpo faltante. Permite que las personas con limitaciones funcionales sean capaces de obtener una mejor calidad de vida [1]. De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), en México viven alrededor de 780 mil personas amputadas, de las cuales únicamente el 10 por ciento cuenta con una prótesis [2]. En México, la Diabetes Mellitus Tipo (DT2) contribuye con el 81% de los casos [3]. El factor económico en México juega un papel de gran importancia al momento de adquirir una prótesis. Por esta razón es importante buscar alternativas para la elaboración de prótesis, considerando todas las características, físicas, químicas, mecánicas y económicas.

El desarrollo y avance de los materiales compuestos poliméricos y la introducción de las impresoras 3D han revolucionado la creación de prótesis. Las nuevas tecnologías permiten al paciente llevar una mejor experiencia, por ejemplo, reducir el peso de estos aparatos y ser utilizados con mayor comodidad, además que el proceso de fabricación permite el uso de diferentes materiales compuestos [4,5].

En este trabajo se realizó mediante las herramientas asistidas por computadora SolidWorks y Ansys el diseño de una prótesis transtibial. El grupo de estudio se enfocó a las medidas de un hombre diabético mexicano promedio en el rango de edad de 18 a 65 años, debido a su ocurrencia 2:1 en comparación con el sexo femenino [3]. Sin embargo, debido al limitado acceso que la población tiene a sustitutos artificiales del cuerpo para mejorar su calidad de vida. Este trabajo busca una alternativa funcional con materiales de menor costo y cómodos como en las prótesis existentes. De esta manera se reduce el dolor y necesidad de atención e impacto psicológico que favorece a una vida plena e independiente [2].

## II. MARCO TEÓRICO

### Materiales compuestos

Los materiales compuestos son las combinaciones de dos o más materiales a partir de una unión química o no química. Este compuesto posee mejores propiedades que las que presentan los materiales componentes por sí solos. Los componentes no se deben fusionarse completamente entre ellos, es decir, deben poderse identificar por medios físicos porque son heterogéneos [6].

Los materiales compuestos de matriz polimérica se caracterizan por poseer propiedades mecánicas, resistentes a la corrosión. Su matriz está compuesta por un polímero y el refuerzo es algún tipo de fibra, ya sea sintética o inorgánica [7]. En las prótesis transtibiales los materiales requieren alta resistencia mecánica, a la fatiga y corrosión, además de baja densidad y mínimo mantenimiento. Algunos ejemplos de estos materiales utilizados actualmente son el polipropileno, polietileno, fibra de carbono, poliestirenos de alto impacto, acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), entre algunos más. [8]

Un polímero es una cadena de unidades de repetición o monómeros que se unen y repiten formando una macromolécula o polímero. Existen varias clases de polímeros como los plásticos, hules y fibras [8].

### Prótesis

Históricamente debido a las amputaciones presentadas en las guerras la humanidad se vio obligada a ingresar en el campo de la protésica. Los dispositivos actuales son livianos, funcionales, estéticos y de gran comodidad debido a que se pueden elaborar con materiales poliméricos, metales y materiales compuestos.

Una prótesis se define como una pieza o aparato artificial que sustituye una parte, pieza, órgano o miembro del cuerpo humano que no exista por agenesia o pérdida por amputación, sin perder las funciones naturales. [9]

Las prótesis se clasifican en:

Endoprótesis: Aquellas que se encuentran rodeadas de tejido corporal, precisan de procedimientos quirúrgicos para su colocación [10].

Exoprótesis: Son las que se encuentran fuera del cuerpo, es decir se pueden retirar, se les considera aparatos ortopédicos [10].

#### CAD/CAE/CAM

CAD por sus siglas en inglés Computer Aided Design que significa Diseño Asistido por Computadora, es una herramienta para el diseño de piezas mecánicas. Estos sistemas de diseño se utilizan para generar modelos de un determinado producto. Permite manipular características como el tamaño, contorno y la forma de cada componente, con el fin de modificar las ideas de diseño con mayor facilidad para así simular el funcionamiento del producto [11]. CAE significa Ingeniería Asistida por Computadora, también conocida como Computer Aided Engineering, es una herramienta para asistir las decisiones en ingeniería para el desarrollo y optimización de productos. Se pueden realizar diferentes análisis como estáticos, dinámicos, electromagnéticos y acústicos [12]. Por otro lado, CAM por sus siglas Computer Aided Manufacturing, significa manufactura asistida por computadora y consiste en el uso de aplicaciones de software de control numérico con el objetivo de crear instrucciones detalladas que impulsen las máquinas-herramienta de control numérico por ordenador (CNC) para las piezas de fabricación [13].

#### Manufactura aditiva (Impresión 3D)

La manufactura aditiva es un proceso en el cual el material polimérico o metálico es colocado capa a capa de manera controlada, siguiendo un modelo tridimensional, que comúnmente se conoce como impresión 3D. En el campo de la salud mediante impresión 3D se han elaborado diferentes componentes usando variedad de materiales. Esta evolución ha permitido productos anatómicamente personalizados, más resistentes, ligeros, estéticos y cómodos [14]. Además de la disminución de desperdicio y costos haciendo más asequible el producto [15].

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

El grupo de trabajo seleccionado fueron hombres de 18 a 65 años con una estatura y peso promedio, con amputaciones transtibiales causadas por enfermedades vasculares como diabetes de acuerdo con las referencias revisadas. De esta forma se determinaron las medidas y requerimientos anatómicos necesarios para el prototipo. En la Figura 1 se muestra la metodología utilizada en el trabajo.

Figura 1. Metodología para la realización del proyecto

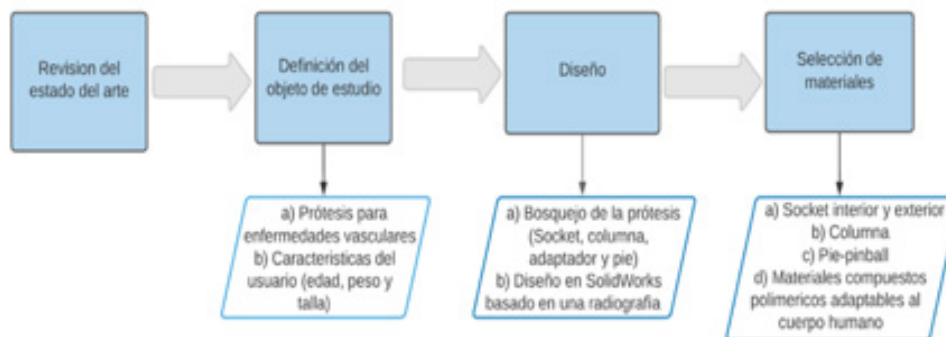


Tabla 1. Materiales implementados en el diseño de la prótesis

Material	Esfuerzo de cedencia (MPa)	Módulo de Young (MPa)	Densidad (kg/mm <sup>3</sup> )	Coefficiente de Poisson	Ref.
Policarbonato	103	3240	1.18x10 <sup>-3</sup>	0.31	[16]
ABS (30% fibra de vidrio)	92.47	7513	1.29x10 <sup>-3</sup>	0.3795	[17]
ABS (10% fibra de carbono)	74.24	6512	1.095x10 <sup>-3</sup>	0.3651	[17]
Espuma de Estireno Acrilonitrilo	83	85	1.03x10 <sup>-7</sup>	0.3	[16,17]

Para llevar a cabo el diseño de la prótesis se realizaron bosquejos de cada parte a mano alzada. Con la finalidad de realizar el prototipo de una prótesis transtibial basada en materiales compuestos poliméricos, se realizó un bosquejo de la prótesis (Figura 2a). El diseño en SolidWorks involucró para el interior del socket un material confortable al muñón de una capacidad de deformación alta. Se consideró una espuma polimérica, que se ocupa usualmente en prótesis de este tipo. Así también los componentes rígidos socket exterior, la columna y el pie con su adaptador de la prótesis fueron modelados en SolidWorks. En el caso del pie, el diseño se asistió de una radiografía y un análisis de optimización topológica en ANSYS.

Para la simulación del prototipo se utilizó el análisis estático estructural y se cambiaron los componentes rígidos de acuerdo a la Tabla 1, se mantuvo la espuma en el interior del socket para los tres análisis. Después del diseño y Simulación de Elemento Finito (SEF) del prototipo, se realizó la selección de materiales de acuerdo a las necesidades mecánicas como resistencia, flexibilidad, densidad, y compatibilidad. La SEF evidenció el desempeño mecánico de cada uno de los materiales. Finalmente, los archivos se guardaron en extensión .stl para la impresión 3D.

#### IV. RESULTADOS

Tabla 2. Resultados del análisis estático estructural para los materiales poliméricos

	Esfuerzo equivalente (von Mises, MPa)			Deformación (mm)			Factor de seguridad		
	Máx	Mín	Prom.	Máx	Mín	Prom.	Máx	Mín	Prom.
Policarbonato	16.51	5.03x10 <sup>-3</sup>	0.33	1.39	0	0.69	15	6.2	14.9
ABS (30% Fibra de vidrio)	16.77	4.9x10 <sup>-3</sup>	0.33	0.57	0	0.29	15	5.51	14.9
ABS (10% Fibra de carbono)	17.77	5.4x10 <sup>-3</sup>	0.53	3.39	0	1.4	15	4.17	14.96



Fig. 2. (a) Dibujo a mano alzada del diseño propuesto; (b) Modelo 3D de la prótesis transtibial; (c) Factor de seguridad obtenido en la simulación de elemento finito; (d) Vista de interfaz de la impresora 3D con el pie de la prótesis.

Los resultados de las simulaciones de la prótesis transtibial realizadas se muestran en la Tabla 2. El estudio se llevó a cabo cambiando los tres materiales utilizados en los componentes rígidos. Estas simulaciones involucraron el análisis de la deformación total, el esfuerzo de von Mises y el factor de seguridad mencionado. En la figura 2 se observa la secuencia de trabajo utilizada con las herramientas CAD/CAE/CAM. La figura 2a muestra el dibujo a mano alzada que fue la base para la construcción en SolidWorks del modelo 3D. En la figura 2c se observa el resultado del factor de seguridad de la FES del material compuesto reforzado con fibra de carbono.

## V. DISCUSIÓN

Para el modelado 3D en SolidWorks el diseño a mano alzada tomó una gran importancia debido a que es un punto de partida para la concepción en la herramienta de CAD. En este bosquejo se proyectaron los componentes necesarios para la construcción del prototipo. De esta manera se plasmó la idea mediante el software de modelado el concepto con medidas y especificaciones bajo norma.

El uso de CAD permite elaborar piezas editables según las necesidades del usuario lo cual es una ventaja ya que evita el desperdicio de material. Además, en esta herramienta es posible construir a partir de una imagen el modelo como lo que se realizó en este trabajo que partió de una radiografía.

De acuerdo con los resultados del desempeño mecánico de las simulaciones el material compuesto basado en fibra de carbono exhibió la mayor deformación en comparación del material compuesto reforzado con fibra de vidrio y el policarbonato. Por otro lado, el esfuerzo equivalente registró valores muy similares para los tres materiales. De la misma manera el factor de seguridad arrojó un comportamiento similar en los tres casos. Por lo que en el caso del material reforzado con fibra de carbono se observa que la deformación registrada podría relacionarse con una mayor adaptación mecánica a la aplicación sin perder el grado de factor de seguridad como observamos en los otros dos materiales. En otras palabras, el material compuesto con la fibra de carbono reúne una baja concentración de refuerzo y un desempeño mecánico similar a la estructura de una sola fase (policarbonato) y a la de un alto volumen de refuerzo (ABS +30% de fibra). Finalmente, a pesar de los materiales utilizados y del diseño complejo es posible obtener estas estructuras mediante la impresión 3D como se visualizó con el software IdeaMaker®

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para la realización de este proyecto de investigación, se utilizaron herramientas de CAD/CAE/CAM para el diseño de una prótesis transtibial con materiales compuestos poliméricos. El uso de estas herramientas aunado al tipo de materiales utilizados se es posible crear prototipos funcionales, que, además, pueden ser un tanto más accesible a la población, sin dejar de lado el lado estético, que también se logra.

En la construcción de este tipo de modelos es posible el ahorro de material, ya que se realiza todo el diseño y simulación previamente, lo cual evita errores y desperdicios, que también disminuye el tiempo de manufactura, pero cumpliendo con la calidad y necesidades de los pacientes.

El uso de materiales compuestos poliméricos es una gran herramienta hoy en día, ya que tienen numerosas aplicaciones, ya que según las características que se requieran se analizan sus propiedades.

Es importante ahondar en el tema del diseño de la prótesis, ya que cada paciente requiere un modelo personalizado y que logre comodidad y funcionalidad.

## VII. RECONOCIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a la Universidad Autónoma de Aguascalientes, al Instituto Tecnológico de Querétaro y al 23° Verano de la Ciencia Región Centro por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

## VIII. REFERENCIAS

- [1] O. M. d. l. Salud, Normas de ortoprotésica, Ginebra: USAID From American People, 2017.
- [2] Es noticia hoy, «Es noticia hoy,» 2018. [En línea]. Disponible en: <http://esnoticiahoy.com/2019/09/30/mexico-un-pais-con-muchos-amputados-pero-poco-conocimiento-en-protesis/>. [Último acceso: 11 agosto 2021].
- [3] E. Vela, Los amputados y su rehabilitación, D.F. Intersistemas S.A. de C.V., 2016
- [4] L. Chacón, «Manufactura,» 10 Octubre 2014. [En línea]. Disponible: <https://manufactura.mx/industria/2014/10/10/inicia-la-era-de-protesis-de-polimeros-biomedicos>. [Último acceso: 11 agosto 2021].
- [5] J. Luna, «Canales sectoriales,» 26 Junio 2018. [En línea]. Disponible: <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/220050-Polimeros-en-medicina-aplicaciones-actuales-y-tendencias-futuras.html>. [Último acceso: 11 Agosto 2021]
- [6] F. Stupenengo, Materiales y materias primas, Buenos Aires: Instituto Nacional de Educación y tecnología, 2011.
- [7] A. B. Dietrich, Materiales compuestos. Procesos de fabricación en embarcaciones, Catalunya: Edicions UPC, 2005.
- [8] F. Stupenengo, Materiales y materias primas, Buenos Aires: Instituto Nacional de Educación y tecnología, 2011.
- [9] K. G. y S. Pelozo, «Monografía y auditoria médica,» 2017. [En línea]. Disponible: <https://www.auditoria-medica.com>. [Último acceso: 12 de agosto 2021].
- [10] H. D. SE, «Harmonic Drive SE,» 01 Junio 2016. [En línea]. [Último acceso: 12 agosto 2021]
- [11] Autodesk, «Autodesk,» 2020. [En línea]. Disponible: <https://www.autodesk.mx/solutions/cad-design>. [Último acceso: 12 Agosto 2021].
- [12] Blog ESSS simulating the future, «ESSS,» 08 Agosto 2014. [En línea]. Disponible: <https://www.esss.co/es/blog/ingenieria-asistida-por-computadora-que-es-y-como-funciona/>. [Último acceso: 13 Julio 2021].
- [13] M. Sinc, «Mecasinc,» 2019. [En línea]. Disponible: <https://www.mecanizadossinc.com/cad-cam-mecanizado/>. [Último acceso: 12 agosto 2021].
- [14] Centro Avanzado de Fabricación, Frabricación Aditiva, Elgoibar: Gipuzkoako foru Aldundia.
- [15] G. G. Blázquez, Proyecto de diseño de una prótesis a partir de fabricación aditiva (impresión 3d), Catalunya: Escuela Superior de Ingenierías Industrial, Aeroespacial y Audiovisual de Terrassa, 2019.
- [16] MatWeb, «MatWeb,» 2021. [En línea]. Disponible: <http://www.matweb.com/search>. [Último acceso: 13 Agosto 2021].
- [17] Ansys Grater Selector, «Ansys.com,» 2021. [En línea]. Disponible: <https://www.ansys.com/resource-center/brochure/ansys-granta-selector>. [Último acceso: 13 Agosto 2021].

## OBTENCIÓN DE HIDROXIAPATITA A PARTIR DE ESCAMAS DE TILAPIA PARA LA ELABORACIÓN DE UN BIOMATERIAL.

Martínez Rangel Amaya Libertad

Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas

Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413

*LRS17110043@purisima.tecnm.mx*

Rosa Jazmín Trasviña Osorio

Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas

Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413

*rosa.to@purisima.tecnm.mx*

Resumen — La hidroxiapatita (HAP) es el principal componente inorgánico del hueso de los vertebrados; La HAP, también se pueden encontrar en exoesqueletos, en el esmalte y dentina de los dientes. Existen dos formas de obtener hidroxiapatita, por extracción o síntesis. No existen diferencias en la formulación química entre la HAP natural y la sintética. La HAP contiene porcentajes mínimos de sodio, cloro, carbonatos y magnesio, los cuales, en conjunto vuelven a forjar la estructura del hueso En este trabajo se analizan las propiedades físicas, químicas de la hidroxiapatita a través de las investigaciones reportadas en el tema y los trabajos publicados por los autores en el campo de esta.

Palabras clave — Hidroxiapatita, escamas, extracción.

Abstract — Hydroxyapatite (HAP) is the main inorganic component of vertebrate bone; HAP can also be found in exoskeletons, in the enamel and dentin of teeth. There are two ways to obtain hydroxyapatite, by extraction or synthesis. There are no differences in chemical formulation between natural and synthetic HAP. HAP contains minimal percentages of sodium, chlorine, carbonates and magnesium, which together re-forged the structure of bone In this work the physical and chemical properties of hydroxyapatite are analyzed through the investigations reported on the subject and the works published by the authors in the field of this..

Keywords — Hydroxyapatite, scales, extraction.



## I. INTRODUCCIÓN

En los años 70 comenzó la investigación para el uso de la hidroxiapatita (HA) como un material osteoinductor, esto quiere decir que es un material que induce la formación de hueso nuevo. Algunas posibles aplicaciones que puede tener la HA como material de implante son las fracturas mandibulares, prótesis ortopédicas. Cuando se ha extraído un tumor óseo o existe una fractura en un hueso el defecto se rellena con HA, o bien para recubrir prótesis metálicas, artrodesis: fijación de una articulación por medio de cirugía, por ejemplo, la rodilla, el codo, etc.; e implantes dentales (Hernández et al., 1998). Este mineral es el principal componente inorgánico del hueso de los vertebrados; también se puede encontrar en exoesqueletos, corales marinos, esmalte y dentina de los dientes. Se puede obtener por medio de síntesis o extracción (Londoño et al., 2006).

Pertenece a la familia de las apatitas, presenta una estructura hexagonal, con el grupo espacial P63/m. En la naturaleza las apatitas se pueden encontrar formando parte de las rocas sedimentarias y metamórficas. En los huesos siempre está junto a estructuras orgánicas como el colágeno. Otras apatitas de importancia biológica son la fluorapatita y la cloroapatita (Zapanta, 1994). Los principales componentes químicos de la hidroxiapatita son el calcio y el fosfato. La HA natural contiene porcentajes mínimos de sodio, cloro, carbonatos y magnesio, los cuales, en conjunto vuelven a forjar la estructura del hueso (García y Reyes, 2006).

## II. MARCO TEÓRICO

Londoño et al., 2006 señala que, la HA es un fosfato de calcio que se puede obtener de forma sintética, presenta características de biocompatibilidad, no toxicidad, estabilidad química, osteoconducción y bioactividad; tales propiedades hacen al material muy práctico para usos médicos. La HA se puede usar como reemplazo de partes pequeñas de hueso, relleno de cavidades en odontología, recubrimiento de superficies de metales para implantes, refuerzo en materiales compuestos y como liberador de medicamentos, entre otros. Para una aplicación determinada se requieren diferentes características de la HA, como pueden ser su capacidad de reabsorción o bioactividad.

La HA natural contiene porcentajes mínimos de sodio, cloro, carbonatos y magnesio, los cuales juegan un papel preponderante en la función remodeladora del hueso y por esta razón no es considerada como una apatita pura. Las hidroxiapatitas sintéticas, que se obtienen a partir de fosfatos dicálcicos y tricálcicos a través de un proceso de síntesis, presentan una pobre resistencia mecánica, además de disolverse fácilmente, lo cual no es eficiente para utilizarla como biomaterial de sustitución ósea (Spadavecchia y González, 2007). La HA puede ser utilizada en forma de polvo, bloques porosos o gránulos para rellenar los defectos óseos o espacios que se pueden generar cuando secciones de hueso han sido removidas, como por ejemplo en cáncer óseo o reconstrucciones maxilofaciales (Martinetti, et al., 2005).

El gran desarrollo de la ingeniería de tejidos y la creciente necesidad de sustitutos óseos, explican la cantidad de esfuerzos destinados a la preparación, caracterización y el estudio de la HA bajo diferentes condiciones fisicoquímicas, clínicas y sobre diferentes tipos de sustratos (Rivera, et al., 2003).

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo la caracterización, la cual constó de cuatro muestras de la materia prima, se deshidrató durante 24 hrs a 68°C, después se llevó a mufla durante 24 hrs a 550°C y se midió el pH. Tenía un pH inicial de 4.85.

En la decatonización, se llevó a cabo un lavado para retirar iones e impurezas con agua desionizada en un tambor rotatorio durante 24 hrs.

En la etapa de lavado, se añadieron 2.5L de reactivo EDTA, se comenzó a lavar las escamas durante 24hrs. Terminado el lavado, por triplicado, se caracterizaron las muestras. El pH era de 4.5 y se llevó a pH 7 añadiendo

hidróxido de amonio. Se llegó a pH 6.9 a las 50hrs. En el proceso de secado se hizo un lavado alcalino para retirar residuos no deseados, se caracterizó y seguimos con la experimentación.

La etapa de tratamiento ácido constó en tomar 3 muestras de 20 - 25 g aproximadamente y se somete a tratamiento ácido con 100 ml de ácido acético c/muestra, se trató durante 40hrs con agitación constante. Las 3 muestras de ácido tenían al final un pH promedio de 4.20.

Se decantó cada muestra, y se tomaron 13 ml de líquido de cada solución por duplicado y se centrifugó a 3500rpm por 15 min, almacenamos el sobrenadante y el precipitado lo deshidratamos a 68°C x 24 hrs, trituramos y caracterizamos. También se esterilizaron por 15 min en una esterilizadora UV.



#### IV. RESULTADOS

El pH de la materia prima era de 4.85 y las características de la materia fueron las siguientes:

Tabla 1. Caracterización

Muestra	Peso de muestra deshidratada [g]	Peso de cenizas [g]
1	20.6455	8.1057
2	20.8748	8.777
3	20.051	8.1254
4	20.3861	7.8584

Se llegó a pH = 6.9 a las 50hrs y añadimos en total 28.5 ml de hidróxido de amonio.

Tabla 2. Lavado con EDTA

Tiempo [hrs]	pH	NH4OH añadido [ml]
24	4.85	5
24.38	5.41	5
25	5.82	5
25.30	6.23	2
26	6.37	2
48	6.50	3
49	6.79	1.5
50	6.94	0.5

Terminado el lavado se tomaron 3 muestras, se deshidrató y llevó a cenizas.

Tabla 3. EDTA

Muestra	Peso de muestra [g]	Peso de ceniza [g]
1	10.0373	1.2675
2	10.0362	1.1411
3	10.0166	1.2127

Se hace un tratamiento ácido para la obtención del mineral

Tabla 4. Tratamiento ácido acético

Muestra	Peso de muestra [g]	Peso de muestra deshidratada [g]	A mufla [g]	Peso cenizas [g]
1	20.1196	7.1433	5.0894	1.0625
2	20.0208	7.099	5.092	1.1148
3	20.0078	6.6523	4.6153	0.978

Tabla 5. Prueba 1 A.A.

Muestra	Peso de pastilla [g]
1	0.063
2	0.0424
3	0.0665

Tabla 6. Prueba 2 A.A.

Muestra	Peso de pastilla [g]
1	0.141
2	0.1278
3	0.2268

## DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Tomando en cuenta resultados y basándonos en promedios, en la etapa de caracterización (Tabla 1), se tomaron 4 muestras de 50g de escamas, al deshidratar se obtuvieron 20 gr de esta y al llevar a cenizas se obtuvieron 8.21 gr de compuestos orgánicos e inorgánicos.

En la tabla numero dos se puede ver cómo fue aumentando el pH conforme agregábamos el hidróxido de amonio y en la tabla 3, después del lavado con EDTA y un pH de 6.9 con un peso de 10 gr de la muestra, se obtuvieron 1.2 gr de ceniza.

En el tratamiento de ácido acético, con las 3 muestras de 20 grs cada una, se obtuvo una muestra deshidratada de 6.9 grs, llevamos a mufla 4.8 grs, se obtuvo 1.02 grs de cenizas y de pastilla 0.05 grs y 0.16 grs con las muestras 1 y 2 respectivamente.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En función de la información obtenida, llegamos a las siguientes conclusiones:

1. Las escamas contenían un total de humedad promedio del 59.08%, por lo que, por diferencia, el 40.91% corresponde a sólidos como material orgánico e inorgánico que contienen de forma inherente las escamas de tilapia.
2. El material inorgánico, las cenizas, tuvieron un valor promedio de 16.50% con respecto al peso inicial de las escamas, por lo que este valor, sería un rendimiento teórico estimado de hidroxiapatita a obtenerse de manera óptima en el proceso de extracción.
3. Después del tratamiento con EDTA, para retirar iones metálicos no deseados,

se redujeron las cenizas hasta un promedio del 12.04% dentro del material inorgánico, disminuyendo significativamente el rendimiento del mineral a extraer.

4. Los tratamientos químicos en la etapa ácida lograron disolver el mineral de la fase sólida y poder extraer el mineral mediante centrifugación y precipitación de la fase acuosa, por lo que el contenido promedio de mineral restante en las escamas descendió hasta un 5.25% con el ácido utilizado.

5. El mineral extraído de la fase acuosa tuvo un rendimiento del 15.79% con ácido acético. Estos datos fueron estimados con respecto a las cenizas de la materia prima que ingreso en la etapa de extracción y la pastilla obtenida después del proceso de centrifugación.

6. Finalmente, de acuerdo con los datos obtenidos, la eficiencia de extracción del mineral fue relativamente baja con éste ácido.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco ampliamente a la institución y a mi asesora la Mtra. Jazmín Trasviña por confiar en mis capacidades y hacer de este Verano Científico una grata experiencia, a demás de contar con todo el apoyo para el uso de las instalaciones del Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, así como el material necesario para llevar a cabo el proyecto hasta su término.

23o Verano de la Ciencia de la Región Centro. junio-agosto 2021

## VIII. REFERENCIAS

1. García, M y Reyes, J. (2006). La hidroxiapatita, su importancia en los tejidos mineralizados y su aplicación biomédica. *Tip Revista Especializada en Ciencias Químico- Biológicas*. vol. 9, núm. 2, p. 90-95. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://www.redalyc.org/pdf/432/43211937005.pdf>
2. Hernández, R.; Palma, R. y Piña, Ma. (1998). Hidroxiapatita y sus aplicaciones. *Revista Mexicana de física* "5 suplemento 1, p.144-147. Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México.
3. Londoño, M.; Echavarría, A. y De La Calle, F. (2006). Características cristaloquímicas de la hidroxiapatita sintética tratada a diferentes temperaturas. *Revista EIA*. No. 5, p. 109- 118. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín (Colombia).
4. Martinetti, R.; Dolcini, L. y Mangano, C. (2005). Physical and chemical aspects of a new porous hydroxyapatite. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 381: 634-638. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00216-004-2957-7>
5. Rivera, E.; Curiel, R. y Rodríguez, R. (2003). Selectivity in the hydroxyapatite synthesis from eggshell using different thermal treatments. *Materials Research Innovations*. Vol. 7. p. 85–90. <https://doi.org/10.1007/s10019-003-0233-7>
6. Spadavecchia, U. y González, G. (2007). Obtención de hidroxiapatita nanométrica para aplicaciones médicas. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, Vol. 22. No. 4, p. 37-44. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-40652007000400004&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652007000400004&lng=es&tlng=es)
7. Zapanta, L. (1994). Capitulo, Biological and Synthetic Apatites, en: *Hydroxyapatite and related materials*. Editorial CRC Press. 1ra Edición, p. 26. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780203751367-1/biological-synthetic-apatites-racquel-zapanta-legeros>

## ELABORACIÓN DE UN DIAGNÓSTICO BASADO EN LA CAPACIDAD Y MADUREZ DE LOS PROCESOS DE MANUFACTURA

Aneley Vanessa Silva Romero  
 Universidad Politécnica de San Luis Potosí  
 Ingeniería en Tecnologías de Manufactura  
 Urbano Villalón #500, Col. La Ladrillera  
 C.P. 78363, San Luis Potosí, S.L.P.  
*180380@upslp.edu.mx*

José Luis Tavares López  
 TecNM Campus Purísima del Rincón  
 Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas  
 C.P. 36413, Purísima del Rincón, Gto.  
*luis.tl@purisima.tecnm.mx*

Resumen — En este proyecto de investigación se desarrolló un instrumento de diagnóstico para los procesos de manufactura basado en los niveles de capacidad y madurez del modelo CMMI y en las características de las fábricas inteligentes, esto con el fin de evaluar su incorporación a la industria 4.0. El diseño de éste consta de un cuestionario realizado en una hoja de cálculo de Excel que evalúa 8 procesos de las empresas de manufactura: Recursos Humanos, Finanzas, Dirección, Planeación y Control de la Producción, Control de Calidad, Ingeniería, Mantenimiento, Logística y Compras bajo la calificación referente a la capacidad de los objetivos y prácticas específicas. La elaboración del instrumento permitió identificar aspectos claves en la transición de las empresas manufactureras hacia una industria 4.0

Palabras clave — Diagnóstico, capacidad, madurez.

Abstract — In this research project, a diagnostic tool was developed for manufacturing processes based on the capability and maturity levels of the CMMI model and the characteristics of smart factories, in order to evaluate their incorporation into Industry 4.0. The design of this consists of a questionnaire made in an Excel spreadsheet that evaluates 8 processes of manufacturing companies: Human Resources, Finance, Management, Production Planning and Control, Quality Control, Engineering, Maintenance, Logistics and Purchasing under the qualification referring to the capacity of specific objectives and practices. The development of the instrument made it possible to identify key aspects in the transition of manufacturing companies towards Industry 4.0.

Keywords — Diagnosis, capacity, maturity.

## I. INTRODUCCIÓN

Las organizaciones y sus procesos productivos han experimentado la necesidad de evolucionar con el fin de adaptarse a cambios en la demanda de bienes y servicios, tratados de libre comercio, el incremento de las expectativas de los clientes, el aumento de la competencia, avances tecnológicos del proceso o producto, entre otros. Esta situación ha obligado a las organizaciones a realizar esfuerzos constantes para mantener la competitividad, como la evaluación de su desempeño y el uso de esta medición, que sirven como punto de inicio para orientar sus esfuerzos en la mejora de sus procesos [1]. Para ayudar a las empresas a evaluar su desempeño y estructurar sus mejoras, existen diversas herramientas como los modelos adjuntos a los premios a la excelencia, los sistemas de gestión, los modelos de madurez, entre otros, que generan impactos positivos en el desempeño de manera acelerada, eficiente y exitosa. Desde hace más de una década, las pymes empezaron a implantar metodologías de mejoramiento y normas de calidad para lograr estandarizar sus procesos y mejorar la calidad de sus productos y servicios. A pesar de esto, algunos estudios [2] han señalado las deficiencias de organización y falta de definición de procesos en este grupo de empresas, sin llegar a profundizar en el estado de sus procesos. El estado del proceso esta referenciado al modelo de capacidad y madurez.

Desafortunadamente, no se encuentra literatura disponible que presente una metodología para determinar una puntuación cuantitativa o para llegar a un nivel de evaluación predeterminado. Además, los modelos de madurez pueden no satisfacer las necesidades de una organización en particular, lo que requiere el desarrollo de una herramienta de evaluación organizacional personalizada. Ante esta situación, se desarrolló un instrumento de diagnóstico de la madurez y capacidad de los procesos de manufactura con las características o rasgos de cada uno de los procesos según el modelo CMMI.

## II. MARCO TEÓRICO (OPCIONAL)

### A. CMMI Modelos de madurez y capacidad

CMMI son las siglas de Capability Maturity Model Integration:

- Capacidad: cuando queremos implementar y lograr una mejora de proceso en un área de proceso individual.
- Madurez: cuando queremos implementar y lograr la mejora de procesos en un conjunto de áreas de proceso que están predefinidas.
- Modelo: un modelo CMMI es un conjunto de asesoramiento y se puede utilizar como marco para evaluar la madurez de los procesos de una organización.
- Integración: este enfoque utiliza una combinación de modelos seleccionados (por ejemplo, CMMI para software, ingeniería de sistemas y desarrollo de productos integrados) que se integran en el marco único, CMMI. Un aspecto importante para tener en cuenta acerca del modelo del CMMI es, que no es ni un proceso ni una descripción del proceso [3] si no, un conjunto de buenas prácticas relacionadas con los procesos, desde sus prácticas específicas y genéricas. En el modelo, un área de proceso consiste en un conjunto de prácticas relacionadas, cuando estas se implementan juntas, satisfacen las metas del área de proceso (objetivos específicos y genéricos), lo que significa que se ha logrado la mejora del proceso en esa área de proceso.

### B. Niveles de capacidad

Los niveles de capacidad son 4:

Nivel de capacidad 0, incompleto: No se satisfacen objetivos específicos para el área de proceso. Además, no existen metas genéricas para este nivel. Nivel de capacidad 1, realizado: Se logra el trabajo necesario y se satisfacen los objetivos específicos de cada área de proceso. En este nivel las mejoras de procesos deben institucionalizarse y mantenerse. Nivel de capacidad 2, administrado: El proceso ha sido planificado y ejecutado, según lo definido por la organización. Nivel de capacidad 3, definido: La adaptación de los procesos a partir de los procesos defini-



dos se realiza en la organización siguiendo sus pautas de adaptación, además, los procesos estándar son comunes en toda la organización y se adaptan a un proyecto o unidad organizativa.

#### C. Niveles de madurez

Nivel de madurez 1, inicial: En una organización de nivel de madurez 1, los productos construidos y los servicios prestados funcionan bien la mayor parte del tiempo; sin embargo, el presupuesto y el cronograma siempre se ven afectados y se desvían de sus planes documentados. Además, se ha observado que los equipos de nivel 1 se comprometen en exceso con sus clientes. Esto se debe a que, en momentos de crisis todo el equipo abandona el proceso para entregar más rápido. Debido a esto, no pueden repetir el éxito. Nivel de madurez 2, gestionado: Gestionado o administrado, significa que los proyectos se adhieren a los procesos definidos por la organización. El equipo y los recursos que trabajan en el proyecto poseen los niveles de capacidad adecuados para producir resultados controlados. Nivel de madurez 3, definido: Definido significa que los procesos están bien definidos, documentados, comprendidos y seguidos por varios medios (por ejemplo, ya sea a través de procedimientos, métodos o herramientas e instructivos de trabajo). Nivel de madurez 4, gestionado cuantitativamente: Una organización establece objetivos cuantitativamente para la calidad y el desempeño del proceso tanto a nivel organizacional como de proyecto. Luego utiliza estos objetivos cuantitativos como criterios en la gestión de proyectos. Nivel de madurez 5, optimización: Optimización significa que una organización se enfoca en mejorar sus procesos de manera continua al comprender sus objetivos comerciales y necesidades de desempeño (en términos cuantitativos). También, utilizan un enfoque cuantitativo para comprender la variación inherente al proceso y las causas comunes de los resultados del proceso.

#### D. Objetivos específicos

Un objetivo específico es único y está presente en cada área de proceso. Debajo de cada objetivo específico, existen ciertas prácticas específicas y una vez que se cumplen todos los objetivos específicos, el área de proceso está satisfecha.

#### E. Prácticas específicas

Una práctica específica es la descripción de la actividad que ayuda a lograr el objetivo específico asociado.

#### F. Objetivos genéricos

Estos objetivos se denominan “genéricos” porque son comunes en las diferentes áreas de proceso.

#### G. Prácticas genéricas

Las prácticas genéricas son comunes en las áreas de proceso (instrucción de trabajo). Una práctica genérica está presente en los objetivos genéricos y contiene una descripción de la actividad que, una vez implementada, ayuda a lograr el objetivo genérico de un área de proceso

#### H. Diagnóstico empresarial como instrumento detonante en la mejora de los procesos industriales

Los procesos industriales, consisten en un conjunto de operaciones interrelacionadas enfocadas a la producción de bienes a partir de la transformación de las materias primas. Por esta razón, es imprescindible identificar aquellos procesos industriales susceptibles de mejora. Es importante señalar, que existen diversas alternativas para desarrollar proyectos de mejora a partir del método científico, como el ciclo PHVA [4], que consiste en planear, hacer, verificar y actuar; además de la metodología DMAIC [5] por sus acrónimos en inglés, definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

Por otro lado, el diagnóstico permite conocer el funcionamiento actual de un sistema, consigue información pertinente sobre las operaciones actuales, analiza y es concluyente para la realización de un cambio y mejora potencial, además aporta un conocimiento sistemático de la empresa (Guerrero, 2007).

Uno de los principales métodos para diagnosticar, es el Análisis Factorial (Roldán, 2013), que determina la interacción entre cada uno de los procesos en la empresa industrial. De manera general, el Análisis Factorial consiste

en definir los factores más significativos para la empresa, los cuales son susceptibles de mejora, señala el nivel de eficiencia en el que se encuentra, a partir de la información de cada elemento de cada factor mediante su calificación. Además, integra un gráfico comparativo entre los factores, con el fin de identificar los factores con áreas de oportunidad y priorizarlos en la toma de decisiones en la empresa.

Los factores que integran el diagnóstico son los siguientes: Recursos humanos, Dirección, Finanzas, Control y Planeación de la Producción, Control de Calidad, Ingeniería, Mantenimiento, Logística y Compras. De esta manera, el diagnóstico empresarial permite ser un instrumento detonante en la mejora de los procesos industriales.

#### I. Características de la Industria 4.0 y fabricas inteligentes

El término “Industria 4.0” se originó en Alemania y se utiliza desde 2011 y el concepto de Fabrica Inteligente es característico de la industria 4.0. La implantación de una fábrica inteligente requiere 1) una infraestructura de red adecuada, controladores inteligentes, software de análisis con sistemas de información integrados y 2) la utilización de nuevas tecnologías, incluyendo: IoT, nube, la informática, el Big Data y la tecnología que utiliza la inteligencia artificial.

Para empezar a hacer realidad el concepto de fábrica inteligente, hay que alcanzar un nivel de madurez adecuado y cumplir una serie de requisitos, entre ellos, el acceso a las tecnologías para la automatización, el acceso a personal cualificado, organización de los datos del proceso de producción, un proceso de producción repetible, una estrecha colaboración de todas las áreas en la cadena de suministro, y el acceso a un presupuesto de capital adecuado. [6]

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación será de tipo cuali-cuantitativo, ya que esta técnica nos permite determinar características y cualidades, e identificar necesidades, y también da la posibilidad de describir en forma cuantificable los resultados. [7] Requiere una profunda revisión de los niveles de capacidad y madurez del CMMI para extraer las características más relevantes de cada nivel del modelo. La determinación de las características y practicas específicas de los diferentes procesos se basó en la consulta, análisis y estudio de diferentes fuentes bibliográficas relacionadas con la capacidad y madurez de los procesos en sus enfoques CMMI y Seis Sigma, así como fuentes bibliográficas referentes a la industria 4.0 y las características de las fábricas inteligentes.

El diseño del instrumento de diagnóstico consta de un cuestionario realizado en una hoja de cálculo de Microsoft Excel basado en los 4 niveles de capacidad. Un cuestionario es un conjunto de preguntas que tiene como finalidad la obtención de los datos necesarios para una investigación. [8] Para su elaboración se parte de los procesos de las empresas de manufactura, tales como, Recursos humanos, Dirección, Finanzas, Control y Planeación de la Producción, Control de Calidad, Ingeniería, Mantenimiento, Logística y Compras, y a su vez se consideran los objetivos específicos para cada uno de estos procesos, evaluado objetivamente bajo los niveles de capacidad, asignándolos de la siguiente manera: Nivel 0: incompleto – 0, Nivel 1: realizado – 1, Nivel 2: administrado – 2 y Nivel 3: definido – 3

Así mismo, se realiza un promedio para establecer en qué nivel de madurez se encuentran los procesos.

### IV. RESULTADOS

El producto final que se obtuvo fue el diagnóstico de procesos de manufactura basado en la capacidad y madurez. La base del diagnóstico fue un proyecto de diagnóstico que se había desarrollado en otra edición del verano de la investigación y el desarrollo, en gran medida, de las prácticas específicas fue basado en la experiencia del investigador. A continuación, se presentan elementos del diagnóstico:

Fig. 1. Formulario de información de la empresa

DIAGNÓSTICO DE MADUREZ Y CAPACIDAD DE LOS PROCESOS DE EMPRESAS MANUFACTURERAS	
<b>Información de la empresa / organización</b>	
Nombre de la Empresa / Organización / Razón Social:	XXX
Domicilio de la empresa:	XXX
Ciudad / Municipio:	XXX
Estado:	XXX
<b>Actividad económica</b>	
Fecha de la fundación de la empresa:	XXX
Principal actividad económica:	XXX
Sector económico:	XXX
Cantidad de empleados que laboran:	XXX
Tamaño de la empresa:	XXX

Fig. 2. Descripción de los niveles de capacidad

VALOR	NIVEL DE CAPACIDAD (NC)	DESCRIPCIÓN
3	DEFINIDO	Los procesos estándar son comunes en toda la organización. Se permite que los procesos se adapten a un proyecto o unidad organizativa. La adaptación se realiza siguiendo las pautas de adaptación definidas para la organización.
2	ADMINISTRADO	El proceso ha sido planificado y ejecutado por la organización. Incluye un equipo de personas capacitadas Produce salidas de manera controlada. Involucra a las partes interesadas. El proceso se supervisa, controla y revisa. El proceso esta estandarizado y se cuenta con instructivos de trabajo o procedimientos
1	REALIZADO	Se logra el trabajo necesario. Se satisfacen los objetivos específicos del área de proceso. El proceso no ha sido planificado por la organización.
0	INCOMPLETO	No se satisfacen objetivos específicos para el área de proceso. Los objetivos se logran por esfuerzos individuales. El proceso se ejecuta parcialmente.

Fig. 3. Ejemplo de evaluación del área de Planeación y control de la producción

PROCESO	OBJETIVO ESPECIFICO	PRÁCTICAS ESPECÍFICAS	Ni	CAPACIDAD
Planeación y Control de	Control de la Producción	Procedimiento de producción	1	REALIZADO
Planeación y Control de	Control de la Producción	Control Diario de Producción	3	DEFINIDO
Planeación y Control de	Control de la Producción	(%) Porcentaje de reprocesos	0	INCOMPLETO
Planeación y Control de	Control de la Producción	Procedimiento programación de producción	0	INCOMPLETO
Planeación y Control de	Control de la Producción	Tiempo Estándar	3	DEFINIDO
Planeación y Control de	Control de la Producción	(Takt Time) Ritmo de producción	3	DEFINIDO
Planeación y Control de	Control de la Producción	(Lead Time) Tiempo Ciclo	0	INCOMPLETO
Planeación y Control de	Control de la Producción	Fichas técnicas de los productos	2	ADMINISTRADO
Planeación y Control de	Control de la Producción	Diagramas del Proceso de Operaciones	2	ADMINISTRADO
Planeación y Control de	Control de la Producción	Capacidad de Instalada	0	INCOMPLETO
Planeación y Control de	Control de la Producción	Registro de Paros de Línea	0	INCOMPLETO
Planeación y Control de	Control de la Producción	Registro de Producto No Conforme	1	REALIZADO
Planeación y Control de	Control de la Producción	OEE	2	ADMINISTRADO

Fig. 4. Ejemplo de evaluación del área de Ingeniería

PROCESO	OBJETIVO ESPECIFICO	PRÁCTICAS ESPECÍFICAS	Ni	CAPACIDAD
Ingeniería	Diseño y Desarrollo de Productos	Diseño y Desarrollo de Productos y Herramentales	2	ADMINISTRADO
Ingeniería	Diseño y Desarrollo de Productos	Checklist de Diseño del Producto	1	REALIZADO
Ingeniería	Diseño y Desarrollo de Productos	Checklist del Desarrollo del Producto	0	INCOMPLETO
Ingeniería	Diseño y Desarrollo de Productos	Checklist de Diseño del Herramentales	0	INCOMPLETO
Ingeniería	Diseño y Desarrollo de Productos	Checklist del Desarrollo del Herramentales	1	REALIZADO

## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Si bien la implementación del instrumento no se llevó a cabo, se identificaron algunos aspectos clave que sirven como base para la transición de las empresas de manufactura a conformarse como fábricas inteligentes, en ese sentido hay que alcanzar un nivel de madurez adecuado y cumplir una serie de requisitos, entre ellos, el acceso a las tecnologías para la automatización, el acceso a personal cualificado, organización de los datos del proceso de producción, un proceso de producción repetible, una estrecha colaboración de todas las áreas en la cadena de suministro, y el acceso a un presupuesto de capital adecuado. [6] Los cuales, están estrechamente ligados a los niveles de capacidad definido y administrado, y a un nivel de madurez de optimizado y gestionado cuantitativamente.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El desarrollo del instrumento evidencio la poca literatura que existe acerca del tema. Si bien, el modelo del CMMI de capacidad y madurez, está enfocado en el diseño de software, las empresas de manufactura lo adaptan desde una perspectiva de Lean Six Sigma. A su vez, por la naturaleza de ser un modelo genérico, la evaluación debe de ser personalizada para cada organización. Este instrumento sirve de apoyo para el desarrollo de proyectos de mejora, puesto que permitirá determinar con qué prácticas específicas cuenta la organización y en consecuencia, con qué herramientas se podrá desarrollar el proyecto de mejora. Además, permite identificar la pertinencia de las organizaciones a transición de fábricas inteligentes.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco al comité organizador del Verano de la Ciencia Región Centro por brindarme la oportunidad de participar en este programa y hacer posible esta experiencia en la que pude aprender muchas cosas interesantes. Si bien no pudo ser de manera presencial, agradezco al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón por recibirme y al profesor José Luis Tavares López por el asesoramiento brindado durante la estancia del verano y por compartir sus conocimientos conmigo. De igual manera agradezco al Dr. Martin Hernández Sustaita por su apoyo durante el proceso de ingreso a este verano de la ciencia.

## REFERENCIAS

- [1] Díaz-Jaimes, M. D. P., & Ortíz-Pimiento, N. R. (2012). Revisión de modelos de madurez: estrategia de evaluación del desempeño para empresas de manufactura. *Revista UIS Ingenierías*, 11(1), 55-72.
- [2] Mayorga, S. A., & Pinzón, N. B. C. (2008). Diagnóstico de la madurez de los procesos en empresas medianas colombianas. *Ingeniería y Universidad*, 12(2), 245-267.
- [3] Chaudhary, M., & Chopra, A. (2017). *CMMI for Development: Implementation Guide*. Apress.
- [4] Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad total y productividad*.
- [5] Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R. (2007). The six sigma way. In *Das Summa Summarum des Management* (pp. 299-308). Gabler.
- [6] Odważny, F., Szymańska, O., & Cyplik, P. (2018). Smart Factory: the requirements for implementation of the Industry 4.0 solutions in FMCG environment-case study. *LogForum*, 14(2).
- [7] Ramirez, R. E. (2007). *Guía General Para La Elaboración De Encuestas*. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.
- [8] Oncins de Frutos, M. (1991). *NTP 283: Encuestas: metodología para su utilización*. Nota Técnica de Prevención, Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

## REAL TIME PROGRAMMING FOR HUMAN MOTION

Brenda Ivonne Valtierra Zavala,  
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato  
Carretera Irapuato-Silao km 12.5 El Copal 36821.  
*lis17110238@irapuato.tecnm.mx*,

Miroslava Cano Lara  
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato  
Carretera Irapuato-Silao km 12.5 El Copal 36821.  
*miroslava.cl@irapuato.tecnm.mx*

Resumen — En este trabajo se presenta el desarrollo de un sistema de detección de rostros, el cual utiliza el lenguaje de programación “Python”. Utilizando la librería openCV compuesta de varios algoritmos que fueron entrenados para obtener resultados más precisos.

La primera parte del desarrollo como parámetro de entrada se utilizan fotografías para observar y analizar los resultados obtenidos. Una vez que se obtuvieron los resultados esperados, la segunda parte del desarrollo fue aplicar la detección de rostros en tiempo real tomando en cuenta las condiciones que se presentan en el entorno que rodea al usuario.

Palabras clave — Python, OpenCV, detección de rostro, tiempo real.

Abstract — This work presents the development of a face detection system, which uses the programming language “Python”. Using the openCV library composed of several algorithms that were trained to obtain more precise results. The first part of the development as an input parameter, photographs are used to observe and analyze the results obtained. Once the expected results were obtained, the second part of the development was to apply face detection in real time taking into account the conditions that arise in the environment around the user.

Keywords — Python, OpenCV, face detection, real time.

## I. INTRODUCCIÓN

La visión artificial es una disciplina científica que incluye métodos para adquirir, procesar y analizar imágenes del mundo real con el fin de producir información que pueda ser tratada por una máquina. Una manera simple de comprender este sistema es basarnos en nuestros propios sentidos. Los humanos usamos nuestros ojos para comprender el mundo que nos rodea, y la visión artificial trata de producir ese mismo efecto en máquinas. Éstas podrán percibir y entender una imagen o secuencia de imágenes y actuar según convenga en una determinada situación. La comprensión en los dispositivos se consigue gracias a una descomposición de la imagen en pequeños fragmentos (píxeles) y en su posterior estudio.

## II. MARCO TEÓRICO

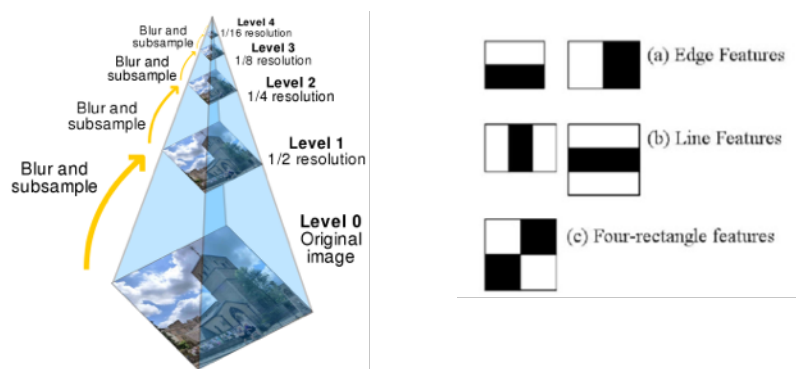
El algoritmo necesita imágenes positivas (imágenes de rostros) e imágenes negativas (imágenes sin rostros) para entrenar al clasificador. Se requiere extraer características de él. Son como nuestro núcleo convolucional. Cada característica es un valor único obtenido al restar la suma de píxeles debajo del rectángulo blanco de la suma de píxeles debajo del rectángulo negro (figura 1).

ScaleFactor: Si se ingresa 1.1, quiere decir que se va a ir reduciendo la imagen en 10%, con 1.3 se reducirá 30%, creando de esta manera una pirámide de imágenes. Si se asigna un número muy alto, se pierden algunas detecciones. Mientras que para valores muy pequeños como por ejemplo 1,01 (es decir reducir en un 1% la imagen), pueden incrementar los falsos positivos (que son detecciones presentadas como objetos u rostros, pero que en realidad no lo son). Esto es debido al tamaño que presenten los rostros en la imagen, unos pueden ocupar mayor o menor área que otros, por lo que para que se trate de detectar todos en sus distintos tamaños se aplica la pirámide de imágenes (figura 2).

MinNeighbors: Este parámetro especifica cuántos vecinos debe tener cada rectángulo candidato para retenerlo, o el número mínimo de cuadros delimitadores o vecinos que debe tener un rostro para que detectado como tal (figura 3).

MinSize: Este parámetro indica el tamaño mínimo posible del objeto. Objetos más pequeños son ignorados.

MaxSize: Este parámetro indica el tamaño máximo posible del objeto. Objetos más grandes son ignorados.



## III. MATERIALES Y MÉTODOS

En la identificación de rostros a través de fotografía la primera sección del algoritmo requiere de la librería openCv con las herramientas necesarias para manejar elementos gráficos, como imágenes y video, perteneciente al entorno de programación python, seguido de un llamado al pre-entrenador que previamente al igual que la imagen a analizar deberán estar almacenados en la misma carpeta, así se asignan a un nombre identificador. Las imágenes usadas fueron capturadas con la cámara de un dispositivo móvil de 16 Mega píxeles.



Ahora el procesamiento de imagen al pasar la imagen a escala de grises, se inicia con la estructura de los argumentos (con una escala de factor de 1.5 reduciéndola 50%, un mínimo de vecinos de 5, con áreas que radiquen dentro del mínimo de 30 por 30 hasta 200 por 200) que permiten identificar las características que debe tener un rostro para que se reconozca como tal. La segunda etapa está constituida en la primera sección por la declaración de biblioteca, el pre-entrenador y además de realizar comunicación con la cámara de 16 mega pixeles perteneciente a un dispositivo móvil para su apertura.

La segunda sección consta de la lectura de la cámara del dispositivo móvil conectado al equipo de cómputo, la presencia de solo dos argumentos (la escala a 1.3 y con un mínimo de 5 vecinos, en este caso no se le adjunto los parámetros faltantes ya que presentaba falsos positivos recurrentes) en la función que realiza las escalas, encuadrando los rostros encontrados en tiempo real con las coordenadas que realizan el barrido. Mostrando el video en tiempo real de salida.

#### IV. RESULTADOS

Para los resultados fueron trabajados con los mismos estudiantes del proyecto. Se logra percibir en un tiempo de unos cuantos segundos la detección del rostro. Considerando que puede aplicar en movimiento y en forma estática. El recuadro verde, señala la región del rostro (figura 4).

#### V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La implementación del sistema de reconocimiento facial creado en base del pre entrenador de la serie de algoritmos que ofrece OpenCV, este sistema primeramente empleado en fotografías resulto más complejo en cuestión de establecer los parámetros para que los rostros tuvieran los rasgos característicos necesarios, como área ocupada por los mismos, vecinos máximos y mínimos que determinan con base a la escala que se le haya otorgado los falsos positivos que podría presentar la fotografía analizada. En relación con el análisis en tiempo real los parámetros mencionados como distancia en relación del sujeto plasmado en la fotografía no fueron relevantes ya que acceder a la cámara del equipo se logra obtener un cuadro fijo en consideración con los acercamientos que presentaban algunas fotografías, parámetros como escala y vecinos próximos son suficientes para que el sistema no detecte la presencia de falsos positivos o no pueda analizar el área que las facciones faciales comprenden.

#### VI. CONCLUSIONES

El sistema desarrollado fue entrenado para lograr la detección de rostros en fotografías y tiempo real, aun cuando se presentan distintas condiciones en el entorno que se encuentra el usuario (s), como podría ser el cambio en el nivel de luz, si existe algún accesorio en el rostro a detectar, etc.

La metodología usada fue primero probar los algoritmos en fotografías y después adaptarlo para trabajar en tiempo real y así presentara un menor margen de error.

#### VII. RECONOCMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a la doctora Miroslava Cano Lara por permitirnos la oportunidad de participar y es un privilegio haber realizado estancia de verano.

#### VIII. REFERENCIAS

- [1] Solano, G. (2020, 21 enero). Detección de rostros. OMES. <https://omes-va.com/deteccion-de-rostros-con-haar-cascades-python-opencv/>
- [2] Paul Viola y Michael J. Jones. Detección de rostros robusta en tiempo real. Revista Internacional de Visión

por Computador, 57 (2): 137-154, 2004.

[3] Rainer Lienhart y Jochen Maydt. Un conjunto extendido de funciones similares a haar para la detección rápida de objetos. En procesamiento de imágenes. 2002. Actas. Conferencia Internacional sobre 2002, volumen 1, páginas I-900.

[4] Hong, K. (2014). OBJECT DETECTION: FACE DETECTION USING HAAR CASCADE CLASSIFIERS. BogoToBogo. [https://www.bogotobogo.com/python/OpenCV\\_Python/python\\_opencv3\\_Image\\_Object\\_Detection\\_Face\\_Detection\\_Haar\\_Cascade\\_Classifiers.php](https://www.bogotobogo.com/python/OpenCV_Python/python_opencv3_Image_Object_Detection_Face_Detection_Haar_Cascade_Classifiers.php)

[5] Tiwari, S. (2016). Reconocimiento facial con Python. Real Python. <https://realpython.com/face-recognition-with-python/>

[6] Bin Wang y Piotr Dudek. Un algoritmo de resta de fondo de autoajuste rápido. En Talleres de reconocimiento de patrones y visión por computadora (CVPRW), Conferencia IEEE 2014, páginas 401–404. IEEE, 201

# VIGILANCIA TECNOLÓGICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE INNOVACIONES EN EL MONITOREO Y ADQUISICIÓN DE VARIABLES EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE TEJAS DE BARRO

Juan Tomás Oliva Ramos  
 Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón  
 Ing. En Gestión Empresarial  
 Blvd. Del Valle # 2301. Guardarrayas C.P. 36413, Purísima del Rincón Gto  
*tomas.or@purisima.tecnm*

Carina Guadalupe Chagolla Barajas  
 Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón  
 Ing. En Gestión Empresarial  
 Blvd. Del Valle # 2301. Guardarrayas C.P. 36413, Purísima del Rincón Gto  
*LRS17110012@purisima.tecnm.mx*

Resumen — La vigilancia tecnológica nos permite conocer la dinámica en cuanto a invenciones, y en específico en cuanto a las empresas e inventores que actualmente están a la vanguardia en el desarrollo de tecnologías de monitoreo, así mismo se pudo observar los países donde más desarrollos se generan en cuanto a este rubro, por otro lado, también se pudo distinguir los principales atributos y elementos técnicos de estas invenciones.

Abstract — Technological surveillance allows us to know the dynamics in terms of inventions, and specifically with regard to the companies and inventors that are currently at the forefront in the development of monitoring technologies, it was also possible to observe the countries where the most developments are generated in this field, on the other hand, it was also possible to distinguish the main attributes and technical elements of these inventions.

Keywords — Technological surveillance, monitoring and acquisition of variables, clay tiles

## I. INTRODUCCIÓN

La vigilancia tecnológica es un proceso que requiere de una planeación y organización, se basa en seleccionar de manera permanente, información del exterior y al mismo tiempo de la misma organización ligada con aspectos técnicos y científicos, así mismo es necesario seleccionarla, analizarla, difundirla y comunicarla, con el objetivo de transformarla en conocimientos, que ayuden a tomar decisiones acertadas y tener la posibilidad de anticiparse a los posibles cambios que puedan generarse en un sector industrial.

El objetivo del proyecto que se presenta es identificar innovaciones y nuevas soluciones para el monitoreo y la adquisición de variables en una línea de producción de tejas de barro.

Desde hace más de 40 años, los procesos de producción de tejas de barro están integrados por una serie de operaciones donde la mano de obra es intensiva, sin embargo, desde hace poco más de 10 años las operaciones de este proceso se han modificado en gran medida, es decir, implementándose mejoras e innovaciones significativas, esto se ha dado gracias a la automatización de algunas operaciones. La automatización ha permitido incrementar y generar ventajas técnicas para este proceso. Para esto se realizó un proceso de vigilancia tecnológica a través de una búsqueda de información, referente a tecnologías de proceso, tendencias, normatividad y soluciones tecnológicas que permitieran distinguir las principales alternativas para brindar respuesta en el proceso de producción de tejas de barro.

## II. MARCO TEÓRICO

### Vigilancia Tecnológica

La vigilancia tecnológica es un proceso que requiere de una planeación y organización, se basa en seleccionar de manera permanente, información del exterior y al mismo tiempo de la misma organización ligada con aspectos técnicos y científicos, así mismo es necesario seleccionarla, analizarla, difundirla y comunicarla, con el objetivo de transformarla en conocimientos, que ayuden a tomar decisiones acertadas y tener la posibilidad de anticiparse a los posibles cambios que puedan generarse en un sector industrial.

### Línea de producción

Fuente: Sy Corvo, Helmut. (24 de julio de 2019). Línea de producción: características, organización, balance, ejemplo. Lifeder. Recuperado de <https://www.lifeder.com/linea-de-produccion/>.

Figura 1 Línea de producción



Fuente: Elaboración propia. Los procesos automatizados

### Monitoreo y Adquisición de variables en una línea de producción

Una línea de producción es un grupo de operaciones en secuencia instaladas en una fábrica, donde se ensamblan componentes para hacer un producto terminado, o donde se someten los materiales a un proceso de transformación para fabricar un producto final que sea apropiado para su consumo posterior.

El desarrollo tecnológico ha favorecido la implantación de sistemas que facilitan la producción. Entre ellos, podemos destacar la automatización industrial. En la mayoría de procesos productivos, existen fases en las que se realizan tareas repetitivas y monótonas. Unas faenas que pueden resultar tediosas para los trabajadores, pero que no presentan ninguna complicación para las máquinas.

Los sistemas de manufactura funcionan a través de una serie de operaciones, estas deben ser monitoreadas y controladas. Es pertinente resaltar que de manera convencional el factor humano influye directamente para el monitoreo de las variables que se generan en esas operaciones. Por otro lado, en nuestros días para diversos procesos continuos es posible monitorear y adquirir variables a través de alternativas innovadoras como son los

PLC ó s o bien a través de los microcontroladores y al mismo tiempo mediante una serie de sensores que están vinculados a los mismos sistemas.

Por otro lado, es pertinente resaltar la importancia que tienen las interfaces humano máquina (HMI), las cuales es posible ejecutar a través de una computadora personal o bien mediante pantallas gráficas. Las interfaces ayudan a representar y dar a conocer de forma idéntica la realidad de los procesos, esto permitirá que los colaboradores que se encuentren en una línea de producción establezcan una interrelación de los equipos físicos del mismo proceso con los equipos virtuales de las mismas interfaces de usuario. En las interfaces HMI se muestra de forma muy particular las variables monitoreadas y adquiridas, de tal forma que se pueda ir visualizando su comportamiento a lo largo de un periodo de tiempo.

Figura 4 Monitoreo y adquisición de variables en un proceso. Fuente: Elaboración propia.

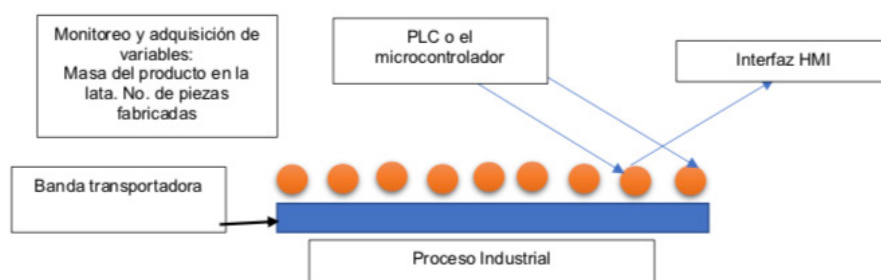


Diagrama de flujo del proceso de producción de tejas de barro

## REFERENCIAS

al, G. e. (2008).

Base de patentes. (s.f.). Obtenido de

[http://www.onapi.gov.do/images/pdf/Inventiones/Bases\\_datos\\_patentes.pdf](http://www.onapi.gov.do/images/pdf/Inventiones/Bases_datos_patentes.pdf) busto, d. (1991).

cubiertas. (14 de enero de 2016). Historia de la Teja y su Desarrollo Cronológico. Obtenido de <https://cubiertas.com.es/historia-la-teja-y-su-desarrollo-cronologico/>

Gallegos. (2005). propiedades del ladrillo.

Gómez. (2008).

Guerrero, J. A. (diciembre de 2020). Diseño de la automatización del proceso de producción de materiales de. Obtenido de file:///C:/Users/carín/OneDrive/Documentos/VERANO%20DE%20LA%20

LESCANO, J. B. (febrero de 2014). PROCESO PRODUCTIVO DE LOS LADRILLOS DE ARCILLA PRODUCIDOS EN LA REGIÓN PIURA. Obtenido de [https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/1755/ICI\\_199.pdf](https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/1755/ICI_199.pdf)

Martínez, A. M. (s.f.). Aprendizaje tecnológico e innovación. Obtenido de file:///C:/Users/carín/OneDrive/Documentos/VERANO%20DE%20LA%20CIENCIA%202021/2015ElcasodetejasElAguila.pdf

Propiedad Industrial e Intelectual en la Universidad de Granada. (s.f.). Obtenido de <https://otri.ugr.es/patent-blog/bases-de-datos-de-patentes-una-importante-fuente-de-informacion-tecnologica/>

Rhodes. (1990). propiedades de la arcilla. shaw. (2006).

# MANUFACTURA DE CNC POTENCIADO CON IA INDUSTRIAL

Daniel Capetillo Sanchez  
Instituto Tecnológico Superior De Purísima Del Rincón  
Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas. Purísima del Rincón, Gto.  
*dcapetillo89@gmail.com*

Juan De Anda Surez  
Instituto Tecnológico Superior De Purísima Del Rincón  
Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas. Purísima del Rincón, Gto.  
*juan.ds@purisima.tecnm.mx*

Resumen — Este proyecto se delimita a la realización del prototipo del CNC, a la programación de la raspberry para que en conjunto con la placa Arduino se pueda llevar a cabo el control de los motores a pasos. También se llegó a instalar los programas necesarios para obtener el código G desde una imagen JGP y con ella darles órdenes a los motores. En este documento se desglosará todos los pasos que se llevaron a cabo para poder realizar el prototipo y como se le instalaron los programas necesarios a la raspberry para el proyecto.

Palabras clave — CNC, Raspberry, Código G, Prototipo.

Abstract — This project is limited to the realization of the prototype of the CNC, to the programming of the raspberry so that together with the Arduino board, the control of the stepper motors can be carried out. The necessary programs were also installed to obtain the G code from a JGP image and with it give orders to the engines. This document will break down all the steps that were carried out to make the prototype and how the necessary programs were installed on the raspberry for the project.

Keywords — CNC, Raspberry, Code G, Prototipe.

## I. INTRODUCCIÓN

Mediante el presente proyecto se realizó el rediseño de la estructura mecánica de una cortadora de 3 ejes CNC con la ayuda de un programa tipo CAD (Diseño asistido por computadora) a través de las herramientas de boceto, de sólidos 3D y por último los planos. Este proyecto se realizó con el objetivo de tomarlo como base para nuestro de Tesis que posteriormente se continuara con la investigación para mejorarla, y se fundamentara en las herramientas del programa tipo CAD utilizado para su realización.

Si se desarrolla correctamente el modelado en 3 ejes de la cortadora CNC, entonces podrá ser implementado



como un prototipo a escala. La metodología utilizada para poder llevar la hipótesis a cabo fue la realización de los bocetos, una vez hechos estos bocetos se solidificarán a partir de ellos con la herramienta de extracción. al terminar el sólido se pasa a plano y para terminar se conjuntan las piezas en un ensamble tridimensional.

Nuestro proyecto podrá proporcionar a largo plazo y de ser pasado a físico con la implementación del control computarizado y un láser, ser aplicado como cortadora laser para pieles en empresas de dimensiones mucho mayores proporcionando ventajas como.

- Asistente de personal en el área de corte
- Reducción de tiempos en el proceso de corte

Con ello podremos ahórranos lo siguiente:

- Mayor productividad pues se podrán cortar más pieles por día en menor tiempo

Todo esto con un valor estimado de

- Suponiendo que trabajen 5 personas en el área de corte, pero la maquina requiere un operario, se reducen 4 personas a los cuales se les pagaba un aproximado de 1400 pesos a la semana, por lo tanto, será un ahorro estimado de 5600 pesos semanales.

## II. MARCO TEÓRICO

Definición de CNC:

El control numérico por computadora (o más comúnmente conocido como CNC) es un sistema que permite controlar en todo momento la posición de un elemento físico. Normalmente una herramienta, que está montada en una máquina.

Características:

Las cortadoras CNC funcionan con motores; y la única condicionante para poner en operación estas máquinas, es que todos los cortes que requieras hacer deben estar plasmados en vectores, mismos que puedes crear con softwares especializados.

Estos vectores se traducen a un sistema de códigos que son leídos por el CNC para comenzar a hacer los cortes. Los Routers CNC constan de un solo eje vertical que se desplaza por tres ejes (X, Y, Z) cualidad que ayuda a precisar los cortes y hacer diseños en tres dimensiones.

Impresión 3D:

La impresión 3D es un grupo de tecnologías de fabricación por adición capaz de crear un objeto tridimensional mediante la superposición de capas sucesivas de un determinado material. Un proceso por el que se crean objetos físicos a través de la colocación de un material en capas a partir de un modelo digital. Por lo tanto, se trata de un proceso en el que se crea un objeto físico en tres dimensiones a través de un objeto o modelos digital mediante una impresora 3D que puede usar diferentes tecnologías y materiales para ir superponiendo capas hasta crear una réplica perfecta.

Motor a pasos:

Un motor paso a paso es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de pulsos eléctricos en desplazamientos angulares, lo que significa que es capaz de girar una cantidad de grados (paso o medio paso) dependiendo de sus entradas de control.

### Raspberry Pi:

La Raspberry Pi es una serie de ordenadores de placa reducida, ordenadores de placa única u ordenadores de placa simple (SBC) de bajo coste desarrollado en el Reino Unido por la Raspberry Pi Foundation, con el objetivo de poner en manos de las personas de todo el mundo el poder de la informática y la creación digital. Si bien el modelo original buscaba la promoción de la enseñanza de informática en las escuelas, este acabó siendo más popular de lo que se esperaba, hasta incluso vendiéndose fuera del mercado objetivo para usos como robótica. No incluye periféricos (como teclado y ratón) o carcasa.

### Arduino UNO R3:

Esencialmente la placa Arduino Uno es una placa electrónica basada en el chip de Atmel ATmega328. Tiene 14 pines digitales de entrada / salida, es el Arduino Pinout de los cuales 6 los puede utilizar como salidas PWM, 6 entradas analógicas, un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP y un botón de reset. El software de la placa incluye un controlador USB que puede simular un ratón, un teclado y el puerto serie.

### Shield CNC:

La Arduino CNC Shield es una pequeña placa que permite controlar hasta 4 motores paso a paso fácilmente con tu Arduino gracias a su formato shield. Soporta 4 controladores de potencia Pololu A4988 o Pololu DRV8825 y dispone de todas las conexiones necesarias para conectar interruptores de final de carrera, salidas de relé y diversos sensores. Es totalmente compatible con el firmware de control GRBL y puede ser utilizada con cualquier modelo de Arduino, aunque se recomienda utilizar un modelo del tipo Arduino UNO o Arduino Leonardo.

## III. METODOLOGÍA

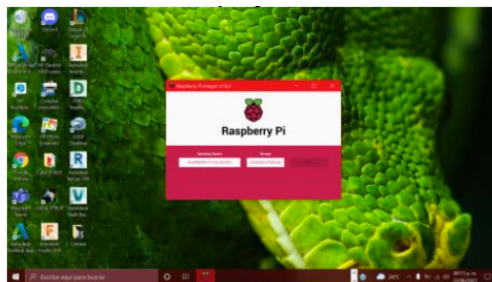
En primera instancia tenemos la placa raspberry e identificamos las partes importantes de la misma.

*Fig 1.- Placa raspberry*



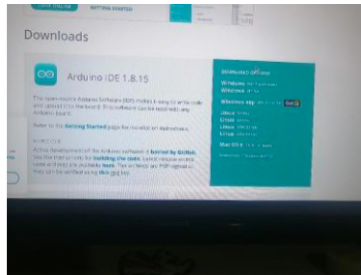
Con lo que procedemos a instalar el sistema operativo en la tarjeta con un programa especial, el sistema operativo se llama Raspbian.

*Fig 2.- Instalador del sistema operativo*



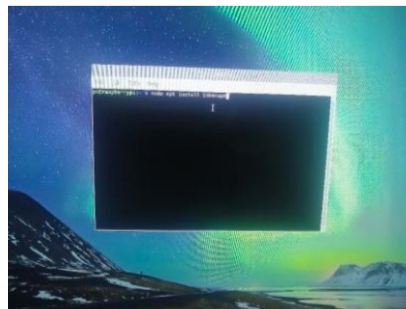
A continuación, se procedió a usar la raspberry e instalar la aplicación de Arduino para poder programar la placa de Arduino desde la Raspberry, para ello se requiere ir a la página de Arduino, descargar el programa para Linux ARM de 32 bits.

*Fig 3.- Pagina para descargar Arduino*



Con ello continuamos a instalar la aplicación de Inkscape para poder vectorizar las imágenes que usaremos para nuestra CNC.

*Fig 4.- Comando para instalar directamente inkscape*



Con ello procedemos con la descarga del programa UGS, que será el encargado de controlar los motores a pasos a través de la placa de Arduino.

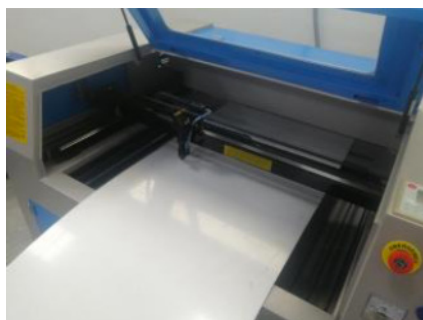
*Fig 5.- Descarga del programa UGS*



Al terminar de instalar los programas necesarios en la raspberry y comprobar que no presentan ningún fallo, se procedió a cortar las piezas para poder armar la estructura de la CNC, el material empleado fue acrílico, y se usó la cortadora laser para cortar el material en la forma requerida.

Se procedió a cortar el material de tal forma que cupiera bien en el área de trabajo de la cortadora laser, ya que la placa de material era muy grande para poderse trabajar de esa manera.

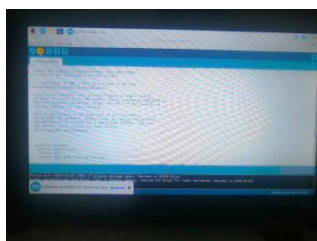
*Fig 6.- Acomodo de la placa para cortarla*



## RESULTADOS

Aquí mostrare los resultados obtenidos tanto en la raspberry como en el corte de la placa de acrílico que se usara en la elaboración del prototipo. A continuación, se mostrarán los resultados obtenidos en la raspberry al instalar los programas requeridos para el proyecto. Iniciamos con el programa de Arduino para controlar la placa de Arduino, ya que con ella manejaremos los motores a pasos de una mejor manera. Como se mostrará en la imagen siguiente, se le cargará a la placa de Arduino un programa especial para que pueda leer el código GRBL que se requerirá para manejar los motores a pasos.

*Fig 7.- Programa de Arduino desde la raspberry*



Después de varias horas de trabajo obtuvimos todos los cortes necesarios para poder hacer el prototipo, y sobre un poco de material si llegamos a necesitar hacer correcciones o adaptaciones al modelo.

*Fig 8.- Cortes y material sobrante*



## IV. CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que llegue después de realizar este proyecto son:

La gran importancia que está tomando la industria 4.0 en la actualidad, ya que esta tecnología está proporcionando grandes facilidades a las industrias de mejorar sus procesos de una manera muy eficiente a la hora de mejorar los tiempos de producción, además de que se pueden operar las máquinas de manera remota, no se necesita un operario de manera física en la planta y eso también representa una gran ventaja.

Además, también llegue a la conclusión de que es muy importante tener un conocimiento básico de informática para esta clase de proyectos ya que al usar la placa raspberry se necesita programar ciertos aspectos de esta y sin el conocimiento requerido esto se puede volver un gran problema que lleva su tiempo resolver.

## RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico De Purísima Del Rincón y al CONACyT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

## REFERENCIAS

- 3DNEWORLD. (11 de April de 2018). Que es la impresion 3D. Obtenido de Que es la impresion 3D: <https://3dneworld.com/que-es-la-impresion-3d/>
- Adeva, R. (03 de Marzo de 2021). adslzone. Obtenido de adslzone: <https://www.adslzone.net/reportajes/tecnologia/impresion-3d/>
- Brico Geek. (15 de Enero de 2020). Arduino CNC Shield v3. Obtenido de Arduino CNC Shield v3: <https://tienda.bricogeek.com/shields-arduino/837-arduino-cnc-shield-v3.html>
- Calderón, H. R. (2003). *Lecturas básicas de metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.
- De maquinas y herramientas. (28 de Diciembre de 2015). De maquinas y herramientas. Obtenido de De maquinas y herramientas: <https://www.demaquinasyherramientas.com/mecanizado/introduccion-a-la-tecnologia-cnc>
- De maquinas y herramientas. (24 de Octubre de 2016). Nueva Máquina de Corte Láser en Argentina. Obtenido de Nueva Máquina de Corte Láser en Argentina: <https://www.demaquinasyherramientas.com/novedades/lanzamiento-maquina-de-corte-laser>
- DescubrimientoArduino. (20 de Agosto de 2014). Arduino Uno, partes, componentes, para qué sirve y donde comprar. Obtenido de Arduino Uno, partes, componentes, para qué sirve y donde comprar: <https://descubrear-duino.com/arduino-uno/>
- Electronic components. (08 de Septiembre de 2020). MOTOR PASO A PASO – TIPOS Y EJEMPLOS DEL USO DE MOTORES PASO A PASO. Obtenido de MOTOR PASO A PASO – TIPOS Y EJEMPLOS DEL USO DE MOTORES PASO A PASO: <https://www.tme.eu/es/news/library-articles/page/41861/Motor-paso-a-paso-tipos-y-ejemplos-del-uso-de-motores-paso-a-paso/>
- FANUC. (25 de Agosto de 2017). FANUCAMERICA. Obtenido de FANUCAMERICA: <https://www.fanucamerica.com/mex/fanuc-mexico/cnc-products>
- García, G. (2017). *Formato de tesis ITESPR*. Purísima del Rincón: ITESPR.
- Interempresas. (27 de April de 2016). Innovación en corte por láser en el stand de Grupo Redima. Obtenido de Innovación en corte por láser en el stand de Grupo Redima: <https://www.interempresas.net/Deformacion-y-chapa/Articulos/155619-Innovacion-en-corte-por-laser-en-el-stand-de-Grupo-Redima.html>
- Neoteo. (15 de Febreo de 2018). Neoteo. Obtenido de Neoteo: <https://www.neoteo.com/simuladores-cnc-para-windows/>
- Rogiro Aceros. (16 de Julio de 2014). Industriasypresas. Obtenido de Industriasypresas: <http://industriasypresas.com.ar/node/2088>
- Sojo Monzón, V. (13 de Agosto de 2003). Normas de la American Psychological Asociation (A.P.A) para las citas y referencias bibliográficas. . Obtenido de Caracas: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Humanidades y Educación. : [https://docs.google.com/document/d/1Zh2gAfMnhb\\_xq\\_9ZYclzBmuzbHpwBJYjEDzvx-6vAdvo/edit?hl=es&pli=1](https://docs.google.com/document/d/1Zh2gAfMnhb_xq_9ZYclzBmuzbHpwBJYjEDzvx-6vAdvo/edit?hl=es&pli=1)
- TRUMPF. (10 de Enero de 2021). TruLaser Cell 7040. Obtenido de TruLaser Cell 7040: [https://www.trumpf.com/es\\_ES/productos/maquinas-sistemas/maquinas-de-corte-por-laser-3d/trulaser-cell-7040/](https://www.trumpf.com/es_ES/productos/maquinas-sistemas/maquinas-de-corte-por-laser-3d/trulaser-cell-7040/)
- Wikipedia. (05 de Julio de 2018). Raspberry. Obtenido de Raspberry: [https://es.wikipedia.org/wiki/Raspberry\\_Pi](https://es.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi)

# DESARROLLO DE UN MODELO BASADO EN MACHINE LEARNING PARA LA PREDICCIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN ACERO.

Fermín Abimael Rodríguez Campuzano  
Universidad Autónoma de Coahuila  
Carretera 57 Km 5, 25710 Monclova, Coah.

*ferminrodriguez@uadec.edu.mx*

Manuel García Yregoi, Ma. Gloria Rosales Sosa, R. Servín Castañeda  
Universidad Autónoma de Coahuila  
Carretera 57 Km 5, 25710 Monclova, Coah.

*manuel\_garcia@uadec.edu.mx*

Resumen — En esta investigación se entrenaron y validaron dos diferentes modelos, redes neuronales artificiales (RNA) y regresión logística (RLM) para predecir las propiedades mecánicas de un acero, el mejor modelo se evaluó con los datos de pruebas. En el entrenamiento de los modelos se utilizaron datos de la composición química y pruebas mecánicas experimentales. Se contó con una base de datos con 215 instancias con 16 atributos. El perceptrón multicapa con arquitectura [6, 10,5 3,1] con funciones de transferencia relu en capas ocultas y de salida y algoritmo entrenamiento adam de sklearn fue la que obtuvo tasas de efectividad de hasta 94.2%, mayor al 85% que se estableció como meta en la investigación.

Palabras clave —red neuronal, aceros.

Abstract - In this research, two different models, artificial neural networks (ANN) and logistic regression (RLM), were trained and validated to predict the mechanical properties of a steel, the best model was evaluated with the test data. In the training of the models, chemical composition data and experimental mechanical tests were used. There was a database with 215 instances with 16 attributes. The multilayer perceptron with architecture [6, 10,5 3,1] with relu transfer functions in hidden and output layers and the Adam de Sklearn training algorithm was the one that obtained effectiveness rates of up to 94.2%, higher than the 85% established. as an objective of the investigation.

Keywords: neural network, steels.



## I. INTRODUCCIÓN

El acero laminado en caliente es muy versátil, reciclable y amigable con el medio ambiente, es ampliamente utilizado en un gran número de aplicaciones como la industria automotriz, de construcción, maquinaria, electrodomésticos, etc. La confiabilidad en los materiales utilizados en las aplicaciones antes descritas está centrada básicamente en las propiedades mecánicas, por ello es importante predecir con gran precisión las pruebas mecánicas como: última tensión (TS), límite elástico (YS) y % elongación (EL) y dureza (HBN).

Las propiedades mecánicas del acero están relacionadas principalmente a la composición química y los parámetros del proceso de productivo de laminación en caliente [1] - [4]. En el proceso productivo existe una interacción de factores que dan como resultado un sistema complejo de no linealidad, y que son matemáticamente difícil de representar. [5], [6].

## II. MARCO TEÓRICO

La Modelación de sistemas no lineales mediante RNA, es la combinación de teoría y arte de construir modelos matemáticos de sistemas dinámicos basados en las observaciones reales de los parámetros de entradas o variables de control, las salidas o variables controladas y el ruido o perturbaciones [7]. Aunque muchos sistemas no lineales pueden ser linealizados al representarlos por medio de una ecuación diferencial o en diferencias, modelar sistemas no lineales con modelos lineales implica muchas aproximaciones que con frecuencia no reflejan suficientemente el comportamiento real del sistema no lineal. Por tanto, el obtener un buen modelo con una estructura que refleje la información real del sistema exige un incremento del costo debido a la necesidad de elaborar algoritmos avanzados que puedan manejar modelos con estructuras complejas. Los modelos pueden ser paramétricos, los cuales tienen la ventaja de estar dados por un conjunto pequeño de coeficientes; o bien, no paramétricos, como las redes neuronales, cuya ventaja es la de no estar restringidos a un cierto número (posiblemente pequeño) de descripciones posibles del modelo [8], el cual presenta información sobre la identificación de los sistemas.

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

### Equipo utilizado

Se utilizó una laptop marca Asus con Windows 10, Microsoft Office 395, lenguaje de programación Python y la librería Scikit-Learn en la cual se programó la red neuronal, además de realizar el preprocesamiento, partición, escalamiento, de los datos de entrada del modelo, para compilar y correr el modelo se utilizó la plataforma de Google colab.

### Descripción de los datos

Para entrenar la RNA se utilizó el 80% de datos, y 20% para probar el modelo. Los 215 registros se obtuvieron de hojas de registros de una empresa de la localidad. Para las pruebas mecánicas utilizan muestras cilíndricas de 88 mm × 15 mm en laboratorio. La probeta se ajusta al estándar de la norma ASTM A36-8. La tabla 1 y 2 muestra un análisis descriptivo de los datos, así como los valores máximos y mínimo de los componentes químicos del acero A572 gr 170.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de los datos del acero A 572 gr 170.

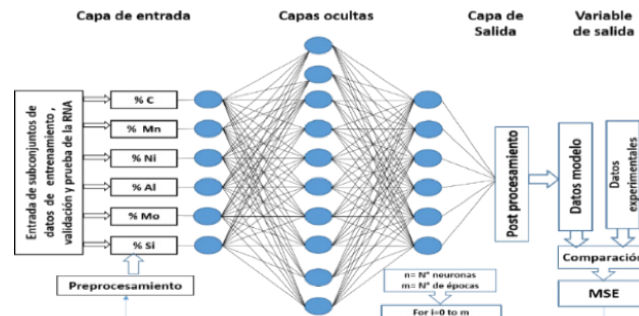
param.	%C	%Mn	%P	%S	%Si	%Cb	%Cr	%V	%Cu	%Ca	%Ni	%Mo	%N	DUREZA
count	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215	215
mean	0.23289302	1.269	0.0144	0.0054093	0.19	0.001967	0.0123721	0.0047	0.023721	0.00251023	0.0255814	0.00912093	0.00497617	303.95814
std	0.00867118	0.036	0.0072	0.00241508	0.06	0.006005	0.0142229	0.00649	0.015011	0.00053011	0.00782469	0.00369191	0.00173626	10.9639646
min	0.22	1.21	0	0.001	0.1	0	0	0	-0.01	0	0	0	0	286
max	0.254	1.55	0.1	0.013	0.27	0.08	0.05	0.057	0.11	0.004	0.05	0.015	0.008	321

Tabla 2 Composición química del acero a 572 Gr50 por norma y modificado.

A, Químico		C	Mn	P	S	Si	Cu	V	Ni	Cr	Ti	Mo
Modificado	Min%	0.20	1.00	0	0	0.15	0	0	0	0	0	0
	Max%	0.26	1.35	0.025	0.02	0.35	0.2	0.03	0.4	0.3	0.03	0.12
Norma	Min%	0	0.00	0	0	0.00	0	--	--	--	--	--
	Max%	0.23	1.35	0.040	0.05	0.35	0.2	--	--	--	--	--

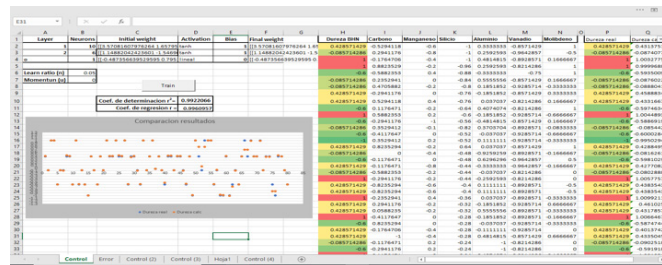
El dataset se particiono en tres conjuntos: entrenamiento, validación y pruebas. Los datos de entrenamiento fueron los mismos para cada una de las pruebas mecánicas, lo que cambio fueron los valores de prueba mecánica a predecir, es decir dureza, % elongación y resistencia a la tensión como se muestra en la tabla 1. El primer paso es la definición del modelo de red a entrenar, esto se realizo mediante la programación de módulos en Sckit-learn de Python. Una vez entrenado y probado el modelo se utilizaron nuevos datos para probar la eficacia del modelo. Los patrones de entrada al modelo de red fueron 6 correspondientes a %Carbón(C), %Silicio (Si), %Manganeso (Mn), %Aluminio (Al), %Vanadio(V) y %Molibdeno (Mb), que son los aleantes más significativos cuando se trata de determinar la dureza que adquiere un acero termotratado. De acuerdo con los trabajos publicados por Grange, C. Hiribal y Porter [9]. Por su marcada influencia en la dureza del acero, se decidió utilizar estos aleantes para el entrenamiento en la RNA, y solo cambiar los valores objetivos en el modelo. El modelo de red neuronal y el diagrama de flujo propuesto para este trabajo se muestra en la fig.1. Una vez entrenado el modelo de RNA, se contrasto los valores obtenidos del modelo y los experimentales para obtener la gráfica y calcular el coeficiente de correlación r. Se utilizaron los resultados experimentales del ensayo mecánico de Dureza Brinell (HBN) medidos en Mpa. como valores objetivos (targets) en la capa de salida.

Figura 1. Modelo de red y diagrama de flujo propuesto para este estudio.



#### IV. RESULTADOS

Figura 2. Pantalla de Excel donde se muestran los datos con los patrones de entada, objetivos y parámetros necesarios para ejecución del modelo ejecutado en Google colab.



La Figura 2. Muestra la gráfica obtenida de los valores obtenidos del entrenamiento de la red neuronal contra los valores de prueba, al momento de predecir los valores de prueba el coeficiente de correlación es del 22%, por lo que se tiene que realizar una validación cruzada para que le ayude a generalizar.

$R^2 = 0.9842$ . lo que equivale a  $R=0.982967$ , como lo demuestra también figura 3, la cual fue extraída de Excel. Lo que confirma que los seis elementos aleantes actúan de manera significativa en la dureza de un acero que se está estudiado. Hay que mencionar que los valores estimados y los reales, están aún escalados (normalizados) en el rango de -1 a 1, por lo que al realizar la desnormalización parcial de los datos reales vs los estimados por el modelo en Excel estos quedan como se muestra en la tabla 1:

Figura 3. Gráfica del coeficiente de regresión entre los valores reales y estimados



Tabla 1. Datos desnormalizados del proceso de entrenamiento de la RNA



Figura 4. Gráfica de error de entrenamiento de la RNA. Fuente:(García Y. 2019)

REALES	311	302	321	321	293	302	302	311	311
ESTIMADOS	311.0491	301.97	321.06	320.999	293.1137	301.967	301.95	311.53	311.08

La Figura 4 muestra el error de entrenamiento de la RNA. Se observa que el error va disminuyendo hasta alcanzar un error de estimación de 0,05, todo ello conforme se incrementan el número de épocas, es decir el número de veces que se entrenan el conjunto total de datos por la RNA.

## V. CONCLUSIONES

En este artículo se presentó una comparación de dos algoritmos del machine Learning una de redes neuronales artificiales y regresión logística aplicadas al dominio de la predicción de datos. Se utilizó un total de 215 registro con arquitectura [6,10,10,3,1], que la que mejor desempeño de las RNA, en cuanto a tiempo y calidad de respuesta. Los resultados muestran claramente que: De acuerdo con los resultados obtenidos por el modelo de red permite comprobar que las RNA son una excelente herramienta para la predicción de resultados, permitiendo con ello obtener un modelo en las condiciones y rangos trabajados en esta tesis.

En cuanto a los resultados obtenidos para el coeficiente de correlación lineal tenemos que para Dureza del ma-

terial de aporte es  $r = 0.974335938$  para el coeficiente de correlación de la dureza por lo que podemos concluir que la predicción por medio de redes neuronales es bastante aceptable relativamente. En los resultados reales y de salida de todas las propiedades mecánicas la diferencia entre ellos es prácticamente mínima. Con la aplicación de las redes neuronales, aunque no se puede suprimir por completo las pruebas mecánicas de laboratorio, sería una buena alternativa cuando se desea predecir de manera rápida alguno de los ensayos mecánicos, teniendo con esto un considerable ahorro en tiempo y el trabajo que implica, lo cual tendría como consecuencia un ahorro económico considerable.

## VII. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Dr. Manuel García Yregoi por su tiempo dedicado a este proyecto, por su tiempo invaluable que dedico como guía para la realización de esta investigación. A la Facultad de Metalurgia por permitirme el uso de sus instalaciones, así como a las distintas dependencias de gobierno que hacen posible los veranos de la ciencia sin olvidar la importante mención de la Dra. María Gloria Rosales Sosa que fue quien hizo posible mi participación en este verano de la ciencia.

## VIII. REFERENCIAS

- [1] T. Thankachan, K. S. Prakash, and M. Kamarthin, "Optimizing the tribological behavior of hybrid copper surface composites using statistical and machine learning techniques," *J. Tribol.*, vol. 140, no. 3, Jan. 2018, Art. no. 031610.
- [2] M. Beghini, L. Bertini, B. D. Monelli, C. Santus, and M. Bandini, "Experimental parameter sensitivity analysis of residual stresses induced by deep rolling on 7075-T6 aluminium alloy," *Surf. Coat. Technol.*, vol. 254, pp. 175–186, Sep. 2014.
- [3] C.-K. Cheng, J.-T. Tsai, T.-T. Lee, J.-H. Chou, and K.-S. Hwang, "Modeling and optimizing tensile strength and yield point on steel bar by artificial neural network with evolutionary algorithm," in *Proc. IEEE Int. Conf. Automat. Sci. Eng. (CASE)*, Gothenburg, Sweden, Aug. 2015, pp. 1562–1563.
- [4] Q. Zou, L. Chen, N. Xiong, S. Zou, and C. Wang, "Prediction and key computer programming of mechanical properties of hot rolled plate based on BP neural network," in *Proc. Int. Conf. Comput. Sci. Eng.*, Vancouver, BC, Canada, Aug. 2009, pp. 967–971.
- [5] H.-T. He and H.-M. Liu, "The research on integrated neural networks in rolling load prediction system for temper mill," in *Proc. Int. Conf. Mach. Learn. Cybern.*, Guangzhou, China, vol. 7, Aug. 2005, pp. 4089–4093.
- [6] Z.-H. Wang, D.-Y. Gong, X. Li, G.-T. Li, and D.-H. Zhang, "Prediction of bending force in the hot strip rolling process using artificial neural network and genetic algorithm (ANN-GA)," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 93, nos. 9–12, pp. 3325–3338, Dec. 2017
- [7] Alonso A., Sedano J. y Villar J. (2007). Identificación de sistemas no lineales mediante redes neuronales artificiales. *Técnica Industrial*, 2007, 267; p.46-53.
- [8] Ljung, L *System Identification - Theory for the User*, 2nd Edition, Prentice-Hall, Upper Saddle River, N J, 1999 ISBN 0-13-656695-2, 607 pages. Chinese edition 2002.
- [9] Bruce E. Segee, Michael D. (2000). *Artificial Neural Networks Using Microsoft Excel for Windows 95* Amos University of Maine.
- [10] Bishop. C. (1995) *Pattern Recognition and Neural Networks* (Oxford, U.K.: Oxford Univ. Press, 1995, 482 pp., ISBN 0 19 853849 9.)
- [11] B. Cheng and D. Titterington, (1994). "Neural networks: A review from a statistical perspective," *Statist. Sci.*, vol. 9, no. 1, pp. 2–54, 1994

# INTEGRACIÓN DE INDUSTRIA 4.0 A UN SISTEMA DE MANUFACTURA ESBELTA

Guersom Roberto Barrón  
Menchaca Universidad Politécnica de SLP  
*170997@upslp.edu.mx*

Luis Fernando Niño Luna  
Universidad Politécnica de San Luis Potosí  
*lfnino@upslp.edu.mx*

Resumen: Este documento presenta los resultados de una investigación documental sobre el tema: Integración de Industria 4.0. a un Sistema de Manufactura Esbelta; proponiendo que Industria 4.0 puede asumirse como un medio ambiente de elementos unitarios altamente tecnológicos factibles de incorporarse a sistemas integrados más complejos, validando esta propuesta por medio de un análisis de funciones y aplicabilidad de tecnologías frecuentemente relacionadas a Industria 4.0. en una metodología para implementar el sistema de manufactura esbelta.

Palabras clave: Industria 4.0, Sistema de Manufactura Esbelta, Pensamiento Sistémico, Metodología.

Abstract: This document presents the results of a documentary research on the topic: Integration of Industry 4.0. into Lean Manufacturing System; proposing that Industry 4.0 can be assumed as an environment of highly technological unitary elements that can be incorporated into more complex integrated systems, validating this proposal through an analysis of functions and applicability of technologies frequently related to Industry

4.0. in a methodology to implement the lean manufacturing system.

Keywords: Industry 4.0, Lean Manufacturing System, Systemic Thinking, Methodology.

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación, inicia de la observación de varias interpretaciones que se tienen del concepto de industria 4.0, en específico dos puntos de vista que se contraponen, ya que por un lado se propone a Industria 4.0 como un sistema integrado de manufactura y por otro, como diversas herramientas de alta tecnología o disruptivas, factibles de incorporarse como elementos unitarios de sistemas más complejos.



Se tiene como objetivo, encontrar elementos de Industria 4.0 susceptibles integrarse en una metodología de implementación del sistema de manufactura esbelta; para tomando este caso como ejemplo, inferir de manera preliminar con esta muestra pequeña que el paradigma de Industria 4.0 puede entenderse, no como sistema integrado, sino como un medio ambiente de alta tecnología cuyos elementos individuales pueden integrarse a sistemas más complejos para incrementar su rapidez, eficiencia y confiabilidad, a través de la actualización tecnológica tanto en su fase de implementación como en el logro de sus objetivos.

**MARCO TEÓRICO**

La aplicación de la filosofía Lean en la industria será más rápida y efectiva si se utiliza tecnología y habilitadores digitales de la industria 4.0 (Lean Manufacturing 4.0). Una fábrica o industria 4.0 será en esencia una fábrica lean, en que se utilizan aquellas tecnologías que sean útiles para digitalizar aquellos procesos industriales de Lean Manufacturing. Cada empresa es diferente, por lo que necesita configurar las herramientas digitales que necesite para su proceso [1].

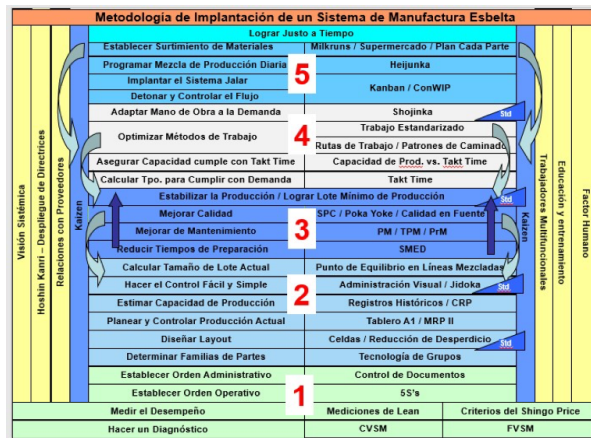
**SISTEMA DE MANUFACTURA ESBELTA (LMS - LEAN MANUFACTURING SYSTEM)**

El concepto de Manufactura Esbelta fue usado por vez primera por Womack y Jones en su libro “La máquina que cambió el mundo” [2]. Ellos describieron la filosofía de manufactura que Toyota siguió para desarrollar un sistema integral de producción, Manufactura Esbelta, fue practicado por Toyota bajo el nombre de Sistema de Producción Toyota (TPS por su acrónimo en inglés). El lean manufacturing tiene su origen en el sistema de producción Just in Time (JIT), que fue desarrollada en los años 50 por Toyota. Esta filosofía a través de los años se ha ido modificando y convirtiendo en el paradigma de los sistemas de mejora de la productividad asociada a la excelencia industrial [3].

Se puede decir que el Sistema de Manufactura Esbelta (LMS por su acrónimo en inglés) es esencialmente un sistema integrado de producción, el cual busca la eliminación de toda clase de desperdicio, estableciendo un flujo continuo a través de todo el proceso, reduciendo los tiempos de entrega y siendo lo suficientemente flexible para ser adaptado a los cambios del mercado con el apoyo de diversas metodologías de mejora [4].

La metodología diseñada por Niño y Bednarek [5] es una secuencia lógica de implantación de los elementos más comúnmente relacionados al LMS y se basó en 5 grandes fases: 1. Diagnóstico y Preparación, 2. Lanzamiento, 3. Estabilización, 4. Estandarización Y 5. Flujo. Cada una de éstas, se compone por etapas – objetivos (columna izquierda) y por herramientas o metodologías relacionadas para llevarlas a cabo (columna derecha)

Figura 1: Diseño Final de la Metodología para Implantar el Sistema de Manufactura Esbelta en Plantas Industriales Mexicanas Seleccionadas [4,5]





## INDUSTRIA 4.0

El concepto Industria 4.0, acuñado en el marco de la estrategia de alta tecnología del Gobierno federal Alemán, describe una producción industrial en la que todos los productos y máquinas están interconectados entre sí digitalmente. En el 2011, esa estrategia fue presentada en la Feria de Hannover, la feria industrial más importante de Alemania [6]. En Estados Unidos, el concepto de Industria 4.0 o Industrial Intelligence es llamado Smart Manufacturing o Industrial Internet [7].

Industria 4.0 es también conocida como la cuarta revolución industrial, es aquella nueva tendencia que integra a las personas y las máquinas controladas digitalmente con Internet de las cosas y la tecnología de la información. Esto implica toda la cadena de valor: los objetos que se producen o se utilizan en la fabricación siempre son identificables de manera única y se comunican de forma independiente entre sí. La información fluye vertical y horizontalmente desde los componentes individuales hasta la plataforma de TI de la empresa y viceversa. La información también fluye entre las máquinas que participan en la producción y el sistema de fabricación de la empresa. Se crearon los sistemas de producción inteligentes, que consisten en la unión de las tecnologías físicas y digitales y que normalmente incorporan las siguientes características: Conectividad, Análisis Instantáneo de Datos, Digitalización, Descentralización de la Toma de Decisiones, Modularización y Ciberseguridad [8].

A través del análisis de diversas fuentes [8,9,10,11] se han identificado tecnologías representativas frecuentemente relacionadas al medio ambiente de Industria 4.0. Algunas de estas herramientas propuestas son:

- Internet de las cosas.
- Cloud Computing.
- Realidad Aumentada.
- Realidad Virtual
- Big Data
- Business Intelligence
- Data Science
- Inteligencia Artificial
- Machine Learning
- Deep Learning
- Simulación
- Digital Twins
- Ciberseguridad
- Hardware de comunicación
- Interfases humano computadora
- Monitoreo en tiempo real
- Sistemas de Integración Horizontal y Vertical.
- Robótica y Cobots
- Manufactura Ubicua
- Fabricación Aditiva.
- Mantenimiento a Distancia
- Mantenimiento Predictivo
- Sensores
- Inspección Inteligente
- Medición por Láser (3D)
- Plataformas de Información – ERP

- RFID
- Vehículos Autónomos
- Drones
- Almacenes Inteligentes

### Conceptos de sistemas

Para entender el Sistema de Manufactura Esbelta, es importante revisar el concepto de Sistema; que según Ackoff, estructuralmente es un todo divisible pero visto funcionalmente es un todo indivisible [12], una definición más actual la proporciona la Norma internacional ISO 9000:2015, diciendo que es un conjunto de elementos interrelacionados o que interactúan [13], en su taxonomía Checkland propone que existen sistemas con propósito, que buscan el logro de uno o más objetivos a través de la interacción de los elementos que conforman el sistema [14].

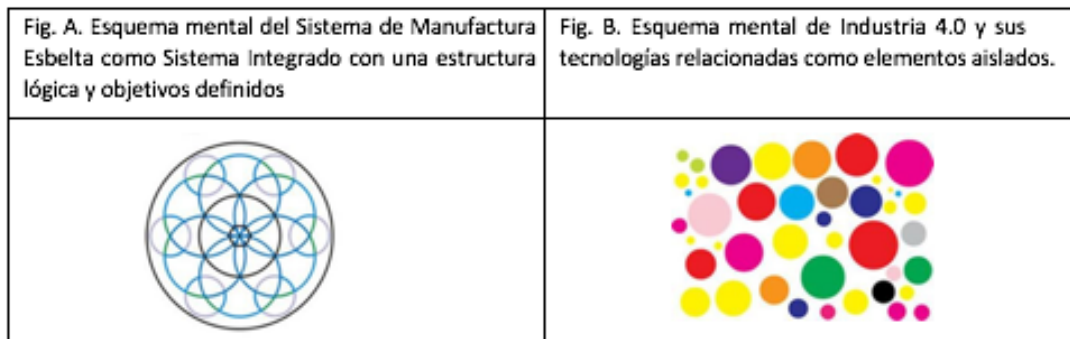
### MÉTODOS

**Objetivo:** Proponer diferentes elementos de industria 4.0 factibles de integrarse en etapas de desarrollo de la metodología para implementar un sistema de manufactura esbelta, lo cual demostrará que industria 4.0 es un ecosistema de herramientas tecnológicas disruptivas que como elementos unitarios pueden integrarse a sistemas integrados complejos para hacerlos más rápidos, eficientes y confiables, en la búsqueda de los objetivos globales del sistema y la generación de sus propiedades emergentes.

Para lograr lo anterior, se plantearon las siguientes preguntas de investigación ¿Cómo funciona el sistema de manufactura esbelta? ¿Cuáles son las etapas para su implementación? ¿Qué es Industria 4.0 y cuáles son sus elementos? ¿Es posible integrar los elementos de industria 4.0 en una metodología para implementar el sistema de Manufactura esbelta? ¿Existen ejemplos de aplicación de elementos de industria 4.0 que permitan validar su integración al sistema de manufactura esbelta? ¿Es posible que este comportamiento se repita de manera general en otros sistemas productivos?

**Hipótesis:** ¿Es posible integrar los elementos de industria 4.0 en una metodología para implementar el sistema de manufactura esbelta? Si la respuesta es sí, se probará que las tecnologías relacionadas a industria 4.0 se pueden clasificar como elementos o subsistemas susceptibles de incorporarse a sistemas integrados más complejos y con objetivos definidos.

*Fig. A. Esquema mental del Sistema de Manufactura Esbelta como Sistema Integrado con una estructura lógica y objetivos definidos Fig. B. Esquema mental de Industria 4.0 y sus tecnologías relacionadas como elementos aislados.*



Fuente: Elaboración Propia. Interpretación Gráfica de la Hipótesis Propuesta.

En la figura B, se representan los conceptos y tecnologías integradas al contexto de industria 4.0 como los círculos en colores, si algunos de éstos pueden insertarse en la figura A, que representa un sistema integrado y aportan valor al logro de sus objetivos, se considera que se puede probar esta hipótesis como verdadera. Es importante hacer notar que esta es una primera investigación documental y exploratoria que, a partir de esta muestra pequeña, sirva como base para futuras investigaciones, más específicas y de validación de la hipótesis propuesta. Para hacer un análisis sobre la factibilidad de integración de las tecnologías relacionadas a industria 4.0 a la Metodología para Implantar el Sistema de Manufactura Esbelta se investigaron los siguientes puntos:

1. Etapa – Objetivo LMS
2. Características de la herramienta LMS
3. Herramienta de Industria 4.0 propuesta
4. Características de la herramienta de Industria 4.0
5. Razón de uso de la herramienta

#### Ejemplo

1. Etapa – Objetivo en LMS: Establecer Orden Administrativo
2. Características de la Herramienta actual propuesta: Control de documentos. Aún se utiliza un control de documentos impresos, de manera manual, aunque muchas empresas recurren a software especializado de control a través de plataformas y hardware en sus propias instalaciones.
3. Herramienta de Industria 4.0 propuesta: Cloud computing: Nube privada.
4. Características de la herramienta de Industria 4.0: La computación en la nube utiliza una capa de red para conectar los dispositivos de punto periférico de los usuarios, como computadoras, smartphones y accesorios portátiles, a recursos centralizados en el data center. En la nube privada, está constituida de una sola organización con su propia nube de servidores y software para la utilización sin un punto de acceso público.
5. Razón de uso de la herramienta: El control de documentos requiere del uso de aplicaciones y datos compartidos entre diferentes ubicaciones y sistemas; con un incremento de capacidad y seguridad cada vez mayor, ofreciendo una gran reducción en el costo, el tiempo y la eficiencia.

## RESULTADOS

Después de la aplicación de la pasada metodología con diversas herramientas de Lean Manufacturing, se obtuvo la siguiente matriz.

Tecnologías Industria 4.0.

Tabla 1: Herramientas de la industria 4.0 aplicadas en herramientas Lean Manufacturing.

Herramientas Lean	Tecnologías Industria 4.0.								
	IA = Inteligencia Artificial, RA = Realidad Aumentada, RV = Realidad Virtual, IoT = Internet de las Cosas								
	Simulación.	Cloud Computing	Big Data	IA	Machine Learning	RA	RV	IoT	Ciberseguridad
SPC		X	X	X	X			X	
TPM/PM/PrM		X	X	X	X	X	X	X	
SMED	X				X	X	X	X	
MRP		X	X	X				X	X
5'S	X					X	X	X	
Trabajo estándar	X	X		X		X	X	X	
Rutas de trabajo	X	X		X		X	X	X	
Tecnologías de Grupos	X	X	X	X	X			X	
Control de documentos		X	X			X		X	X

Fuente: Elaboración propia

Se encontró que diversas tecnologías relacionadas a Industria 4.0 pueden ser incorporadas, complementarse o incluso sustituir a los elementos de la Metodología para Implantar Lean Manufacturing System, lo cual confirma como verdadera la hipótesis presentada para esta investigación y proporciona un nuevo argumento hacia la percepción de que industria 4.0 es un medio ambiente de diversas tecnologías que de manera unitaria pueden incorporarse a sistemas integrados más complejos, dándoles mayor agilidad, eficiencia y confiabilidad en la fabricación de productos o en la implementación de sí mismo.

Lamentablemente el tiempo reducido del verano de la ciencia no permitió investigar mas tecnologías disruptivas susceptibles de integrarse a las etapas – objetivo de LMS, ni se pudo lograr documentar una propuesta global de integración, pero lo logrado aporta un gran valor al entendimiento de la aplicación de Industria 4.0 en los sistemas integrados de producción actuales como el Sistema de Manufactura Esbelta.

Dado lo anterior y que este caso es una muestra muy pequeña, se debe continuar con una investigación más exhaustiva de los elementos para generar una propuesta global de integración, la aplicación de Industria 4.0 en otros sistemas integrados como Total Quality Management o Mantenimiento Productivo Total y la validación práctica y aplicada de lo expuesto en este trabajo con ejemplos en la industria, las cuales serán parte de las investigaciones futuras que de aquí se desprendan.

## CONCLUSIÓN

La manufactura esbelta es uno de los pilares fundamentales de la industria actual, pero el paradigma de la industria 4.0 es cada vez más importante también, por lo cual encontrar herramientas que sirven para que la industria 4.0 se integre a la metodología Lean es algo con mucha importancia. El evaluar cada herramienta enfocada en los procesos de producción y ver cómo aplicarla da una nueva perspectiva de la industria.

En ningún momento el resultado de este trabajo trata de negar el gran impacto positivo que ha tenido Industria 4.0 en las empresas actuales y mucho menos lo que vendrá a futuro, se trata de proveer un conocimiento de su naturaleza y de sus elementos tecnológicos para una aplicación certera y pertinente de éstos y de tener la visión clara para establecer estrategias de desarrollo tecnológico sin falsas expectativas, apegadas al alcance del paradigma de Industria 4.0.

Por lo anterior, es importante mencionar que si en este momento se encuentra alguna empresa trabajando con múltiples tecnologías de Industria 4.0 de manera estructurada o integrada y con objetivos claros de la aplicación de éstas a su proceso de negocio, entonces se podrá hablar de un sistema de producción Industria 4.0.

Si bien las nuevas tecnologías agilizan inmensamente la transmisión de datos y aportan una eficiencia, impensada hace algunas décadas, alrededor del intercambio de información en una fábrica, los principios Lean siguen siendo la base del concepto alrededor del cual se toman decisiones con el objetivo de reducir desperdicio en los procesos y generar valor. Los fabricantes han perseguido la mejora de sus procesos aplicando los principios del Justo a Tiempo, del Toyota Production System o Lean Manufacturing, durante décadas, solo que ahora tienen a su disposición sensores, datos y herramientas de análisis avanzadas para la resolución de problemas y la toma de decisiones estratégicas y operativas mucho más rápidas e informadas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Martínez, J., Álvarez, J & López, R. (2020). Lean Manufacturing en la industria 4.0. Septiembre 24, 2021, de Conecta Industria Sitio web: [https://www.conectaindustria.es/industria\\_40/001767/lean-manufacturing-en-la-industria-40](https://www.conectaindustria.es/industria_40/001767/lean-manufacturing-en-la-industria-40)
2. Womack J., Jones D.T., Roos D., La máquina que cambió el mundo, McGraw Hill, Madrid 1992

3. Hernández J. & Vizán, A. Lean manufacturing. Concepto, técnicas e implantación. España: Escuela de Organización Industrial. España 2013
4. Niño, L. & Bednarek, M., Metodología para implantar el sistema de manufactura esbelta en PyMES industriales mexicanas, Tesis Doctoral Orgmasz Institute, Polonia 2010.
5. Niño, L. & Bednarek, M.. (2010). Metodología para implantar el sistema de manufactura esbelta en PYMES industriales mexicanas. Septiembre 24, 2021, de Ide@s Concyteg 5(65) Sitio web: <https://xdocs.pub/doc/65042010-metodologia-implem-sist-manufac-esbelta-pymes-987j2zdp378z>
6. Deutsche Messe - Industry 4.0. (2014). Industria 4.0 en la Feria de Hannover. Septiembre 24, 2021, de deutschland.de Sitio web: <https://www.deutschland.de/es/topic/economia/globalizacion-comercio-mundial/industria-40-en-la-feria-de-hannover>
7. López, J. (2016). ¿Qué es la Industria 4.0?. Septiembre 24, 2021, de Factoría del Futuro Sitio web: <https://www.factoriadelfuturo.com/que-es-la-industria-4-0/>
8. Niño, L. & Tavares, R. (2017). Industria 4.0 y Tendencia de la Ingeniería Industrial. En Introducción a la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Vol. III Núm. 7 Ingeniería y Tecnología (págs. 269-272). México: 19 Verano de la Ciencia Región Centro.
9. Supply Chain Game Changer. (2017). The Industry 4.0 Ecosystem!. septiembre 24, 2021, de Mortson Enterprises Inc. Sitio web: <https://supplychaingamechanger.com/industry-4-0-ecosystem-infographic/>
10. Berger, R. & Hosseini, M.. (2015). What will the future look like under industry 4.0 and digital transformation in the healthcare space. Septiembre 24, 2021, de Roland Berger Strategy Consultants Sitio web: <https://docplayer.net/4029537-What-will-the-future-look-like-under-industry-4-0-and-digital-transformation-in-the-healthcare-space.html>
11. ICEMD Instituto de la Economía Digital, ESIC Business & Marketing School. (2017). ICEMD potencia su oferta formativa de tecnología para la Transformación Digital. septiembre 24, 2021, de IT User. Tech & Business Sitio web: <https://www.ituser.es/estrategias-digitales/2017/06/icemd-potencia-su-oferta-formativa-de-tecnologia-para-la-transformacion-digital>
12. Ackoff (1974) Redesigning the future: A systems approach to societal problems, J. Wiley & Sons, New York
13. ISO 9000:2015. Sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario
14. Checkland, P. & Scholes, J.. (1990). Soft Systems Methodology in Action. USA: Wiley.

## DISEÑO CONCEPTUAL DE PRÓTESIS BASADA EN MATERIALES COMPUESTOS POLIMÉRICOS

Mara Patricia Simeón Chávez

Instituto Tecnológico de Querétaro

Av. Tecnológico s/n, Centro, 76000 Santiago de Querétaro, Qro

*lmlmara25@gmail.com*

Juventino López Barroso

Instituto Tecnológico de Querétaro

Av. Tecnológico s/n, Centro, 76000 Santiago de Querétaro, Qro

*juventino.lb@queretaro.tecnm.mx*

Resumen — En este trabajo se presenta el diseño asistido por CAD/CAE/CAM de una prótesis transtibial. La herramienta de diseño SolidWorks se utilizó para el modelado 3D. La simulación de los materiales se llevó a cabo con el software ANSYS. A partir de los resultados de la simulación con elemento finito se seleccionó el material compuesto polimérico de mejor desempeño mecánico para la aplicación. Por otro lado, se propuso la manufactura aditiva para la construcción del modelo físico debido a sus ventajas como el tiempo de manufactura y costo. De esta manera, las personas que han sufrido amputaciones por problemas crónicos como enfermedades vasculares o por genética tendrían una opción accesible para mejorar su calidad de vida.

Palabras clave — Compuestos poliméricos, CAD/CAE/CAM, manufactura aditiva.

Abstract — This work presents the design of a transtibial prosthesis using CAD/CAE/CAM tools. The SolidWorks design tool was used for 3D modeling. Materials simulation was carried out using ANSYS software. From the finite element simulation results, the polymer composite material with the best mechanical performance for the application was selected. On the other hand, additive manufacturing was proposed for the construction of the physical model due to its advantages such as manufacturing time and cost. In this way, people who have suffered amputations due to chronic problems such as vascular diseases or genetics would have an accessible option to improve their quality of life.

Keywords — Polymer composites, CAD/CAE/CAM, additive manufacturing.



## I. INTRODUCCIÓN

La prótesis es un dispositivo diseñado para reemplazar una parte faltante del cuerpo o para hacer que una parte del cuerpo trabaje mejor. Los ojos, los brazos, las manos, las piernas o las articulaciones faltantes o enfermas comúnmente son reemplazados por dispositivos protésicos [1]. De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), en México viven alrededor de 780 mil personas amputadas, de las cuales únicamente el 10 por ciento cuenta con una prótesis [2]. Es importante buscar alternativas para la elaboración de prótesis, considerando todas las características, físicas, químicas, mecánicas y económicas [3].

Gracias al desarrollo de nuevos materiales se ha podido conseguir un avance en distintas áreas como la médica con el uso de las impresoras 3D y los materiales compuestos poliméricos que han revolucionado la creación de prótesis. Esto permite al paciente tener una mayor comodidad reduciendo el peso de los aparatos debido al uso de diferentes materiales compuestos en su fabricación [4,5].

Para el diseño de una prótesis transtibial se realizó en este trabajo mediante las herramientas de diseño e ingeniería asistidas por computadora, SolidWorks y Ansys. El grupo de estudio se enfocó a las medidas de un hombre diabético mexicano promedio en el rango de edad de 18 a 65 años, debido a su ocurrencia 2:1 en comparación con el sexo femenino [3]. Este trabajo busca una alternativa funcional con materiales de menor costo y cómodos como en las prótesis existentes. De esta manera se reduce el dolor y necesidad de atención e impacto psicológico que favorece a una vida plena e independiente [2].

## II. MARCO TEÓRICO

### Materiales compuestos

Los materiales compuestos son aquellas combinaciones de dos o más elementos, naturales o artificiales, que permiten conseguir unas propiedades que no se pueden obtener con los materiales originales [6].

Los materiales compuestos de matriz polimérica se caracterizan por poseer propiedades mecánicas, resistentes a la corrosión. Su matriz está compuesta por un polímero y el refuerzo es algún tipo de fibra, ya sea sintética o inorgánica [7].

En las prótesis transtibiales los materiales requieren alta resistencia mecánica, a la fatiga y corrosión, además de baja densidad y mínimo mantenimiento. Algunos ejemplos de estos son el polipropileno, polietileno, fibra de carbono, poliestirenos de alto impacto, acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS), entre algunos más. Un polímero es una cadena de unidades de repetición o monómeros que se unen y repiten formando una macromolécula o polímero. Existen varias clases de polímeros como los plásticos, hules y fibras [8].

### Prótesis

Una prótesis se define como una pieza o aparato artificial que sustituye una parte, pieza, órgano o miembro del cuerpo humano que no exista por agenesia o pérdida por amputación, sin perder las funciones naturales. Su uso proviene de las amputaciones existentes por las guerras. [9]

Una endoprótesis es aquella que se encuentra rodeada de tejido corporal, precisa de procedimientos quirúrgicos para su colocación [10].

### CAD/CAE/CAM

CAD por sus siglas en inglés Computer Aided Design significa Diseño Asistido por Computadora, es una herramienta para el diseño de piezas mecánicas. Estos sistemas de diseño se utilizan para generar modelos de un determinado producto. Permite manipular características como el tamaño, contorno y la forma de cada componente, con el fin de modificar las ideas de diseño con mayor facilidad para así simular el funcionamiento del producto [11]. CAE significa Ingeniería Asistida por Computadora, también conocida como Computer Aided Engineering, es una herramienta para asistir las decisiones en ingeniería para el desarrollo y optimización de

productos [12]. Se pueden realizar diferentes análisis como estáticos, dinámicos, electromagnéticos y acústicos [13]. Por otro lado, CAM por sus siglas Computer Aided Manufacturing, significa manufactura asistida por computadora y consiste en el uso de aplicaciones de software de control numérico con el objetivo de crear instrucciones detalladas que impulsen las máquinas-herramienta de control numérico por ordenador (CNC) para las piezas de fabricación [14].

#### Manufactura aditiva (Impresión 3D)

La fabricación aditiva (también conocida como impresión 3D) consiste en la fabricación de piezas a partir de un modelo 3D, sin necesidad de moldes ni utillajes de ningún tipo, mediante la deposición de capas de material polimérico o metálico y su posterior consolidación, que puede realizarse mediante sinterizado láser, curado por luz ultravioleta o adición de un aglomerante, dependiendo de la tecnología [15]. Además de la disminución de desperdicio y costos haciendo más asequible el producto [16]. Estudios recientes señalan que la impresión 3D es una excelente opción de manufactura de prótesis con excelente desempeño y comodidad [17].

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

El grupo de trabajo seleccionado fueron hombres de 18 a 65 años con una estatura y peso promedio, con amputaciones transtibiales causadas por enfermedades vasculares como diabetes de acuerdo con las referencias revisadas. De esta forma se determinaron las medidas y requerimientos anatómicos necesarios para el prototipo. En la Figura 1 se muestra la metodología utilizada en el trabajo.

Figura 1. Metodología para la realización del proyecto

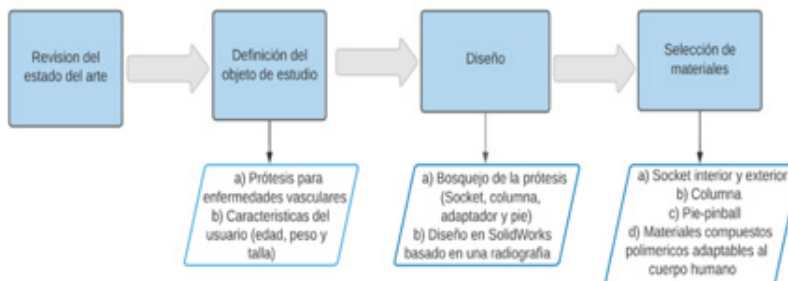


Tabla 1. Materiales implementados en el diseño de la prótesis

Material	Esfuerzo de cedencia (MPa)	Módulo de Young (MPa)	Densidad (kg/mm <sup>3</sup> )	Coefficiente de Poisson	Ref.
Polycarbonato	103	3240	1.18x10 <sup>-6</sup>	0.31	[16]
ABS (30% fibra de vidrio)	92.47	7513	1.29x10 <sup>-6</sup>	0.3795	[17]
ABS (10% fibra de carbono)	74.24	6512	1.095x10 <sup>-6</sup>	0.3651	[17]
Espuma de Estireno Acrilonitrilo	83	85	1.03x10 <sup>-7</sup>	0.3	[16,17]

Para llevar a cabo el diseño de la prótesis se realizaron bosquejos de cada parte a mano alzada. Con la finalidad de realizar el prototipo de una prótesis transtibial basada en materiales compuestos poliméricos, se realizó un bosquejo de la prótesis (Figura 2a). El diseño en SolidWorks involucró para el interior del socket un material confortable al muñón de una capacidad de deformación alta. Se consideró una espuma polimérica, que se ocupa usualmente en prótesis de este tipo. Así también los componentes rígidos socket exterior, la columna y el pie con su adaptador de la prótesis fueron modelados en SolidWorks. En el caso del pie, el diseño se asistió de una radiografía y mediante un análisis de optimización topológica en ANSYS, este diseño se modificó para un mejor desempeño.

Para la simulación del prototipo se utilizó el análisis estático estructural y se cambiaron los componentes rígidos de acuerdo con la Tabla 1, se mantuvo la espuma en el interior del socket para los tres análisis. Después del diseño y Simulación de Elemento Finito (SEF) del prototipo, se realizó la selección de materiales de acuerdo a las necesidades mecánicas como resistencia, flexibilidad, densidad, y compatibilidad. La SEF evidenció el desempeño mecánico de cada uno de los materiales. Finalmente, los archivos se guardaron en extensión. stl para la impresión 3D.

#### IV. RESULTADOS

Los resultados de las simulaciones de la prótesis transtibial realizadas se muestran en la Tabla 2. El estudio se llevó a cabo cambiando los tres materiales utilizados en los componentes rígidos. Estas simulaciones involucraron el análisis de la deformación total, el esfuerzo de von Mises y el factor de seguridad mencionado. En la figura 2 se observa la secuencia de trabajo utilizada con las herramientas CAD/CAE/CAM. La figura 2a muestra el dibujo a mano alzada que fue la base para la construcción en SolidWorks del modelo 3D. En la figura 2c se observa el resultado del factor de seguridad de la FES del material compuesto reforzado con fibra de carbono.

Tabla 2. Resultados del análisis estático estructural para los materiales poliméricos

	Esfuerzo equivalente (von Mises, MPa)			Deformación (mm)			Factor de seguridad		
	Máx	Min	Prom.	Máx	Min	Prom.	Máx	Min	Prom.
Policarbonato	16.51	5.03x10 <sup>-8</sup>	0.33	1.39	0	0.69	15	6.2	14.9
ABS (30% Fibra de vidrio)	16.77	4.9x10 <sup>-8</sup>	0.33	0.57	0	0.29	15	5.51	14.9
ABS (10% Fibra de carbono)	17.77	5.4x10 <sup>-8</sup>	0.53	3.39	0	1.4	15	4.17	14.96

#### V. DISCUSIÓN

Para la construcción de modelado 3D se realizó un bosquejo como un punto de partida para la concepción en la herramienta de CAD, plasmando los puntos necesarios para la construcción del prototipo.

Gracias a que herramienta CAD permite elaborar piezas editables según las necesidades del usuario lo cual es una ventaja ya que evita el desperdicio de material. Además, en esta herramienta es posible construir a partir de una imagen el modelo como lo que se realizó en este trabajo que partió de una radiografía.

Según con los resultados del funcionamiento mecánico de las simulaciones el material compuesto con base en fibra de carbono exhibió la más grande deformación comparativamente del material compuesto reforzado con fibra de vidrio y el policarbonato. Por lo cual en la situación del material reforzado con fibra de carbono se observa que la deformación registrada podría tener relación con una más grande habituación mecánica a la aplicación sin perder el nivel de componente de estabilidad como observamos en los demás materiales. Es decir, el material

compuesto con la fibra de carbono centra una baja concentración de refuerzo y un manejo mecánico semejante a la composición de una sola etapa (policarbonato) y a la de un elevado volumen de refuerzo (ABS +30% de fibra).

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para diseñar una prótesis transtibial, en este proyecto se propuso el manejo de las herramientas CAD/CAE/CAM. Lo que permite el desarrollo de un prototipo práctico, asequible y estético para las personas que lo necesiten. Se consigue un ahorro de material en comparación con otros métodos de manufactura, así mismo se optimiza el tiempo de manufactura sin perjudicar la calidad adecuada para la aplicación.

Por lo que se recomienda analizar con más detalle la geometría y proponer un diseño que incremente el desempeño obtenido.

## VII. RECONOCIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento al Tecnológico Nacional de México campus Querétaro y al 23° Verano de la Ciencia Región Centro por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano de la ciencia.

## REFERENCIAS

- [1] Prótesis. MedlinePlus. Recuperado 23 de octubre de 2021, de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002286.htm>
- [2] Es noticia hoy, «Es noticia hoy,» 2018. [En línea]. Disponible en: <http://esnoticiahoy.com/2019/09/30/mexico-un-pais-con-muchos-amputados-pero-poco-conocimiento-en-protesis/>. [Último acceso: 11 agosto 2021].
- [3] E. Vela, Los amputados y su rehabilitación, D.F. Intersistemas S.A. de C.V., 2016
- [4] L. Chacón, «Manufactura,» 10 Octubre 2014. [En línea]. Disponible: <https://manufactura.mx/industria/2014/10/10/inicia-la-era-de-protesis-de-polimeros-biomedicos>. [Último acceso: 11 agosto 2021].
- [5] J. Luna, «Canales sectoriales,» 26 Junio 2018. [En línea]. Disponible: <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/220050-Polimeros-en-medicina-aplicaciones-actuales-y-tendencias-futuras.html>. [Último acceso: 11 Agosto 2021]
- [6] B. (2021, 29 junio). Materiales compuestos: tipos, ejemplos y usos. PerezCamps. <https://perezcamps.com/es/materiales-compuestos/>
- [7] A. B. Dietrich, Materiales compuestos. Procesos de fabricación en embarcaciones, Catalunya: Edicions UPC, 2005.
- [8] F. Stupenengo, Materiales y materias primas, Buenos Aires: Instituto Nacional de Educación y tecnología, 2011.
- [9] K. G. y S. Pelozo, «Monografía y auditoria médica,» 2017. [En línea]. Disponible: <https://www.auditoria-medica.com>. [Último acceso: 12 de agosto 2021].
- [10] H. D. SE, «Harmonic Drive SE,» 01 Junio 2016. [En línea]. [Último acceso: 12 agosto 2021]
- [11] Autodesk, «Autodesk,» 2020. [En línea]. Disponible: <https://www.autodesk.mx/solutions/cad-design>. [Último acceso: 12 Agosto 2021].
- [12] Pakhaliuk, V., Polyakov, A., Kalinin, M., & Kramar, V. (2015). Improving the Finite Element Simulation of Wear of Total Hip Prosthesis' Spherical Joint with the Polymeric Component. *Procedia Engineering*, 100, 539–548. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.01.401>
- [13] Blog ESSS simulating the future, «ESSS,» 08 Agosto 2014. [En línea]. Disponible: <https://www.esss.co/es/blog/ingenieria-asistida-por-computadora-que-es-y-como-funciona/>. [Último acceso: 13 Julio 2021].
- [14] M. Sinc, «Mecasinc,» 2019. [En línea]. Disponible: <https://www.mecanizadossinc.com/cad-cam-mecaniza->

do/. [Último acceso: 12 agosto 2021].

[15] User, S. (s. f.). Fabricación aditiva (impresión 3D) - Prodintec. PRONTEC. Recuperado 23 de octubre de 2021, de <http://www.prodintec.es/es/nuestra-actividad/fabricacion-avanzada/fabricacion-aditiva-impresion-3d>

[16] G. G. Blázquez, Proyecto de diseño de una prótesis a partir de fabricación aditiva (impresión 3d), Catalunya: Escuela Superior de Ingenierías Industrial, Aeroespacial y Audiovisual de Terrassa, 2019.

[17] Sabyrov, N., Sotsial, Z., Abilgazyev, A., Adair, D., & Ali, M. H. (2021). Design of a flexible neck orthosis on Fused Deposition Modeling printer for rehabilitation on regular usage. *Procedia Computer Science*, 179, 63–71. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.12.009>

## PROTOTIPO DE UN MONITOR GESTACIONAL

Jasiel Garcia Serrano

Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón

Blvd. del Valle 2301. Guardarrayas C.P.36425 ,Purísima del rincón, Gto.

*lrs17110151@purisima.tecnm.mx*

Diego Eduardo Morales Lopez

Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón

Blvd. del Valle 2301. Guardarrayas C.P.36425 ,Purísima del rincón, Gto.

*diego.ml@purisima.tecnm.mx*

Resumen — Una amenaza de aborto es la presencia de hemorragia de origen intrauterino antes de la vigésima semana completa de gestación, con o sin contracciones uterinas, sin dilatación cervical y sin expulsión de los productos de la concepción. Los síntomas abarcan amenorrea secundaria, presencia de vitalidad fetal y cólicos abdominales con o sin sangrado vaginal entre otros [3]. En este trabajo se presenta el desarrollo de un monitor gestacional en una aplicación móvil, con el objetivo de llevar monitorear los síntomas de amenaza de aborto, se detectó mediante el módulo bluetooth diferentes señales con los sensores. Estas señales son vinculadas dentro de la aplicación móvil las cuales son graficadas en tiempo real y terminando el monitoreo son subidas a la nube con el fin de ser compartidas a un especialista para ser analizadas para evaluar estos factores en sus pacientes y tomar una decisión médica.

Palabras clave — Monitor gestacional, Aborto espontaneo, Aplicación móvil.

Abstract — A threatened abortion is the presence of intrauterine bleeding before the 20th complete week of gestation, with or without uterine contractions, without cervical dilation and without expulsion of the products of conception. Symptoms include secondary amenorrhea, presence of fetal vitality, and abdominal cramps with or without vaginal bleeding, among others [3]. In this work, the development of a gestational monitor in a mobile application is presented, in order to monitor the symptoms of threatened abortion, different signals with the sensors were detected through the Bluetooth module. These signals are linked within the mobile application which are graphed in real time and, upon completion of the monitoring, they are uploaded to the cloud in order to be shared with a specialist to be analyzed to evaluate these factors in their patients and make a medical decision.

Keywords — Gestational monitor, Miscarriage, Mobile application..



## I. INTRODUCCIÓN

La reproducción es una actividad natural instintiva como se puede ver en las especies animales, la reproducción humana es algo continuo con diferentes propósitos como dejar un legado en este mundo cuando ya no estemos aquí, o el simple hecho de querer tener un hijo y compartir momentos. El embarazo es consecuencia de la reproducción por lo que es algo natural y frecuente en la sociedad, pero este proceso puede tener complicación que llegan a terminar este proceso de manera no satisfactoria terminando con la vida de uno de los dos o a veces de ambos.

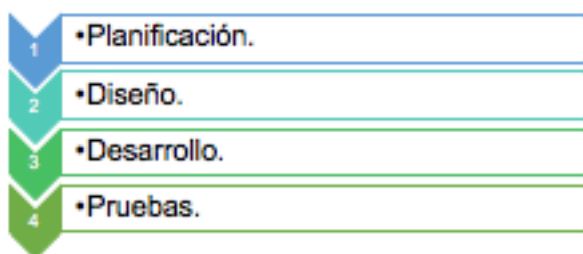
Una de las complicaciones en el embarazo es el aborto espontáneo que es la pérdida involuntaria del embarazo antes de que el feto sea viable. las pacientes con aborto espontáneo temprano pueden presentar algunos síntomas como el sangrado transvaginal, cólicos abdominales o bien estar asintomáticas. [1]Existen muchas complicaciones que con llevan este estado de salud como el intenso dolor ligeramente mayor que la menstruación combinada de factores como temor y ansiedad algunas pacientes pueden tener sentimiento de culpa [1].

Sobre la terapia de la amenaza de aborto, ha sido tratado bajo diferentes puntos de vista, y no podía ser de otro modo, dadas las numerosas interpretaciones que a su patogénesis se le han dado. Los conocimientos al respecto son ya muy claros y ampliamente difundidos, hasta entre los que, apartados de la investigación experimental, se limitan al ejercicio general de la profesión. No es de sorprender, por lo tanto, el hecho de que se hayan propuesto tantos y tan variados métodos terapéuticos; y sean muy numerosos los medicamentos ensayados [2].

La base principal para el manejo del aborto es su diagnóstico. Desde hace 20 años se dispone de tecnología que facilita el diagnóstico temprano del embarazo lo que ha permitido avances en el manejo de la amenaza del aborto y del aborto espontáneo y en los cuidados prenatales [2].

Teniendo un diagnóstico temprano de amenaza de aborto no garantiza la salud del embarazo, pero si es una gran ventaja para poder tener más oportunidad de solucionar esta complicación, por medio de terapia o un análisis médico profesional que pueda decidir con un tratamiento a seguir [1-2]. Previamente se desarrolló un dispositivo electrónico el cual es colocado en el vientre del paciente gestante este dispositivo obtiene datos como el pulso cardíaco, la actividad de movimiento muscular en el abdomen, y la temperatura corporal, el objetivo de este proyecto es realizar una conexión con este dispositivo para poder visualizar los datos de estos sensores a través de una aplicación móvil, con diferentes funcionalidades como visualizar los datos en tiempo real, guardar los datos del análisis en la nube y compartir estos datos con un especialista que interpretara estos datos convirtiéndolos en información que ellos les será de utilidad para su análisis médico.

Fig. 1. Metodología utilizada.

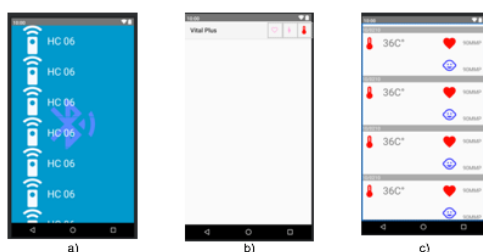


## II. METODOLOGÍA

En el presente trabajo se utilizó la metodología de la figura 1 para el desarrollo de la aplicación móvil esta metodología consta de 4 etapas.

- a) Planificación, Se desarrollaron las historias de usuario que son los requerimientos del sistema como tal y también se desarrollaron las tareas que son las actividades que se necesitan realizar para alcanzar dichas historias. Con la información recaudada sobre el aborto espontaneo o amenaza aborto se definieron los requerimientos del sistema teniendo en cuenta también el dispositivo electrónico que cuenta con los sensores previamente ya desarrollado.
- b) Diseño, en esta etapa se desarrollarlo el diseño de las diferentes interfaces, la primera interfaz desarrollada como en la fase de planificación se observa es la conexión bluetooth, que se muestra en la figura 2 la cual muestra un listado de los dispositivos vinculados, el usuario debe seleccionar el modulo bluetooth de nuestro dispositivo electrónico para realizar la conexión.

Fig. 2. a) Conexión bluetooth, b) Monitor c) Historial de datos.



La interfaz del monitor en general fue desarrollada en Código java con la utilización de un lienzo e hilos programados para pintar el valor recibido de los sensores, para la manipulación de estos datos se utilizó una serie de botones que se muestran en la figura 2.

Por último, el histórico de los datos que provienen de la base de datos donde es almacenada en una lista que alimenta al recyclerview donde podemos observar en la figura 2 que muestra la fecha de realización de la prueba, la temperatura, pulsaciones y movimientos detectados.

c) Etapa de desarrollo, el proyecto se desarrolló en el lenguaje java con el IDE Android Studio para la plataforma móvil del sistema operativo Android, el almacenamiento de información se realizó a través de la plataforma de base de datos no relacional Firebase ya que ofrece un plan gratuito para probar aplicaciones con baja actividad. La conexión bluetooth es una conexión de radio frecuencias que esta implementada en la mayoría de los dispositivos móviles actuales, se usara esta tecnología para realizar la conexión con un módulo bluetooth que es un dispositivo electrónico que nos ayudara hacer el enlace con nuestro prototipo electrónico.

Una vez teniendo los datos del vínculo se realiza un socket para iniciar la conexión, iniciando la conexión al igual se inicia un hilo donde se podrá recibir la información enviada desde el módulo bluetooth a través de un buffer, también se desarrolló un método para la salida de información y poder enviar datos como caracteres que el dispositivo electrónico desde el módulo bluetooth pueda recibir y actuar con sus sensores ya programados desde Arduino. Para actuar los sensores con el envió de caracteres se programaron los botones de cada sensor que se visualizan en la barra de herramientas del monitor.

Realizado la entrada y salida de datos podemos pasar al siguiente parte que fue graficar los datos de entrada, a través de un lienzo y hilos que iban generando líneas con los datos y en relación con el tiempo. La detección de pulso fue desarrollada en base a un cambio significativo del valor anterior con la entrada actual, al igual con la

detección de movimiento del sensor de tono muscular. La entrada de los datos de temperatura no fue graficada solamente se actualizan en una caja de texto que también se encarga de mostrar los pulso o movimientos, de lo que muestra depende del sensor del cual se está usando.

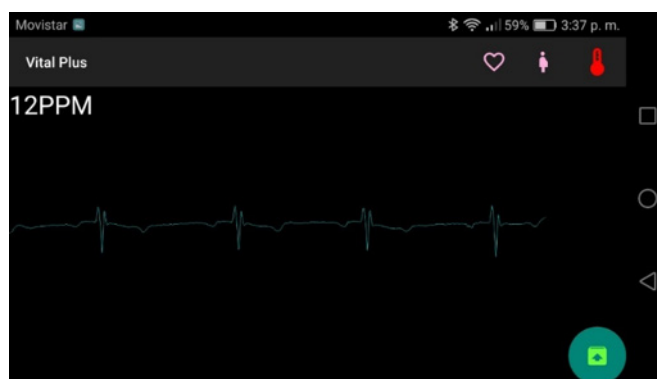
Una vez terminado la prueba con los sensores, se enviarán a la base de datos de Firebase para ser almacenados y poder visualizarlos posteriormente en nuestro módulo de historial.

d) Pruebas, la última etapa de nuestro proyecto es probar las funcionalidades y asegurarnos de que haga los procesos de manera correcta y evitar errores o problemas futuros. Para esto se realizaron diferentes casos de prueba.

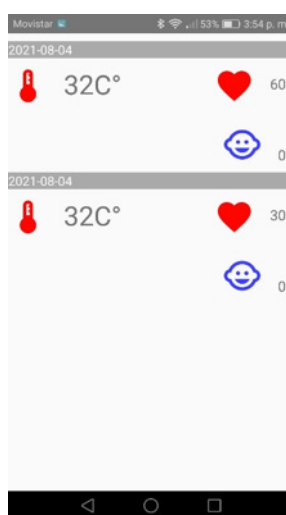
### III. RESULTADOS

Al finalizar la última etapa de pruebas y recodificar de los errores que se encontraron, el monitor gestacional funciona de manera satisfactoria siendo capaz de enviar y recibir información a través de las señales bluetooth. Las señales enviadas cambian la alimentación de los sensores, así como la impresión de estos a través del puerto serial como se esperaba en un principio. Las señales recibidas son graficadas dependiendo del sensor seleccionado, así como la detección del pulso y conteo de este (Ver figura 3). El almacenamiento en la nube fue exitoso, enviando los datos obtenidos del monitor y almacenándolos en un historial donde se podrán visualizar con la fecha cuando se inició el monitoreo (Ver figura 4).

*Fig. 3. Monitor gestacional pulso cardiaco.*



*Fig. 4. Visualización de los datos registrados.*



#### IV. CONCLUSIONES

En este proyecto se realizó un monitor gestacional el cual funciona por medio de una aplicación móvil en Android el cual recibe datos de un dispositivo como temperatura, ritmo cardiaco y tono muscular, estos datos son graficados como un monitor el cual pueden ser observados por el paciente o especialista y guardados en la nube. Con la finalidad de ayudar como una herramienta en el proceso del embarazo el monitor gestacional podrá detectar signos de vitalidad y los médicos profesionales puedan analizar estos datos arrojados por la aplicación y dispositivo para el diagnóstico del paciente ya que es una parte muy importante para poder tratar el aborto espontaneo.

#### V. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón por la oportunidad de participar en este proyecto, así como el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

#### REFERENCIAS

- [1] J. F. Menéndez, “El manejo del aborto espontáneo y de sus complicaciones”, Gaceta Médica de México,- Vol.139, pp. 47-53. 2003.
- [2] D. Cazzola, “Orientaciones modernas en la terapia de la amenaza de aborto”, Ginecol Obstet Mex, Vol.81, pp.120-125. 2013.
- [3] A. C. González, “Amenaza de aborto”, revista médica de costa rica y centroamérica, Vol.599, pp. 495-498, 2011.
- [4] J. A. Restrepo, E. M. Awad, L. F. Uribe, et al., “Prueba Electrónica de Vitalidad Anteparto Fetal”, Revista colombiana de obstetricia y ginecologia, Vol.33, pp.297-308, 1982.
- [5] S. P. Penagos, L. D. Salazar, F. E. Vera, et al., “Guías para Manejo de Urgencias. Bogotá”, Colombia (Ministerio de la Protección Social), Disponible en [http://hectorfutbool.mex.tl/images/32235/Control\\_de\\_signos\\_vitales.pdf](http://hectorfutbool.mex.tl/images/32235/Control_de_signos_vitales.pdf) [consultado en 2021].

## LIMPIEZA DE LA PIRITA POR LIXIVIACION

Rangel Sosa José Rodrigo (1),

1.- Universidad Autónoma de Aguascalientes,  
Departamento de Ingeniería Bioquímica, Avenida Universidad  
#940, C.P 20131 Aguascalientes, Ags.  
*joserodrigorangel58@gmail.com*

Muñoz Ramírez Leonor (2) , Reyes Guzmán Claudia Verónica(2),

2.- Universidad Autónoma de Coahuila,  
Facultad de Metalurgia, Carretera 57 Km 5, Los Bosques,  
C.P. 25710 Monclova, Coah.  
*leonorm68@yahoo.com.mx*

Resumen — Se desea lixiviar un mineral de piritico con distintos medios oxidantes para determinar las condiciones óptimas en la obtención de hierro, aplicando las mejores variables o los parámetros necesarios: la velocidad de agitación constante, la concentración de ácido .005, .5, 1M, el tiempo de reacción constante 24 horas. La minería se desarrolla principalmente en la concentración de cobre, molibdeno, oro y plata, mediante el proceso de flotación. Este genera grandes toneladas de relaves que contienen diversas minerales, principalmente pirita. Dado que estos minerales se depositan en los tanques, estos pueden generar aguas ácidas; se propone como alternativa la desulfuración de los sulfuros por flotación. La pirita por mucho tiempo ha sido utilizada coma una fuente de azufre

Palabras clave — LIXIVIACION, PIRITA, LIMPIEZA

Abstract --- It is desired to leach a pyritic mineral with different oxidizing means to determine the optimal conditions for obtaining iron, applying the best variables or the necessary parameters: constant stirring speed, acid concentration .005, .5, 1M, the constant reaction time 24 hours. Mining takes place mainly in the concentration of copper, molybdenum, gold, and silver, through the flotation process. This generates large tonnages of tailings that contain various minerals, mainly pyrite. Since these minerals are deposited in the tanks, they can generate acidic waters; As an alternative, the desulphurization of the sulfides by flotation is proposed. Pyrite has long been used as a source of sulfur and its recovery as a by-product of the flotation of certain minerals is well known.

Keywords -- LEACHING, PYRITE, CLEANING

## INTRODUCCION

Dentro del gran universo de objetos creados en el mundo prehispánico, uno de los que más han llamado la atención son los espejos o superficies reflejantes que se realizaban en materiales tan diversos como la obsidiana, la hematita y la pirita. Debido a su estética, pero más aún por la destreza implicada en su manufactura, los investigadores concuerdan en que la cantidad de horas-hombre requeridas para la producción de un solo espejo de mosaico debió haber sido enorme y que, probablemente, fue uno de los objetos más complejos producidos por los artesanos prehispánicos. (Gallaga M., 2001)

La pirita es un mineral compuesto de hierro y azufre perteneciente a los sulfuros de hierro ( $\text{FeS}_2$ ). Tiene una coloración de amarillo metálico y una dureza de 6 a 6-5 en la escala de Mohs. La forma predominante de sus cristales es cúbica. Debido a su inestabilidad, la acción del agua y el oxígeno pueden transformarla en otros minerales como el óxido de hierro (limonita y siderita). (Zamora F., 2002)

En cuanto a su origen, se han identificado siete yacimientos o minas prehispánicas en las que se infiere se extraía pirita junto con otros materiales. El primero de ellos son las minas de Chalchihuites en Zacatecas, además de la Sierra Gorda en la Huasteca, la cuenca del Río Balsas en Guerrero, las áreas de Huehuetenango, Aguacatán y Quetzaltenango en Guatemala; y por último, las Cockscomb Mountains en Belice. (Maldonado C., 1980)

La lixiviación consiste en la disolución de metales desde minerales, la que puede ser o no ser asistida por la actividad catalítica de microorganismos. Los metales se encuentran presentes en minerales sulfurados tales como la pirita ( $\text{FeS}_2$ ), calcopirita ( $\text{CuFeS}_2$ ), covelina ( $\text{CuS}$ ) u otros donde la extracción vía tratamientos pirometalúrgicos resulta económicamente desfavorable. (Sanhueza A., 1992)

De los minerales anteriormente mencionados, la pirita es el mineral sulfurado más abundante en la corteza terrestre y se encuentra comúnmente en carbones, venas hidrotermales y en rocas sedimentarias. (Sanhueza A., 1992)

La disolución de pirita corresponde a una reacción de óxido-reducción, en la cual mientras la pirita oxida iones férricos ( $\text{Fe}^{+3}$ ) y/u oxígeno ( $\text{O}_2$ ) son reducidos en la superficie del mineral. La reacción global se puede escribir en términos de las semirreacciones de oxidación de pirita y de reducción de  $\text{Fe}^{+3}$  u  $\text{O}_2$  disuelto. En sistemas acuosos, estas reacciones ocurren en forma simultánea en la superficie de la pirita a velocidades que satisfacen la condición de una producción neta de electrones igual a cero. (Velasco N., 2009)

La lixiviación consiste en la remoción o extracción de un componente soluble (sólido) contenido en un sólido mediante un solvente apropiado. La lixiviación es una operación de transferencia de masa por lo que es indispensable que exista un contacto íntimo entre el solvente y el soluto contenido en el sólido. (Garrels R. y col, 1960)

La operación unitaria se puede considerar, como una extracción, aunque el término también se refiere la extracción líquido-líquido. Cuando la lixiviación tiene por objeto eliminar con agua un componente indeseable de un sólido, el proceso recibe el nombre de lavado. El proceso de lixiviación para materiales orgánicos e. inorgánicos son de uso común en los procesos metalúrgicos. (Gutiérrez L., 2017)

Los métodos de lixiviación de especies sulfuradas pueden ser divididos en dos grupos:

- En ausencia de agentes oxidantes.
- En presencia de agentes oxidantes.

Para que la Lixiviación tenga éxito se tienen que cumplir varios requerimientos, siendo el primero asegurar la permeabilidad de la masa a lixiviar, de manera que el líquido lixivante pase a través de todo el material y que el contacto entre el agente lixivante y el mineral sea el óptimo. (Codelco, 2019)

Esto depende de los siguientes factores, los que deben ser considerados en todas las etapas del proceso:

1. La localización de los minerales a disolver.



2. Volumen del material y distribución de tamaños.
3. Área expuesta.
4. Superficie específica.
5. Tipo de solvente a utilizar.
6. Temperatura del proceso.
7. Tamaño de partículas.
8. Porosidad.
9. Presión capilar.
10. Rugosidad o aspereza de las superficies.

Teniendo en cuenta las características del mineral, así como las reservas y el valor potencial del yacimiento, se selecciona el o los agentes lixiviantes más idóneos. Para ello se realizan diferentes caracterizaciones mineralógicas previas que permiten determinar los valores iniciales para realizar posteriormente las pruebas de laboratorio de lixiviación en columnas unitarias. El ideal sería elegir un solo agente químico, que sea económico y recuperable, y un ciclo de lixiviación lo más corto posible (ojalá uno solo), para extraer un máximo de cobre y un mínimo de impurezas, lo cual es difícil en la mayoría de los casos. 1. (Codelco, 2019)

En la elección del proceso es fundamental conocer la cinética de la reacción química que influye, mediante las diversas fases de investigación en laboratorio. Para ello se hacen análisis preliminares en botellas rotatorias y en columnas o vasijas, según si el mineral es apto a la lixiviación estática o dinámica. (Codelco, 2019)

Al momento de elegir el agente lixiviante es importante tener en cuenta la composición mineralógica del material, tipo de ganga, tamaños de granos y diseminación, contenido de azufre, presencia de carbonato, cloruros u otros constituyentes, así como, su costo, disponibilidad, estabilidad química, selectividad y grado de generación de soluciones ricas en mineral, de tal forma que sea lo más económico y fácil de trabajar. Por lo que es necesaria la investigación y la experiencia operativa, para seleccionar el lixiviante y obtener los datos necesarios para predecir el comportamiento de la lixiviación. (Codelco, 2019)

Tabla 1. Agentes de lixiviación más utilizados. (Codelco, 2019)

Tipo de agente	Ejemplos
Ácidos inorgánicos	Acido sulfúrico Acido clorhídrico Acido nítrico
Bases	Hidróxido de amonio
Agentes complejantes	Amoniaco Sales de amonio Cianuros Carbonatos Cloruros

Los ácidos inorgánicos se utilizan como sustancias químicas intermedias y catalizadores en reacciones químicas. Se encuentran en distintas industrias, como metalistería, madera, textiles, colorantes, petróleo y fotografía. El ácido clorhídrico, o cloruro de hidrógeno en solución acuosa, se utiliza para la acidificación industrial, para el refinado de minerales de estaño y tantalio, para convertir el almidón de maíz en jarabe y para eliminar la capa de óxido de las calderas y equipos de intercambio de calor. También se utiliza como agente curtidor en la industria del cuero. (Mager J., 1995)

El ácido sulfúrico se utiliza en papel encerado y en distintos procesos como la purificación de petróleo, la industria de los explosivos, el refinado de aceites vegetales, el carbonizado de tejidos de lana, la extracción de uranio a partir de pechblenda y el desoxidado de hierro y acero. piscinas. El ácido nítrico se utiliza en la fabricación de

nitrate amónico para fertilizantes y explosivos. Asimismo se utiliza en síntesis orgánicas, metalurgia, flotación de minerales, y para el reprocesado de combustible nuclear agotado. (Mager J., 1995)

Estos ácidos reaccionan con determinados metales liberando hidrógeno, que es una sustancia altamente inflamable y explosiva cuando se mezcla con el aire o con oxígeno. También pueden actuar como agentes oxidantes y, cuando contactan con productos orgánicos u otras sustancias oxidables, pueden reaccionar de forma violenta. Los ácidos inorgánicos son corrosivos, especialmente cuando se encuentran a altas concentraciones. (Mager J., 1995)

## MATERIALES Y METODOS

Para iniciar con la experimentación se trajo el material de una mina en el cual se extrae plata y otros minerales, como en toda industria minera se inicia con la reducción de tamaño, de la misma forma se llevó a cabo en este proyecto, iniciando por la trituradora de quijada para obtener un tamaño más pequeño y adecuado (Figura 1), Ya terminada la etapa de la trituradora, se optó por usar el molino de bolas (Figura 2). Se trabajó en el molino de bolas durante 5 días ya que como se mencionó anteriormente el material era muy duro y no se lograba obtener un tamaño adecuado así que se decidió aumentar el tiempo en el cual aquí se pudo obtener distintos tamaños de partículas (finos y gruesos)

*Figura 1: Equipos de molienda (Trituradora de quijada).*



*Figura 2: Equipos de molienda (Molino de Bolas)*



Ya realizada la etapa anterior de la reducción de tamaño del material, y poder observar que haya finos y gruesos, este se pasó al tamizado, en el cual consiste en que el instrumento (tamiz o malla) pueda separar por medio de agitación las partículas más grandes de otras más pequeñas, clasificándolas o colocándolas en los distintos tamices con el fin de poder separar como ya mencionado lo fino de lo grueso (Figura 3).

Se utilizaron mallas desde la 40 hasta la 400, se tamizó una cantidad de material de alrededor de 5 kg.

*Figura 3: Clasificador de partículas con sus mallas*



Para poder llevar a cabo la experimentación se eligió el tamaño de granulometría (mallas 325), como se muestra en la Tabla 2 en pulgadas o micras, en este tamaño de malla se encuentra lo más fino y es el tamaño adecuado para poder llevar a cabo una lixiviación y tener un mejor resultado.

Tabla 2: Tamaño de tamiz en pulgadas y en micras

MALLA	PULGADAS	$\mu\text{m}$
325	0.0017	45

Los ácidos con el cual se trabajó fueron  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (ácido sulfúrico),  $\text{HNO}_3$  (ácido nítrico) Y  $\text{HCl}$  (ácido clorhídrico) como se muestra en la Figura 4. Se realizaron las operaciones necesarias para tener una concentración de cada ácido a 0.005, 0.5 y 1 mol con medio litro de agua tridestilada.

Figura 4: Ácidos utilizados en la experimentación.



Se vació la concentración de 0.005 mol con medio litro de agua tridestilada y después se colocó el vaso en una parrilla de calentamiento y agitación, se colocó un imán en el vaso de precipitado para después encender el agitador de la parrilla manteniendo constante la velocidad de agitación.

Figura 5: Balanza analítica

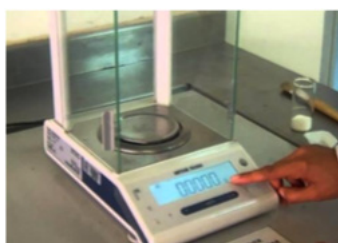


Figura 6: Vasos de precipitado con el lixivante y el mineral.



Es muy importante mencionar que este proceso de agitación se llevó a cabo durante 24 horas, en intervalos de tiempo se agitaba con una varilla de vidrio para evitar asentamientos como se muestra en la Figura 6.

Este parámetro de velocidad de agitación fue 5 propuesto para que la reacción que sucediera fuera acelerada por medio de la ya mencionada agitación y que el soluto (el ácido y el agua tridestilada) se pudiera penetrar

más rápido en la partícula, ya que la partícula tiende a estar más expuesta a las disoluciones. Se pudo observar que existen varios factores en el cual la agitación nos favoreció, en el cual se disminuyó el espesor de la capa, se limitó y maximizó el área de la interface gas- líquido, redujo el tiempo de procesamiento. Ya pasado las 24 horas pasamos a la etapa de filtración, en donde se trata de separar lo sólido de lo líquido, el sólido quedándose en el filtro y el líquido se filtra (Figura 7), se dejó filtrar durante un lapso de 3 a 4 horas, tiempo necesario para que el líquido se haya filtrado por completo. Ya terminado el filtrado, estos se dejaron secar durante 20 horas a temperatura ambiente, es decir, durante casi un día completo, este tiempo fue necesario para que el sólido no tuviera presencia de humedad y mucho menos de líquido, que estuviera seco casi al 100%. Cumplido este tiempo y ver que el sólido que se quedó en el filtro estaba completamente seco sin presencia de humedad fue extraído del filtro para posteriormente ser almacenado para su caracterización.

Figura 7: Filtros de las muestras de lixiviación. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



#### ESTUDIO Y RECONOCIMIENTO DE LA MATERIA PRIMA

La muestra de pirita se obtuvo de la mina de la región del estado de Coahuila. La composición elemental de la cabeza que se nos proporcionó se analizó por ICP-MS (Plasma Acoplada Inductivamente - Espectroscopia de Masas) y los resultados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Ensayo Químico de la cabeza del mineral

MINERAL	% elementos químicos presentes (%en peso)					
	Fe	S	Pb	Cu	Zn	Mn
Pirita	52	44	.12	10	.8	.02

La cabeza del mineral el elemento mayoritario se encontró que es hierro por lo tanto es un mineral piritico, con alto contenido de azufre.

Análisis químico ensayado en las mallas utilizadas en el proceso

La tabla 4 muestra el análisis químico de la muestra obtenida después de la molienda con el molino de bolas y el análisis químico realizado a las mallas 100, 140, 200, 325 y 400 A.S.T.M.

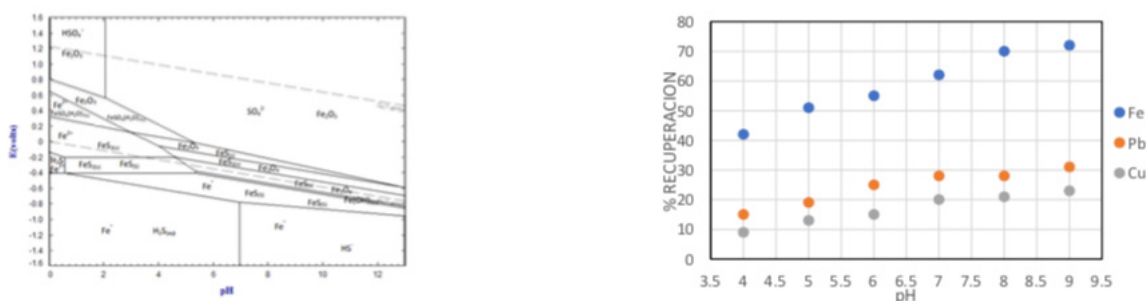
Tabla 4. Análisis químico de las mallas utilizadas

MALLAS	PESO	LEY DE LA PIRITA
100	-	
140	1.360 kg	2.9
200	1.100 kg	3.8
325	.240 kg	4.3
400	-	

El pH entre 7-9 aseguraron buena recuperación para minerales de Fe con aceptable depresión de resto de elementos. El Plomo trabaja con pH de 8, Zn 6-8 y el Fe 8 según los diagramas de pourbaix reportados por Takeno en el 2005 y como se muestra en la Figura 8, pero por cuestiones de factibilidad en nuestra investigación se trabajará a pH 8 para que tengamos una buena desulfuración de hierro, mientras que el resto de los minerales se encuentren en niveles bajos como se muestra en la Figura 9.

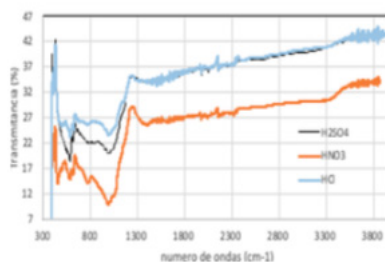
Con la relación a la fig. 8 se anticipa que el ion sulfato  $\text{SO}_4^{-2}$  coexiste con especies oxidadas de hierro sólidas y acuosas, dependiendo de los valores de pH y potencial electroquímico. Por ejemplo, de pH 3.0 a 4.0 y condiciones oxidantes del medio ( $E_h \geq 0.6 \text{ V}$ ), las especies estables son el óxido férrico en forma de hematita  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y el ion sulfato  $\text{SO}_4^{-2}$ , obviamente coexistiendo con moléculas de  $\text{H}_2\text{O}$ . Mientras a  $E_h \leq 0.4 \text{ V}$  las especies estables son hematita  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y el sulfato ferroso hepta hidratado  $\text{FeSO}_4(\text{H}_2\text{O})_7$ . De la porción de esta figura que incluye las zonas de estabilidad del sistema Fe - S -  $\text{H}_2\text{O}$  pero en el rango de pH entre 4 y 9, se observa que las especies sólidas presentes son: la hematita  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , pirita, sulfuro de hierro  $\text{FeS}$ , magnetita  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  e hidróxido de hierro, mientras en estado acuoso, se encuentran las especies sulfato y sulfuro de hidrógeno ( $\text{HS}^-$ ) y que si trabajáramos con pirita esta sería estable químicamente y será factible su desulfuración.

Figura 8. Análisis termodinámico, sistema Fe - S -  $\text{H}_2\text{O}$ . FactStage versión 8.0



Con relación a la espectroscopia infrarroja con transformadas de Fourier nos indica una ancha banda de absorción centrada en  $1033 \text{ cm}^{-1}$ , que corresponden a los enlaces C-S y C=S; concuerda con lo reportado por Pillai et al. (2013), quien identificó la incorporación de grupos azufre por la aparición de picos, entre  $1020$  y  $1151,5 \text{ cm}^{-1}$ . Las bandas de vibración, próximas a  $1350 \text{ cm}^{-1}$  y  $1386 \text{ cm}^{-1}$  muestran al azufre sobre la superficie del precipitado de hierro formando un doble enlace con el oxígeno molecular  $\text{S}=\text{O}$ , donde el oxígeno es químicamente absorbido por el azufre superficial, por otro lado, la banda en  $1464 \text{ cm}^{-1}$  se asigna a la división del modo vibración  $\nu_3$  del ion carbonato  $\text{CO}_3$  producido por la reacción del  $\text{CO}_2$  de la atmósfera con la superficie del precipitado de hierro en fase acuosa- como se muestra la figura 10

Figura 10.- F.T.I.R de una muestra piritica



## CONCLUSIONES

En cuanto a la caracterización por espectroscopia infrarroja FTIR se encontró presencia de azufre producto de la desulfuración de la pirita. Este estudio mostro que es posible generar un impacto ambiental positivo si se logra disminuir el azufre de una gran parte de la pirita destinada a ser depositada en los relaves; en caso contrario, con el paso de los años su presencia en los relaves creará las condiciones necesarias para la producción de aguas ácidas.

## RECONOCIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Coahuila por todo el apoyo brindado para la realización de este proyecto. A la Facultad de Metalurgia en especial al laboratorio de metalurgia extractiva y además a mis maestros Mc. Leonor Muñoz Ramírez Directora del proyecto, Dr. Sergio García Villarreal y a la Dr. Claudia Verónica Reyes Guzmán colaboradores del proyecto. A la organización encargada del 23° Verano de la Ciencia Región Centro por la invitación, así como la oportunidad de participar en el proyecto.

## BIBLIOGRAFIA

- Codelco. (2019). Lixiviación “El riego”. Codelco EDUCA. Chile
- Gallaga M. (2001). Descripción y análisis de los espejos de pirita del sitio de Snaketown, AZ, EU y su relación con Mesoamérica. XXVI Mesa Redonda de Antropología. México.
- Garrels, R. y Thompson, M. (1960). Oxidation of pyrite by iron sulfate solutions. American Journal of Science. United States of America.
- Gutiérrez L. (2017). Estudio del tratamiento de minerales sulfurados auríferos mediante procesos secuenciales de flotación, lixiviación alcalina, biolixiviación y cianuración para la recuperación de oro. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú.
- Mager J. (1995). Propiedades de los ácidos inorgánicos. En Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo(104.5). España: Chantal Dufresne.
- Maldonado C. (1980). Ofrendas asociadas a entierros del Infiernillo en el Balsas. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México.
- Sanhueza, A. (1992). Estudio electroquímico de la acción de Thiobacillus ferrooxidans en la disolución bacteriana de pirita. Memoria para optar al título de Químico. Universidad de Chile. Chile.
- Velasco N. (2009). Estudio electroquímico de la lixiviación de la pirita. Universidad de Chile. Chile.
- Zamora, F. (2002). La industria de la pirita en el sitio de Aguateca durante el periodo Clásico Tardío. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala:



# OBTENCIÓN DE HIDROXIAPATITA A PARTIR DE ESCAMAS DE TILAPIA PARA LA ELABORACIÓN DE UN BIOMATERIAL

Karla Beatriz Medina Aguilera  
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón  
Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas Purísima del Rincón, Gto. C.P.  
36413 *lrs17110342@purisima.tecnm.mx*

Rosa Jazmín Trasviña Osorio  
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón  
Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413  
*rosa.to@purisima.tecnm.mx*

Resumen- El mineral apatita es el fosfato de calcio natural más abundante en la superficie terrestre y la principal fuente de fósforo, por lo que es de gran importancia en distintos campos de investigación y la industria. El objetivo del presente proyecto es analizar el proceso de extracción de hidroxiapatita a partir de escamas de tilapia. En la metodología se controló el pH de manera constante en cada una de las etapas del proceso. El mineral se extrajo en medio ácido y se cuantificó su rendimiento teórico desde la etapa inicial. El mineral obtuvo una eficiencia de extracción del 16.42% p/p (peso final/peso inicial). En la literatura se muestra un rendimiento máximo de hasta 25%, por lo que el proceso de extracción puede ser optimizado químicamente y estadísticamente.

Palabras clave- Hidroxiapatita, escamas, tilapia

Abstract- The mineral apatite is the most abundant natural calcium phosphate on the earth's surface and the main source of phosphorus, so is very important in different fields of research and industry. The objective of this project is to analyze the hydroxyapatite extraction process from tilapia scales. In the methodology, the pH was constantly controlled in each stage of the process. The mineral was extracted in an acid medium and its theoretical yield was quantified from the initial stage. The mineral had an extraction efficiency of 16.42% w/w (final weight / initial weight). In the literature, a maximum yield of up to 25% is shown, so the extraction process can be optimized chemically and statistically.

Keywords- Hydroxyapatite, scales, tilapia

## I. INTRODUCCIÓN

Informes que describan el potencial de los huesos de tilapia, de espinas y escamas de pescado para extracción de hidroxiapatita (HA) (Panda et al., 2013). Los principales componentes químicos de la HA son el calcio y el fosfato. La HA natural contiene porcentajes mínimos de sodio, cloro, carbonatos y magnesio, los cuales, en conjunto vuelven a forjar la estructura del hueso (García y Reyes, 2006).

La HA se puede usar como reemplazo de partes pequeñas de hueso, relleno de cavidades en odontología, recubrimiento de superficies de metales para implantes, refuerzo en materiales compuestos y como liberador de medicamentos, entre otros (Hernández, et al., 1998).

De ahí la intención de usar las escamas de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), ya que es una especie de pez tropical que prefiere vivir en aguas someras y se adapta fácilmente a diferentes ambientes, además, forma parte del grupo de peces más cultivados, sólo superado por la carpa. Presenta escamas cicloideas, con una capa superficial compuesta por HA y carbonato de calcio, y una capa más profunda compuesta en su mayoría por colágeno..

## II. MARCO TEÓRICO

Dentro de las biocerámicas la hidroxiapatita y el fosfato tricálcico son los materiales más comúnmente utilizados pues además de la composición química semejante a la fase mineral ósea, proveen respuestas diferenciadas y satisfactorias, además de eso, se sabe que esos materiales posibilitan el crecimiento óseo y facilitan la integración del implante. Para la obtención de los materiales a base de fosfato de calcio, dependiendo de los métodos utilizados, de los reactivos y de las variables adoptadas, es posible obtener innumerables fases, además de una gran variación de comportamiento resultante de otras variaciones tales como: defectos cristalinos, área superficial, afinidad por materiales orgánicos encontrados en el medio fisiológico, etc. La HA puede ser utilizada en forma de polvo, bloques porosos o gránulos para rellenar los defectos óseos o espacios que se pueden generar cuando grandes secciones de hueso han sido removidas, como por ejemplo en cáncer óseo o reconstrucciones maxilofaciales (Martinetti, et al., 2005). Existen dos formas de obtener HA, natural o sintetizada. No existen diferencias en la formulación química entre la HA natural y la sintética. Sin embargo, en términos macro y micro estructurales se presentan variaciones como el arreglo cristalino y la pureza (Marquez, et al., 2005).

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación, se muestra el diagrama de extracción del mineral de HA en la siguiente Figura 1:

Figura 1 Proceso de extracción de hidroxiapatita



Se describe el procedimiento llevado a cabo para la extracción del mineral:

Se llevó a cabo la caracterización en la cual consta de la toma cuatro muestras de la materia prima, se deshidrato durante 24 h a 68°C, después se lleva a mufla durante 24 h a 550 °C y midió el pH. Se obtuvo un pH inicial de 4.85.

En la decatonización se retiraron iones e impurezas con agua desionizada en un tambor rotatorio durante 24 h. En la etapa de lavado, se añade 2.5 l de reactivo EDTA, se comienza a lavar las escamas durante 24hrs. Terminado el lavado se por triplicado las muestras y se caracteriza.

En el proceso de secado se realizó un lavado alcalino para retirar residuos no deseados, se caracterizó y se procedió con la experimentación.

La etapa de tratamiento ácido constó en tomar 6 muestras de 20 - 25 g aproximadamente y se somete a tratamiento ácido con ácido cítrico 3 muestras de 100 ml con ácido, por 40 h y agitación constante. Las 3 muestras de ácido cítrico un pH promedio de 2.5.

Se decantó cada muestra, y se tomaron 13 ml de líquido de cada solución por duplicado y se centrifugó a 3500 rpm por 15 min, almacenamos el sobrenadante y el precipitado se deshidrató a 68°C por 24 h, trituramos y caracterizamos. También se esterilizó por 15 min en una esterilizadora UV.

#### IV. RESULTADOS

Inicialmente, se caracterizó físicamente la materia prima. El pH de las escamas se midió por triplicado y se obtuvo un promedio de 4.85. Además, se determinó el contenido de humedad y cenizas. La cantidad de sólidos en las escamas tuvo un promedio cercano del 40%, por lo que, la diferencia, el 60% restante, correspondió al agua ligada en las escamas de tilapia.

Figura 2. Composición de las escamas de tilapia



A la cantidad de sólidos obtenidos anteriormente, es decir, las muestras secas, se sometieron a la mufla con el objetivo de estimar el material inorgánico de la materia prima. Los resultados se muestran en la Tabla 1:

Tabla 1. Determinación de cenizas 1.

Muestra	Peso de muestra deshidratada (g)	Peso de cenizas (g)
1	20.645	8.105
2	20.874	8.777
3	20.051	8.125
4	20.386	7.858

Se llegó a pH = 6.9 a las 50hrs y añadimos en total 28.5 ml de hidróxido de amonio.

Tabla 2. Lavado con EDTA

Tiempo [hrs]	pH	NH <sub>4</sub> OH añadido (ml)
24	4.85	5
25	5.82	5
26	6.37	2
48	6.50	3
49	6.79	1.5
50	6.94	0.5

Terminado el lavado se tomaron 3 muestras, se deshidrató y llevó a cenizas.

Tabla 3. EDTA

Muestra	Peso de muestra (g)	Peso de ceniza (g)
1	10.0373	1.267
2	10.0362	1.141
3	10.0166	1.212

Se hace un tratamiento ácido para la obtención del mineral

Tabla 4. Tratamiento ácido cítrico

Muestra	Peso de muestra (g)	Peso de muestra deshidratada (g)	A mufla (g)	Peso cenizas (g)
1	20.0746	8.466	6.332	0.164
2	20.0572	7.897	6.336	0.222
3	20.0152	6.518	3.526	0.223

Tabla 5. Prueba 1 A.C.

Muestra	Peso de pastilla [g]
1	0.1419
2	0.0727
3	0.0353

Tabla 6. Prueba 2 A.C.

Muestra	Peso de pastilla [g]
1	0.1419
2	0.0727
3	0.0353

## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

De acuerdo con los resultados, en la etapa de caracterización se tomaron de 50 g de muestra, escamas de pescado. La materia prima se deshidrató y se obtuvieron alrededor de 20 gr de sólidos en cada muestra. El material seco se llevó a mufla y se cuantificó 8.21 g de cenizas, por lo que, el 16.42% del material carbonizado, es decir, las cenizas, corresponde a material inorgánico, y el 83.58% restante, contiene humedad y material orgánico.

En la tabla número dos se puede ver cómo fue aumentando el pH conforme agregábamos el hidróxido de amonio y en la tabla 3, después del lavado con EDTA y un pH de 6.9 con un peso de 10 gr de la muestra se obtuvo 1.2 gr de ceniza.

En el tratamiento ácido cítrico con las 3 muestras de 20 g cada una, se obtuvo una muestra deshidratada de 7.6 gr, se llevaron a mufla 5.4 g y se obtuvieron 0.2 g de cenizas. Con el precipitado que se obtuvo de la centrifugación se recolectó una pastilla de 0.08 g y 0.21 g con las muestras 1 y 2, respectivamente.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Basándonos en la información obtenida, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1) Las escamas contenían un total de humedad promedio del 59.08%, por lo que, por diferencia, el 40.91%

corresponde a sólidos como material orgánico e inorgánico que contienen de forma inherente las escamas de tilapia.

2) Después del tratamiento con EDTA, para retirar iones metálicos no deseados (decaionización), se redujeron las cenizas hasta un promedio del 12.04% dentro del material inorgánico, disminuyendo significativamente el rendimiento del mineral a extraer.

3) El material inorgánico, las cenizas, tuvieron un valor promedio de 16.50% con respecto al peso inicial de las escamas, por lo que este valor, sería un rendimiento teórico estimado de hidroxiapatita a obtenerse de manera óptima en el proceso de extracción.

4) El mineral extraído de la fase acuosa tuvo un rendimiento del 45.83% con ácido cítrico. Estos datos fueron estimados con respecto a las cenizas de la materia prima que ingreso en la etapa de extracción y la pastilla obtenida después del proceso de centrifugación.

### VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco ampliamente a la institución y a mi asesora la Mtra. Jazmín Trasviña por confiar en mis capacidades y hacer de este Verano Científico una grata experiencia, además de contar con todo el apoyo para el uso de las instalaciones del Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, así como el material necesario para llevar a cabo el proyecto hasta su término.

### VIII. REFERENCIAS

1. García, M y Reyes, J. (2006). La hidroxiapatita, su importancia en los tejidos mineralizados y su aplicación biomédica. *Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*. vol. 9, núm. 2, p. 90-95. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://www.redalyc.org/pdf/432/43211937005.pdf>
2. Hernández, R.; Palma, R. y Piña, Ma. (1998). Hidroxiapatita y sus aplicaciones. *Revista Mexicana de física* "5 suplemento 1, p.144-147. Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México.
3. Londoño, M.; Echavarría, A. y De La Calle, F. (2006). Características cristaloquímicas de la hidroxiapatita sintética tratada a diferentes temperaturas. *Revista EIA*. No. 5, p. 109-118. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín (Colombia).
4. Martinetti, R.; Dolcini, L. y Mangano, C. (2005). Physical and chemical aspects of a new porous hydroxyapatite. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 381: 634-638. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00216-004-2957-7>
5. Rivera, E.; Curiel, R. y Rodríguez, R. (2003). Selectivity in the hydroxyapatite synthesis from eggshell using different thermal treatments. *Materials Research Innovations*. Vol. 7. p. 85–90. <https://doi.org/10.1007/s10019-003-0233-7>
6. Zapanta, L. (1994). Capitulo, Biological and Synthetic Apatites, en: *Hydroxyapatite and related materials*. Editorial CRC Press. 1ra Edición, p. 26. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780203751367-1/biological-synthetic-apatites-racquel-zapanta-legeros>

## PROTOTIPO DE CAPTURA DE IMÁGENES PARA MANEJO DE SUMINISTROS EN LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

Patricia Galván Morales  
Tecnológico Nacional de México en Celaya  
Departamento de Sistemas y Computación Av. Tecnológico  
esq. Antonio García C. C.P. 38010, Celaya, Gto.  
*patricia.galvan@itcelaya.edu.mx*

Marco Ubaldo Flores Ayala  
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato  
Carretera Irapuato - Silao km 12.5 Colonia El Copal  
C.P. 36821, Irapuato, Gto.  
*LIS17110361@irapuato.tecnm.mx*

Resumen — El proyecto consiste en la creación de un prototipo de captura de imágenes en dos dimensiones, utilizando herramientas de captura de bajo costo para el procesamiento automático de reconocimiento de zona y descripción de imágenes en semáforo rojo, amarillo y verde, que permita evaluar la logística y disponibilidad de materiales en almacén para suministro en una línea de producción mediante análisis de visión artificial disponibles y el transporte seguro en la red.

Abstract — The project consists of the creation of a two-dimensional image capture prototype, using low-cost capture tools for the automatic processing of area recognition and description of images in red, yellow and green traffic lights, which allows to evaluate the logistics and availability of materials in warehouse for supply on a production line through available machine vision analysis and safe transport on the network.

Palabras clave — Captura de imágenes, logística, inventario.

Keywords — Image capture, logistics, inventory.



## I. INTRODUCCIÓN

En la cuarta revolución industrial se generaron un conjunto de soluciones prácticas para actividades cotidianas en todo tipo de empresa y en general, en la sociedad. La industria de la manufactura ha adoptado cada vez más soluciones que faciliten la producción y productividad.

El año 2020 será recordado con mucho por marcar un evento que impactó hasta la más mínima actividad de la vida productiva y social, la pandemia por COVID 19 aceleró la urgencia de soluciones que por un lado permitan la continuación de los trabajos de producción y, por otro lado, que restringiera el contacto personal de los trabajadores para evitar contagio pero que siguieran siendo productivos.

Antes de la denominada pandemia, ya se había detectado la necesidad de mejorar la logística de suministro de las mesas de armado de productos, que permitiesen optimizar los tiempos de los trabajadores de las líneas de ensamble.

En el proceso de suministro de las líneas de ensamble siempre hay una cantidad de partes que son las que el obrero tendrá que ir ubicando en el producto que se está armando. Cada mesa debe tener suficiente cantidad de partes. Cuando faltan partes se debe prestar atención a los tiempos que los trabajadores dejaran de trabajar debido a un faltante en su mesa.

El proyecto plantea como crear una solución barata y accesible a través de visión con una imagen captada por web cam mediante una aplicación instalada en raspberry pi que indique en un semáforo simple de 3 colores si los suministros llenan totalmente la mesa (verde), están parcialmente (amarillo) o si hay vacíos en la mesa (rojo) para que en tiempo real se envíe en la red el aviso al almacén y se entregue el suministro adecuado para los modelos de producción que se están ensamblando.

Para que el transporte de datos entre la cámara y la red se genere en forma natural solo se precisa que haya un protocolo de envío y recepción, sin embargo, es importante que haya garantía en el envío y seguridad de recepción, se recomienda el uso de una vpn.

## II. MARCO TEÓRICO

El IoT (Internet of Things) o el Internet de las cosas ha adquirido gran resonancia en los diversos medios informativos y redes sociales no solo como una extensión y utilidad del Internet sino como un pilar de la propuesta a la transformación en la Revolución Industrial 4.0

La cuarta revolución industrial (llamada Industry 4.0 en Europa y Smart Industry en EU) está dirigida por el sector automotriz, éste cambio radical del modelo industrial y pronto en otros sectores. Para las PyMES (que tienen 2/3 de los empleados a nivel mundial) el esfuerzo de la transición puede ser apabullante, por lo tanto es vital para ellos encontrar la solución correcta y obtenerla lo antes posible.

IoT en procesos industriales, integración de CPS (Cyber – Physical Systems) horizontalmente en la cadena de valor y verticalmente desde sensores de parámetros de procesos en tiempo real para la toma de decisiones. En el modelo de la industria Data – Centric lo más relevante es el Big Data y el Advanced Analytics.

En un reporte de Industry 4.0 , Tecnalía (Tecnalía - Inspiring Business, 2016) lista las seis tendencias para las empresas del futuro:

1. Disponibilidad de nuevas tecnologías (Will, 2018)
2. La escases de recursos naturales
3. Sustentabilidad del medioambiente
4. El envejecimiento y el retiro tardío
5. La especialización del staff en áreas específicas
6. Personalización vs producción serial

Para que el transporte de datos entre los sensores y la nube se de en forma natural solo se precisa que haya un protocolo de envío y recepción, sin embargo, es importante que haya garantía en el envío y seguridad de recepción. El uso de VPN con la tecnología de la adquisición de datos y su posterior envío al servicio (y por ende servidor) que reciba en forma confiable y con algún algoritmo de encriptación de datos para que se haga análisis en tiempo real y para cimentar una plataforma de big data y virtualización de procesos.

La computación en nube se ha convertido en una gran solución para proporcionar una solución flexible, bajo demanda, y de una infraestructura de computación dinámicamente escalable para muchas aplicaciones. La computación en la nube también presenta tendencias tecnológicas significativas, y obviamente que está remodelando los procesos y el mercado de las TIC. (Furht & Escalante, 2010)

La computación en la nube puede verse como una colección de servicios que pueden ser representados en un modelo en capas (ver figura 1).

Figura 1. Arquitectura en capas de la computación en la nube. Fuente (Furht & Escalante, 2010).



La capacidad de cada capa desarrollada en una aplicación prototipo nos permite ver la utilidad de las empresas acorde a sus necesidades de almacenamiento y disponibilidad en ambientes móviles y ubicuos. Por otra parte los sistemas embebido es un sistema electrónico diseñado para realizar funciones de acuerdo a un estímulo externo en tiempo real, según sea el caso y se diseñan para cubrir necesidades específicas en el tiempo adecuado y para el cual fueron programados, hay que tener en cuenta que las respuestas correctas pero tardías son erróneas. La mayoría de los sistemas embebidos son de tiempo real (real-time) y la mayoría de los sistemas de tiempo real son embebidos. (Peters, 2007)

Existe una clasificación de cuatro sistemas en tiempo real (Peters, 2007):

Duro (hard), el tiempo de respuesta debe ser exacto sino conduce a la pérdida potencial de la vida y / o a grandes daños financieros

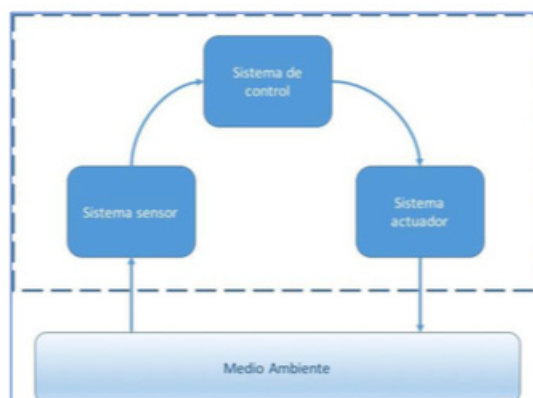
Suave (soft), el tiempo de respuesta puede ser rebasado o no exacto, esto es tolerado pero no deseable.

Firme (firm), la respuesta computacional se convierte en obsoleta si el trabajo no se ha terminado en tiempo.

Débilmente duro (weakly hard), se debe cumplir el plazo de entrega.

El esquema general de un sistema en tiempo real se muestra en la figura 2 (Burns & Wellings, 2001), donde se denota la importancia del medio ambiente como un dotador de información para un sistema de adquisición de datos en tiempo real.

Figura 2. Esquema general de un sistema en tiempo real. Fuente (Burns & Wellings, 2001).



### III. METODOLOGÍA

La metodología aplicada se divide en dos direcciones, una corresponde a un proceso de ciencia aplicada en donde se unen los elementos tecnológicos pertenecientes al estado de la técnica, lo cual se complementará con el desarrollo de los componentes de integración requeridos, lo cual se realiza bajo un proceso de seis etapas (Kendall & Kendall, 2011):

1. Análisis de necesidades a cubrir.
2. Diseño del componente requerido.
3. Desarrollo del componente.
4. Pruebas unitarias para validar la funcionalidad local.
5. Pruebas de integración para verificar la funcionalidad global.
6. Adición de la experiencia al banco de conocimiento del proyecto.

En otra dirección está el proceso de datos bajo el enfoque cuantitativo, el cual será de tipo secuencial y probatorio. En ese contexto, el proceso metodológico por aplicar comprende las siguientes fases (Hernandez-Sampieri, Fernández, & Baptista, 2010):

Fase I: Conceptualización del problema. Fase II: Diseño experimental.

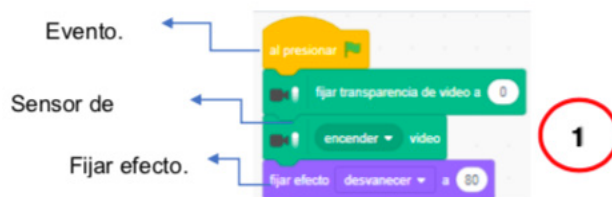
Fase III: Obtención y análisis de evidencia.

La integración de aplicaciones a través de diferentes métodos de adquisición de datos en el dispositivo mediante la captura de imagen permitirá tomar decisiones de procesos en tiempo real.

### IV. RESULTADOS

Para entender el funcionamiento del prototipo se desglosará el scratch completo, donde, se explicará la función de cada una de las partes:

Figura 3. Sección de inicio. Pestañas donde se encuentran las funciones.



Para poder iniciar con el código, se debe seleccionar la pestaña “presionar”

Para activar la cámara, seleccionar las pestañas que se ven de color turquesa (Figura 3) estas se encuentran en la pestaña “sensor de video”.

“Fijar efecto”, sirve para darle tonalidad al puntero.

Figura 4. Detección y conteo de colores.

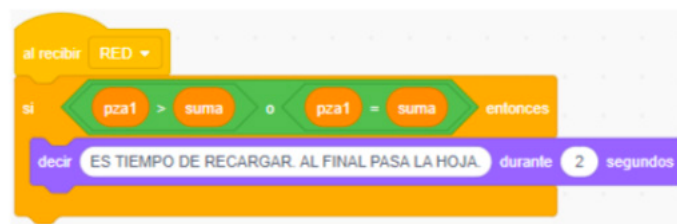


Esta sección cuenta con 3 condiciones:

Condición 1: para que el programa pueda realizar el conteo se usaron pestañas de “decisiones”, teniendo como condición principal detectar una tonalidad de color, siendo esto lo que permite contabilizar la variable (pza1) dentro de la decisión.

Condición 2: realizar un llamado de atención es objetivo de la segunda condición, si la variable iguala o supera el límite de piezas establecido para evitar el desabasto de la mesa de ensamblado generará un mensaje “RED”:

Figura 5. Advertencia de desabasto de piezas.



Al generar el mensaje “RED” por la condición 2 se ejecuta un código (Figura 5) cuyo propósito de este es mandar un mensaje a la persona solicitando que resurta las piezas faltantes que ha utilizado.

Este mensaje dejará de aparecer hasta que la variable “pza1” sea igual a 0.

Condición 3: permite regresar la variable a 0 por medio de detectores de color, el cual, al ser identificado por el programa genera un mensaje, “RELLENO”:

Figura 6. Reinicio de conteo.



Este proceso se repite para las “n” cantidad de piezas requeridas.

Figura 7. Conteo de pieza 2.

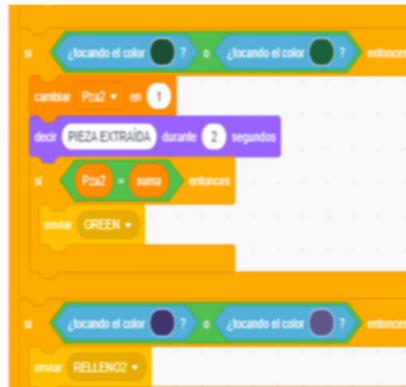


Figura 8. Conteo de pieza 3.



Figura 9. Arranque del programa.

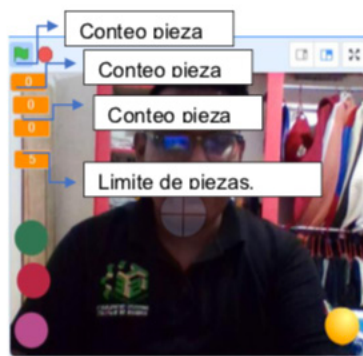
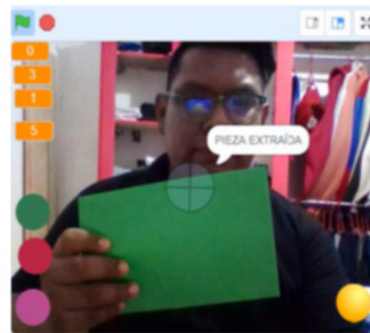
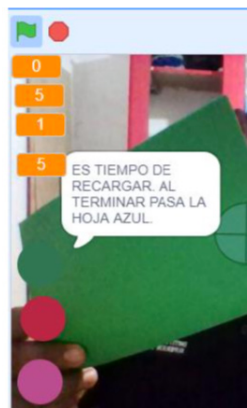


Figura 10. Conteo de pieza 3.



El programa al detectar el color con el puntero muestra un mensaje notificando que la pieza ha sido contabilizada, reflejándose en la esquina superior derecha Figura 10.

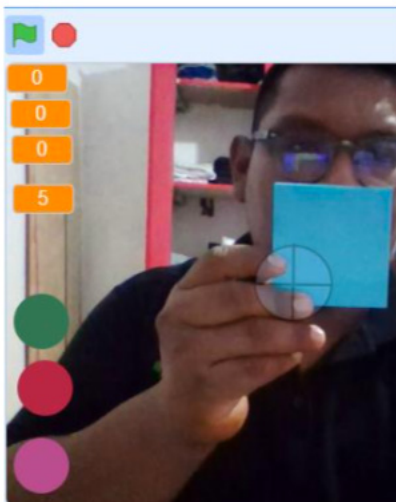
Figura 11. Mensaje de advertencia.



Cuando las piezas igualan o superan las piezas permitidas el programa manda un mensaje donde advierte que debe resurtir la mesa Figura 11, en caso a haber terminado, debe reiniciar el conteo. Para reiniciar el conteo se debe pasar una hoja azul Figura 12.

## V. CONCLUSIONES

Figura 12. Reinicio del conteo de la pieza 2.



En este proyecto denominado “Prototipo de captura de imágenes para manejo de suministros en líneas de producción” se propuso y realizó la implementación de un sistema de manejo de semáforo para el aviso de faltantes en el suministro de una mesa de armado de productos.

Con la finalidad de proponer una solución simple que pueda ser adaptada con dispositivos que pueden variar en precio y formato, pero adaptables entre si para otorgar una solución de apoyo a las empresas de manufactura acorde a las demandas de la industria 4.0.

Las habilidades y conocimientos del alumno y la investigadora permitieron llevar a cabo el proyecto con resultados positivos, logrando que el prototipo sea funcional y se pueda implementar dentro de las líneas de producción.

## VI. RECONOCIMIENTOS

Reconocemos el esfuerzo de crear la plataforma de comunicación entre Instituciones de Educación Superior para la generación de ciencia y tecnología en condiciones virtuales. La participación del Tecnológico Nacional de México en Celaya y el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Irapuato, ambos pertenecientes al Tecnológico Nacional de México.

## REFERENCIAS

- [1] Aguilar, L. J. (2011). Computación en la Nube e Innovaciones Tecnológicas. El Agora de Latinoamérica [Revista electrónica]. Recuperado de <https://goo.gl/gQzJzP>
- [2] Carrera, M. (2015). Las tecnologías de la información y la comunicación. RevTecnol.
- [3] Del Vecchio, J. F., Paternina, F. J., Henríquez, C. (2015). La computación en la nube: un modelo para el desarrollo de las empresas. Prospect, vol. 13, núm. 2. Colombia: Universidad Autónoma del Caribe. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/4962/496250642010.pdf>



- [4] Hernández, R., Fernández, C., Baptista, M. (2014). Metodología de la Investigación. 6a edición. México: Mc Graw Hill.
- [5] G. Will, *Industria Riqueza*, Gald, Will. *Industria 4.0: Riqueza, Ciudadanía y Estado*, Washington: Ed. Kindle, 2018.
- [6] Osores, M. (2013, diciembre). *Software as a Service: Oportunidad para pymes en América Latina*. TechTarget. Recuperado de <https://goo.gl/cTD7BX>
- [7] Tecnia - Inspiring Business, «FÁBRICA DEL FUTURO - Diseñada para progresar,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.tecnia.com/es/>. [Último acceso: 01 10 2018].
- [8] Villafranco, G. (2015, octubre 30). *Cómputo en la nube, ¿herramienta de veras útil para las pymes?* Forbes México. Recuperado de <https://goo.gl/dWQ8xP>

## ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO: USO DEL CARBONIZADO DE HUESO EN SUELOS

Melannie Montserrat Pedroza Jiménez  
Universidad Autónoma de Aguascalientes  
Avenida Universidad # 940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.  
*mmpj2712@hotmail.com*

Nahum Andrés Medellín Castillo  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí  
Álvaro Obregón 64, Centro, 78300 San Luis, S.L.P.  
*nahum.medellin@uaslp.mx*

Resumen — En este documento se realizó un análisis bibliométrico utilizando la plataforma Dimensions en su versión gratuita, con las palabras clave “bone char on soil”, con el objetivo de determinar el interés alrededor del uso del carbonizado de hueso en suelos con diversos propósitos, considerando que este material presenta una serie de propiedades que permiten solucionar problemáticas como la contaminación de suelos y la necesidad de fertilizantes alternativos. Del análisis de los datos obtenidos se observó un creciente interés por el estudio del carbonizado de hueso especialmente en áreas de las ciencias ambientales y un cambio de enfoque en los estudios. Además de estudiarse la relevancia y correlaciones entre autores, el número de publicaciones y país de origen.

Palabras clave — Carbonizado de hueso, suelos, análisis bibliométrico.

Abstract — On this document it is presented a bibliometric analysis carried out employing the Dimensions platform on its free version using as key words “bone char on soil” with the objective of finding out the interest surrounding the use of bone char on soil for different purposes, considering bone char presents a group of properties that allows it to solve problematics such as soils contamination and the necessity for alternative fertilizers. From the data analysis it was clear there was a growing interest for the study of bone char specially in environmental sciences and changing approaches of the studies along time. It was also studied the importance and correlations between authors, the number of publications and where were they published.

Keywords — Bone char, soils, bibliometric analysis.

## I. INTRODUCCIÓN

El estudio del suelo y su calidad son de gran importancia ya que es el factor ambiental más importante del que depende la vida humana (Zhao et al., 2020). La calidad del suelo no depende únicamente de los contaminantes sino también de su funcionalidad en el ecosistema y su capacidad de mantener la productividad biológica promoviendo la salud de plantas y animales (Bünemann et al., 2018). En la actualidad, fenómenos como el calentamiento global, la desertificación y la salinización de los suelos, junto con la creciente demanda alimenticia y la actividad humana han producido la degradación del suelo (Sajyan et al., 2020; Alaoui et al., 2020). Por lo anterior se han buscado alternativas que puedan dar solución a los problemas de desgaste y contaminación de suelos. Una de las nuevas alternativas que se están explorando es el carbonizado de hueso, el cual es producido mediante la pirólisis de hueso animal sin grasa y desgelatinizado; las condiciones de este proceso, así como los materiales base influyen en las propiedades del carbonizado de hueso (Amin, 2020). El interés en este material se debe a que presenta una oportunidad de solucionar problemáticas como la contaminación de suelos por metales pesados (Leinweber et al., 2019; Siebers et al., 2014), el uso y aprovechamiento de residuos generados en mataderos (Arvanitoyannis & Ladas, 2008) y los problemas de disponibilidad-agotamiento al ser un recurso no renovable y tener una distribución geopolítica desbalanceada de las fuentes minerales de fósforo para fertilizantes (Mahmoud et al., 2017; Sun et al., 2018; Morshedizad et al., 2018). De manera que en este estudio se busca observar la relevancia que los diversos usos del carbonizado de hueso (bone char) en el suelo, ha tomado en los últimos 20 años.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el análisis bibliométrico se realizó una búsqueda utilizando Dimensions en su versión gratuita utilizando como palabras clave “bone char on soil”, limitando la búsqueda a la presencia de las palabras clave en el título o abstract, de manera que se asegure que el artículo es referente al tema. Los datos fueron extraídos el 15 de julio de 2021 y se analizó el número de publicaciones (artículos y capítulos de libro) respecto al tema realizadas en los últimos 20 años (2001-2021), los autores con el mayor número de publicaciones referentes al tema, las revistas en las que se han publicado los documentos y las áreas de investigación a las que corresponden. También, se analizaron las relaciones entre autores por co-autoría y de las palabras con co-ocurrencia más relevantes, utilizando para esto el programa gratuito VOSviewer en su versión 1.6.17, esto con los datos descargables en Dimensions los cuales son arrojados en un formato compatible con el programa.

## III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los últimos 20 años en Dimensions se registraron 36 documentos relacionados a la búsqueda realizada, entre los que se encuentran 33 artículos (91.67 %) y 3 capítulos de libro (8.33 %), esto tiene sentido considerando que los artículos son la principal forma de difusión de información científica (Maasen, 2016). De dichas publicaciones se encontró que las 5 fuentes donde se publicó más del tema fueron las revistas *Environmental Engineering Science*, *Chemosphere*, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* y *Acta Universitatis Sapientiae Agriculture and Environment*, con dos publicaciones cada una; todas ellas revistas relacionadas a ciencias ambientales y del suelo. Considerando la naturaleza temática de las fuentes fue de esperarse que, tras analizar los campos temáticos de investigación, se observó una clara dominancia en el área de ciencias ambientales, seguida por la ingeniería, ciencias biológicas y ciencias de la agricultura y veterinarias (Fig. 2) donde se pueden encontrar artículos relativos a su uso en la mejora de suelos deficientes en fósforo, en la remoción de plomo, inmovilización de cadmio, uso en la biodegradación de petróleo crudo y otros efectos. En la Fig. 1 se puede observar la distribución de la publicación de dichos documentos por año donde se aprecia

un incremento en el número de publicaciones, reflejando la creciente atención que se le ha dado al uso y aplicación del carbonizado de hueso de diferentes animales en el suelo, especialmente en los últimos 5 años. Este creciente interés podría estar relacionado a la necesidad de encontrar alternativas amigables con el ambiente que aseguren la sustentabilidad, la búsqueda de aplicaciones para residuos animales cuyo uso es muy controlado tras la crisis de encefalopatía espongiforme siendo eliminados comúnmente por incineración o pirólisis (Vassilev et al., 2013); y a los resultados positivos que se han obtenido en estudios antes realizados.

En la Tabla 1 se muestran los 6 autores con el mayor número de publicaciones respecto al uso de carbonizado de hueso en suelos, de los cuales cuatro pertenecen a universidades alemanas, y tres de estas son de la University of Rostock, lo que podría indicar que en esta universidad existe un mayor interés sobre el tema. También, cabría destacar que, aunque Leinweber es el autor con mayor número de publicaciones, Zhu es quien posee la mayor cantidad de citas. Por otro lado, en la Fig. 3, se puede observar la correlación de los 25 autores con mayor interrelación por co-autoría en publicaciones referentes al uso del carbonizado de hueso en suelos. Este fue obtenido con apoyo de VOSviewer haciendo un análisis de co-autoría por autores, con un conteo total (Full counting), sin mínimo de documentos publicados o citas por autor, tomando en cuenta los 25 autores con mayor correlación. Esto permite determinar a los autores más relevantes y sus trabajos colaborativos con otros.

Fig. 1. Número de publicaciones relacionadas a la búsqueda "Bone char on soil" por año y según el tipo de publicación (artículo o capítulo de libro)

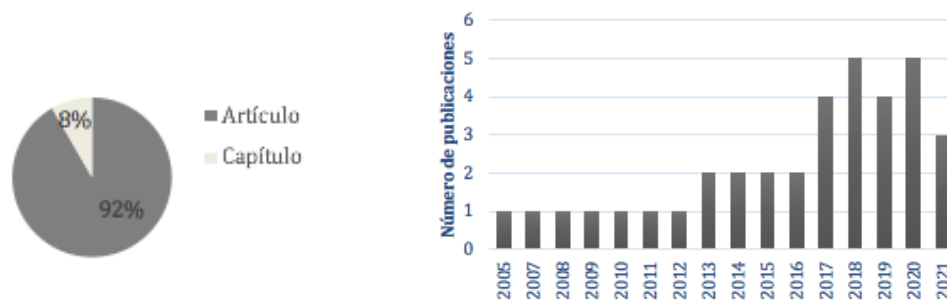


Fig. 2. Número de publicaciones según las distintas áreas de investigación

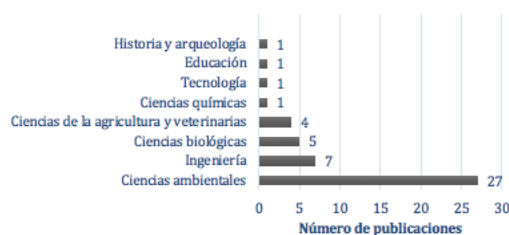


Tabla 1. Top 6 autores con mayor número de publicaciones de la temática

Nombre	Publicaciones	Citas	Media de citas
<i>Organización y país</i>			
<b>Peter Leinweber</b> University of Rostock, Alemania	7	65	9.29
<b>Mohsen Morshedizad</b> University of Rostock, Alemania	4	30	7.50
<b>Dana Zimmer</b> University of Rostock, Alemania	3	21	7.00
<b>Yong-Guan Zhu</b> Institute of Urban Environment, China	3	78	26.00
<b>Abu El-Eyuoon Abu Zied Amin</b> Assiut University, Egipto	3	3	1.00
<b>Kerstin Panten</b> Federal Research Centre for Cultivated Plants, Alemania	3	21	7.00

Adicionalmente, se realizó un análisis por co-ocurrencia de términos usando la configuración predeterminada por VOSviewer cambiando a un conteo total y con un mínimo de ocurrencias de término a 5 veces, resultando el mapa que se muestra en la Fig. 4. Este nos permite apreciar un desplazamiento en los enfoques que se le ha dado al uso de carbonizado de hueso pasando de un uso relacionado con la contaminación de suelos a la investigación centrada a su uso como fertilizante de fósforo como un material de bajo costo. Adicionalmente, se pueden observar correlaciones interesantes, por ejemplo, el “carbonizado de hueso animal” se relaciona con “solución”, “contaminación del suelo”, “metales pesados”, “inmovilización”, “biodisponibilidad”, “nutrientes” y “bajo costo”, esta última, a su vez, se relaciona con los términos “fertilizante de fosfato”. Esto podría sugerir, que en los estudios realizados se ha relacionado el uso de este material como una solución económica para la contaminación de suelos con metales pesados involucrado en la inmovilización y biodisponibilidad de estos y de los nutrientes; así mismo se plantea como un fertilizante de fósforo de bajo.

Fig. 3. Mapa de correlación entre autores por co-autoría. Se muestran los autores en diferente color según el número promedio de citas y en diferente tamaño según el número de publicaciones.

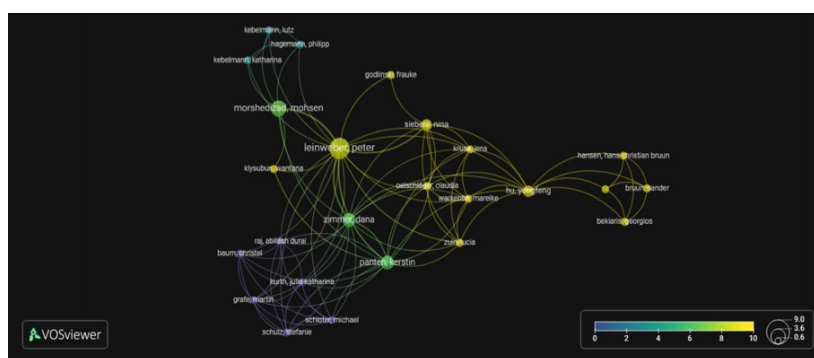
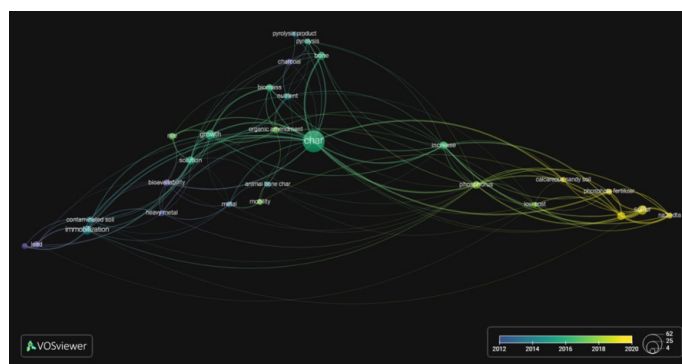


Fig. 4. En este mapa se puede observar cada término en mayor tamaño según su ocurrencia y en diferente color de acuerdo con un promedio de año de publicación de los artículos en que aparece.



#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este estudio se ha demostrado que existe un creciente interés en el estudio del uso del carbonizado de hueso en suelos y sus efectos tanto positivos como negativos, considerando en que es un recurso renovable, económico y fácil de conseguir que, al no aprovecharse representa un problema por ser un desecho que requiere de tratamiento. También, se observó el cambio de enfoque que se le ha dado a la investigación con el paso de los años al observar el cambio en la co-ocurrencia de términos relevantes en los artículos. Estudios más profundos pueden

realizarse para identificar los países con mayor interés en la temática y comprobar si esto tiene relación con la búsqueda de alternativas amigables con el ambiente para solucionar problemas locales, además de observar de forma más específica que tipo de aplicaciones (remediación, fertilizantes, mejoramiento de las propiedades del suelo u otras) son las más investigadas.

#### V. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Se agradece profundamente al Dr Nahum Andres Medellin Castillo y al M. en C. Sergio Armando Cruz Briano por la oportunidad de participar en este 23 Verano de la Ciencia Región Centro bajo su tutela. Al igual que a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y a la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

#### VI. REFERENCIAS

- Zhao, H., Huang, X., Liu, F., Hu, X., Zhao, X., Wang, L., Gao, P. & Ji, P. (2020). A two-year field study of using a new material for remediation of cadmium contaminated paddy soil. *Environmental Pollution*. 263: 114614. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114614>
- Bünemann, E.K., Bongiorno, G., Bai, Z., Creamer, R.E., Deyn, G.D, de Geode, R., Fleskens, L., Geissen, V., Kuyper, T.W., Mäder, P., Pulleman, M., Sukkel, W., van Groenigen, J.W., Brussaard, L. (2018). Soil quality: a critical review. *Soil Biology and Biochemistry*. 120: 105-125. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.01.030>
- Sajyan, T.K., Alturki, S.M. & Sassine, Y.N. (2020). Nano-fertilizers and their impact on vegetables: Contribution of Nano-chelate Super Plus ZFM and Lithovit®-standard to improve salt-tolerance of pepper *Annals of Agricultural Sciences*. 65: 200-208.
- Alaoui, A., Barão, L., Ferreira, C.S., Schwilch, G., Basch, G., García, F., Morugan, A., Mataix, J., Kosmas, C., Glavan, M., Szabó, B., Hermann, T., Petrutza, O., Lipiec, J., Frac, M., Reintam, E., Xu, M., Di, J., Fan, H., Sukkel, W., Lemesle, J., Geissen, V. & Fleskens, L. (2020). Visual assessment of the impact of agricultural management practices on soil quality. *Agronomy Journal*. 112: 2608– 2623. <https://doi.org/10.1002/agj2.20216>
- Amin, A.E. (2020). Sulfur, Na<sub>2</sub>-EDTA and their mixture effects on phosphorus release from cow bone char in P-poor sandy soil. *Environmental Technology & Innovation*. 17: 100636. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.100636>
- Leinweber, P., Hagemann, P., Kebelman, L., Kebelman, K. & Morshedizad, M. (2019). Bonechar as a novel phosphorus fertilizer. En Ohtake, H. & Tsuneda, S. (Eds). *Phosphorus Recovery and recycling*. (pp 419-432). Springer Nature.
- Siebers, N., Godlinski, F. & Leinweber, P. (2014). Bone char as phosphorus fertilizer involved in cadmium immobilization in lettuce, wheat, and potato cropping. *J. Plant Nutr. Soil Sci*. 177:75-83. [10.1002/jpln.201300113](https://doi.org/10.1002/jpln.201300113)
- Arvanitoyannis, I.S. & Ladas, D. (2008). Meat waste treatment methods and potential uses. *International Journal of Food Science and Technology*. 43: 543-559
- Mahmoud, A.H., Saleh, M.E. & El-Rafaey, A.A. (2017). Evaluation of poultry manure and acidified water for improving phosphorus utilization from bone char: a comparative study. *Egypt J Soil Sci*. 57 (2): 233-245.
- Sun, D., Hale, L., Kar, G., Soolanayakanahally, R. & Adl, S. (2018). Phosphorus recovery and reuse by pyrolysis: Applications for agriculture and environment. *Chemosphere*. 194: 682-691. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.12.035>
- Morshedizad, M., Panten, K., Klysubun, W. & Leinweber, P. (2018). Bone char effects on soil: sequential fractionations and XANES spectroscopy. *Soil*. 4: 23-35. <https://doi.org/10.5194/soil-4-23-2018>
- Maasen, S. (2016). Bibliometric analysis of research on wastewater irrigation during 1991-2014. *Irrigation and Drainage*. 65: 644-653. [10.1002/ird.1981](https://doi.org/10.1002/ird.1981)



Vassilev, N., Marthos, E., Mendes, G., Martos, V. & Vassileva, M. (2013). Biochar of animal origin: a sustainable solution to the global problem of high-grade rock phosphate scarcity? *J sci food agric*. 93: 1799-1804. 10.1002/jsfa.6130

# REAL TIME PROGRAMMING FOR HUMAN MOTION

Oliver Alejandro Mendiola Barrón  
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato  
Carretera Irapuato-Silao km 12.5 El Copal 36821.  
*lis17110238@irapuato.tecnm.mx*,  
*lis17110587@irapuato.tecnm.mx*

Mirolava Cano Lara  
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato  
Carretera Irapuato-Silao km 12.5 El Copal 36821.  
*mirolava.cl@irapuato.tecnm.mx*

Resumen — En este trabajo se presenta el desarrollo de un sistema de detección de rostros, el cual utiliza el lenguaje de programación “Python”. Utilizando la librería openCV compuesta de varios algoritmos que fueron entrenados para obtener resultados más precisos.

La primera parte del desarrollo como parámetro de entrada se utilizan fotografías para observar y analizar los resultados obtenidos. Una vez que se obtuvieron los resultados esperados, la segunda parte del desarrollo fue aplicar la detección de rostros en tiempo real tomando en cuenta las condiciones que se presentan en el entorno que rodea al usuario.

Palabras clave — Python, OpenCV, detección de rostro, tiempo real.

Abstract — This work presents the development of a face detection system, which uses the programming language “Python”. Using the openCV library composed of several algorithms that were trained to obtain more precise results. The first part of the development as an input parameter, photographs are used to observe and analyze the results obtained. Once the expected results were obtained, the second part of the development was to apply face detection in real time taking into account the conditions that arise in the environment around the user.

Keywords — Python, OpenCV, face detection, real time.

## I. INTRODUCCIÓN

La visión artificial es una disciplina científica que incluye métodos para adquirir, procesar y analizar imágenes del mundo real con el fin de producir información que pueda ser tratada por una máquina. Una manera simple de comprender este sistema es basarnos en nuestros propios sentidos. Los humanos usamos nuestros ojos para comprender el mundo que nos rodea, y la visión artificial trata de producir ese mismo efecto en máquinas. Éstas podrán percibir y entender una imagen o secuencia de imágenes y actuar según convenga en una determinada situación. La comprensión en los dispositivos se consigue gracias a una descomposición de la imagen en pequeños fragmentos (píxeles) y en su posterior estudio.

## II. MARCO TEÓRICO

El algoritmo necesita imágenes positivas (imágenes de rostros) e imágenes negativas (imágenes sin rostros) para entrenar al clasificador. Se requiere extraer características de él. Son como nuestro núcleo convolucional. Cada característica es un valor único obtenido al restar la suma de píxeles debajo del rectángulo blanco de la suma de píxeles debajo del rectángulo negro (figura 1).

ScaleFactor: Si se ingresa 1.1, quiere decir que se va a ir reduciendo la imagen en 10%, con 1.3 se reducirá 30%, creando de esta manera una pirámide de imágenes. Si se asigna un número muy alto, se pierden algunas detecciones. Mientras que para valores muy pequeños como por ejemplo 1,01 (es decir reducir en un 1% la imagen), pueden incrementar los falsos positivos (que son detecciones presentadas como objetos u rostros, pero que en realidad no lo son). Esto es debido al tamaño que presenten los rostros en la imagen, unos pueden ocupar mayor o menor área que otros, por lo que para que se trate de detectar todos en sus distintos tamaños se aplica la pirámide de imágenes (figura 2).

MinNeighbors: Este parámetro especifica cuántos vecinos debe tener cada rectángulo candidato para retenerlo, o el número mínimo de cuadros delimitadores o vecinos que debe tener un rostro para que detectado como tal (figura 3).

MinSize: Este parámetro indica el tamaño mínimo posible del objeto. Objetos más pequeños son ignorados.

MaxSize: Este parámetro indica el tamaño máximo posible del objeto. Objetos más grandes son ignorados.

Figura 1. Proceso de extracción de características  
Figura 2. Pirámide de imágenes.

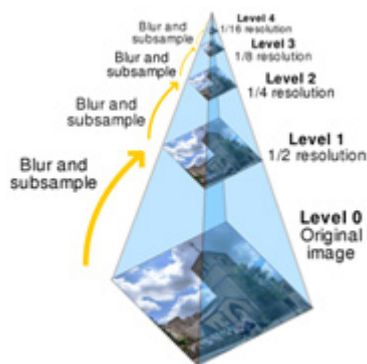
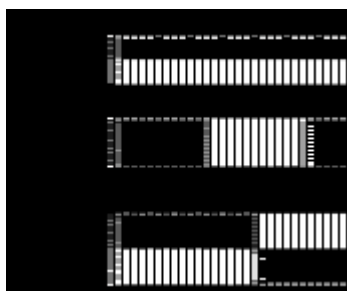
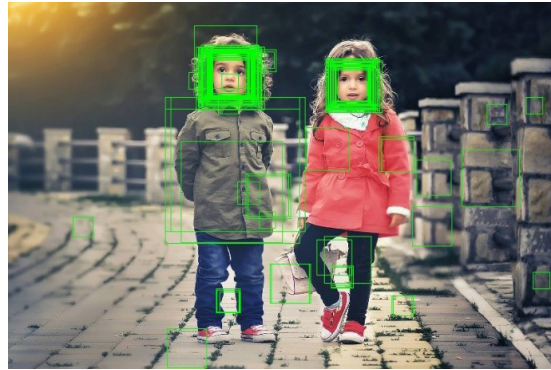


Figura 3. Conflicto de detección de rostro.



### III. MATERIALES Y MÉTODOS

En la identificación de rostros a través de fotografía la primera sección del algoritmo requiere de la librería openCv con las herramientas necesarias para manejar elementos gráficos, como imágenes y video, perteneciente al entorno de programación python, seguido de un llamado al pre-entrenador que previamente al igual que la imagen a analizar deberán estar almacenados en la misma carpeta, así se asignan a un nombre identificador. Las imágenes usadas fueron capturadas con la cámara de un dispositivo móvil de 16 Mega píxeles.

Ahora el procesamiento de imagen al pasar la imagen a escala de grises, se inicia con la estructura de los argumentos (con una escala de factor de 1.5 reduciéndola 50%, un mínimo de vecinos de 5, con áreas que radiquen dentro del mínimo de 30 por 30 hasta 200 por 200) que permiten identificar las características que debe tener un rostro para que se reconozca como tal. La segunda etapa está constituida en la primera sección por la declaración de biblioteca, el pre-entrenador y además de realizar comunicación con la cámara de 16 mega píxeles perteneciente a un dispositivo móvil para su apertura.

La segunda sección consta de la lectura de la cámara del dispositivo móvil conectado al equipo de cómputo, la presencia de solo dos argumentos (la escala a 1.3 y con un mínimo de 5 vecinos, en este caso no se le adjunto los parámetros faltantes ya que presentaba falsos positivos recurrentes) en la función que realiza las escalas, encuadrando los rostros encontrados en tiempo real con las coordenadas que realizan el barrido. Mostrando el video en tiempo real de salida.

### IV. RESULTADOS

Para los resultados fueron trabajados con los mismos estudiantes del proyecto. Se logra percibir en un tiempo de unos cuantos segundos la detección del rostro. Considerando que puede aplicar en movimiento y en forma estatica. El recuadro verde, señala la región del rostro (figura 4).

Figura 4. Imágenes de salida al aplicarse en fotografías



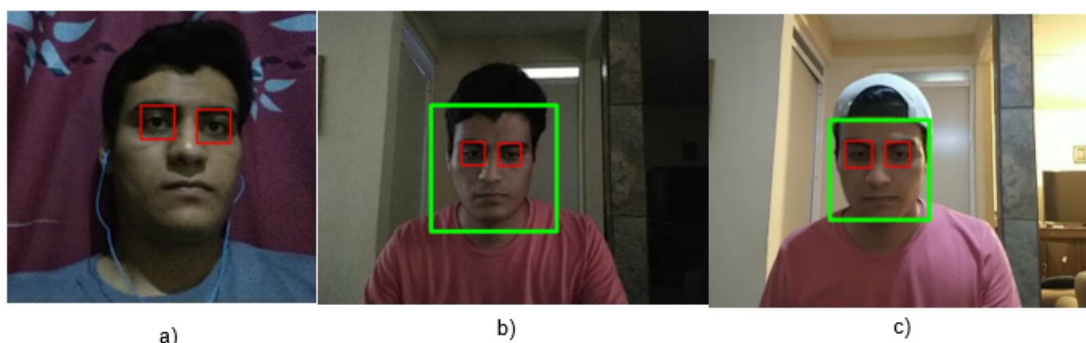
```

1 import cv2 as cv
2
3 camera = cv.VideoCapture(1)
4 faceClassis = cv.CascadeClassifier('haarcascade_frontalface_default.xml')
5 eye_cascade = cv.CascadeClassifier('haarcascade_eye.xml')
6
7 while True:
8     ret, frame = camera.read()
9     gray = cv.cvtColor(frame, cv.COLOR_BGR2GRAY)
10    faces = faceClassis.detectMultiScale(gray,1.3, 4)
11
12
13    for (x,y,w,h) in faces:
14        cv.rectangle(frame,(x,y),(x+w,y+h),(0,255,0),6)
15        roi_gray = gray[y:y+h, x:x+w]
16        roi_color = frame[y:y+h, x:x+w]
17        eyes = eye_cascade.detectMultiScale(roi_gray, 1.2, 5)
18        for (ex, ey, ew, eh) in eyes:
19            cv.rectangle(roi_color, (ex, ey), (ex+ew, ey+eh), (0, 0, 255),2)
20
21
22    cv.imshow('video', frame)
23    if cv.waitKey(1) & 0xFF==ord('x'):
24        cv.imwrite('captura2.png', frame)
25        break
26    cv.destroyAllWindows()

```

Figura 5. Código empleado en el algoritmo detección de rostros y ojos

Figura 6. Capturas tomadas durante la detección de rostro en tiempo real, a) Primera prueba aplicada a detección de ojo, b) rostro descubierto y poca iluminación, c) Rostro descubierta una mayor iluminación y evitando el uso de lentes para no provocar falsos positivos en el área de los ojos



## V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La implementación del sistema de reconocimiento facial creado en base del pre entrenador de la serie de algoritmos que ofrece OpenCV, este sistema primeramente empleado en fotografías resulto más complejo en cuestión de establecer los parámetros para que los rostros tuvieran los rasgos característicos necesarios, como área ocupada por los mismos, vecinos máximos y mínimos que determinan con base a la escala que se le haya otorgado los falsos positivos que podría presentar la fotografía analizada. En relación con el análisis en tiempo real los parámetros mencionados como distancia en relación del sujeto plasmado en la fotografía no fueron relevantes ya que acceder a la cámara del equipo se logra obtener un cuadro fijo en consideración con los acercamientos que presentaban algunas fotografías, parámetros como escala y vecinos próximos son suficientes para que el sistema no detecte la presencia de falsos positivos o no pueda analizar el área que las facciones faciales comprenden.

## VI. CONCLUSIONES

El sistema de visión aprende a desarrollar las habilidades necesarias para identificar uno o varios rostros en escenarios distintos, con variaciones en distancia, luz o algunos objetos que cubran cierta área de los rostros, además de presentar falsos positivos sin ser intermitentes ya que estos radican en el movimiento que el usuario realice ya que ante un movimiento brusco y rápido en su afán por encontrar deprisa el rostro el sistema comienza a rastrear áreas que sean similares con las que el ya tenía comprendido por un rostro.

## VII. RECONOCIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento a la doctora Miroslava Cano Lara por permitirnos la oportunidad de participar y es un privilegio haber realizado estancia de verano.

## REFERENCIAS

- [1] Solano, G. (2020, 21 enero). Detección de rostros. OMES. <https://omes-va.com/deteccion-de-rostros-con-haar-cascades-python-opencv/>
- [2] Paul Viola y Michael J. Jones. Detección de rostros robusta en tiempo real. *Revista Internacional de Visión por Computador*, 57 (2): 137-154, 2004.
- [3] Rainer Lienhart y Jochen Maydt. Un conjunto extendido de funciones similares a haar para la detección rápida de objetos. En *procesamiento de imágenes. 2002. Actas. Conferencia Internacional sobre 2002*, volumen 1, páginas I-900.
- [4] Hong, K. (2014). OBJECT DETECTION: FACE DETECTION USING HAAR CASCADE CLASSIFIERS. *BogoToBogo*. [https://www.bogotobogo.com/python/OpenCV\\_Python/python\\_opencv3\\_Image\\_Object\\_Detection\\_Face\\_Detection\\_Haar\\_Cascade\\_Classifiers.php](https://www.bogotobogo.com/python/OpenCV_Python/python_opencv3_Image_Object_Detection_Face_Detection_Haar_Cascade_Classifiers.php)
- [5] Tiwari, S. (2016). Reconocimiento facial con Python. *Real Python*. <https://realpython.com/face-recognition-with-python/>
- [6] Bin Wang y Piotr Dudek. Un algoritmo de resta de fondo de autoajuste rápido. En *Talleres de reconocimiento de patrones y visión por computadora (CVPRW), Conferencia IEEE 2014*, páginas 401–404. IEEE, 2014.



# TRATAMIENTO DE UN MINERAL CON ÁCIDO ACÉTICO PARA LA OBTENCIÓN DE COMPUESTOS FORMADORES DE CERÁMICOS MAGNÉTICOS

Siria Monserrath Ozoria Martinez.

UADEC, Facultad de Metalurgia. Carretera 57 km 5, Monclova, Coahuila.  
sozoria@uadec.edu.mx

Ma. Gloria Rosales Sosa

UADEC, Facultad de Metalurgia.  
Carretera 57 km 5, Monclova, Coahuila.  
mrosales@uadec.edu.mx

Resumen — Muestras de mineral de caliza fueron molidas hasta un tamaño menor de 200 mallas, posteriormente fueron lixiviadas en ácido acético al 10, 20 y 30% (ácido acético-agua destilada), a una temperatura de 60 °C y agitación magnética durante 15 minutos. Después las muestras fueron filtradas, lavadas y secadas. El carbonato de calcio obtenido se puso a reaccionar con magnetita en estado sólido a una temperatura de 745°C. El ácido acético es un buen lixiviante. Los productos fueron caracterizados por fluorescencia de rayos x y difracción de rayos x.

Palabras clave — Mineral de caliza, ácido acético, lixiviación, .

Abstract — Limestone mineral samples were ground to a size of less than 200 mesh, later they were leached in 10, 20 and 30% acetic acid (acetic acid-distilled water), at a temperature of 60 ° C and magnetic stirring for 15 minutes. The samples were then filtered, washed and dried. The calcium carbonate obtained was reacted with magnetite in the solid state at a temperature of 745 ° C. Acetic acid is a good leach. The products were characterized by x-ray fluorescence and x-ray diffraction.

Keywords — Limestone ore 1, acetic acid 2, leaching 3.

## I. INTRODUCCIÓN

Las características y usos del carbonato de calcio abarcan una amplia gama de posibilidades que incluyen, además, la farmacología y la nutrición. Su fórmula química es  $\text{CaCO}_3$  y se encuentra de modo muy frecuente en la naturaleza, en caparazones y conchas de algunos animales marinos o en rocas, resultando su elemento esencial. El carbonato de calcio en forma natural sufre un complejo proceso químico hasta que adquiere la forma en que es comercializado. En la industria de plásticos y hules es apreciado por su elevado rango de blancura, elevada pu-

reza, baja abrasividad y ventajas en cuanto a su precio. Los usos del carbonato de calcio en este sector se aplican al PVC rígido y plastificado, polietileno, polipropileno y algunas resinas de poliéster, además de otras clases de plásticos. La inclusión de este compuesto en esta industria obedece, entre otras características, a su poca absorción de plastificante y óptima capacidad para dispersarse.

En la industria del caucho, el carbonato de calcio se usa para conservar la maleabilidad y dotar de resistencia al caucho. Por otra parte, una de las características del carbonato de calcio es que reduce el envejecimiento de los cauchos, además de resultar provechoso en lo económico al disminuir el coste que conllevan las resinas.

## II. MARCO TEÓRICO

La caliza es una roca sedimentaria porosa formada por carbonatos, principalmente carbonato de calcio. Cuando tiene alta proporción de carbonatos de magnesio se le conoce como dolomita. La roca caliza tiene una gran resistencia a la meteorización, eso ha permitido que muchas esculturas y edificios de la antigüedad tallados en dichas rocas hayan llegado hasta nosotros. Sin embargo, la acción del agua de lluvia y ríos provoca la disolución de la caliza, creando un tipo de erosión característica denominada kárstica. La roca caliza es un componente importante del cemento usado en las construcciones modernas. Orgánico, de Briozoos, fango calizo caracterizado por las estructuras en red de briozoos fosilizados. La matriz de un grano fino y textura regular. La caliza, roca compuesta aproximadamente por un porcentaje superior al 70% de  $\text{CaCO}_3$  y cantidades variables de impurezas, se utiliza extensamente en forma natural para el encalado de suelos y otras aplicaciones. Asimismo, constituye la materia prima usada para producir carbonato de calcio precipitado y otros productos de mayor valor agregado (Romano, 2006). La clasificación de las calizas se realiza en base a su composición y contenidos de impurezas, aquellas que poseen entre 1 o 2 % de  $\text{MgO}$  se denominan magnesianas mientras que, si la proporción se encuentra entre 7 y 22 % reciben el nombre de dolomitas, carbonato doble de calcio y magnesio. El material calcáreo conformado por 25 % a 75 % de  $\text{CaCO}_3$  y como contaminantes material arcilloso y sílice, se conocen como calizas margas (Bordas, 1969).

Carbonato de calcio, magnesio y potasio. Tiene muchas sustancias nutritivas. Cristales romboédricos, escalenoédricos y prismáticos, a veces combinaciones de estas; normalmente concrecionada estalactita, psolítica, fibrosas y laminares; frecuentes maclas y variadas. El ácido acético, también llamado ácido metilcarboxílico o ácido etanoico, es una sustancia orgánica presente en la composición del vinagre, responsable de su típico olor y sabor agrio. El ácido acético pertenece a los ácidos carboxílicos (caracterizados por la presencia de un grupo químico funcional carboxilo:  $-\text{COOH}$ ), y se lo suele ubicar en las clasificaciones entre el ácido fórmico o metanoico (que posee un único átomo de carbono) y el ácido propanoico (que posee una cadena de tres átomos de carbono).

A la lixiviación también se la conoce como extracción sólido-líquido, ya que consiste en el uso de un disolvente líquido con un sólido pulverizado, una acción que permite la disolución de los elementos solubles del sólido. A través de lixiviación, en definitiva, es posible extraer solutos de un sólido gracias a la utilización de un disolvente líquido. Cuando las fases se contactan, los solutos se difunden al líquido, lográndose la separación.

En el terreno de la metalurgia, la lixiviación posibilita la extracción de especies útiles desde un mineral, usando reactivos que se encargan de su disolución. El cobre, la plata y el oro son metales que suelen extraerse mediante la lixiviación, que se puede llevar a cabo de distintas maneras (por agitación, en pilas, en botaderos, etc.).

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

- Ácido acético.
- Parrilla cimarec thermo scientific.
- Agitador magnético.
- Probeta.
- Termómetro.
- Agua destilada.
- Vaso de precipitado 100 ml.
- Imán.

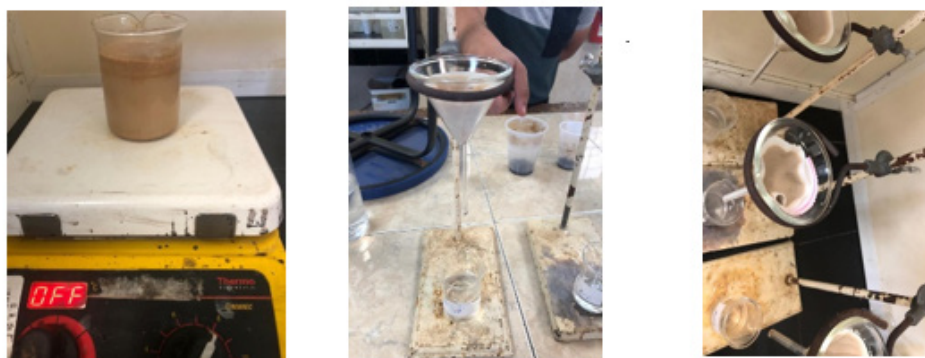
### A. Equipo

- Mufla marca Felisa
- Difractor de rayos X, Bruker D8 Advance
- Molino mecánico

### B. Lixiviación:

En un vaso de precipitado se añadieron 100 ml de ácido acético-agua destilada(10%), la cual fue calentada hasta los 60 °C con agitación constante, en el tiempo en el que éste tarde en llegar a la temperatura antes mencionada, en otro vaso de precipitado se colocaron 100 ml de ácido acético-agua destilada(20%) posteriormente en otro vaso de precipitado se colocaron 100 ml de ácido acético-agua destilada(30%) se esperaron algunos minutos para que éste retomara la temperatura dicha, después se puso un imán debajo del vaso para que este empezara a separar el mineral y después quitar e exceso de agua destilada con un proceso de filtración dejando secar durante dos días. En la Fig. 1, se ilustra este procedimiento.

Fig. 1. Proceso de Lixiviación



Una vez obtenida, se deja reposar a temperatura ambiente formándose un sólido, el cual se molió .obteniéndose aproximadamente 10 gramos de caliza lixiviada. Posteriormente se le dio un tratamiento térmico a 745°C por 6 horas, tratando de obtener la ferrita de calcio, en el horno mufla marca witeg, (Fig. 2).

Fig. 2. Tratamiento térmico a 745°C por 6 horas.



## IV. RESULTADOS

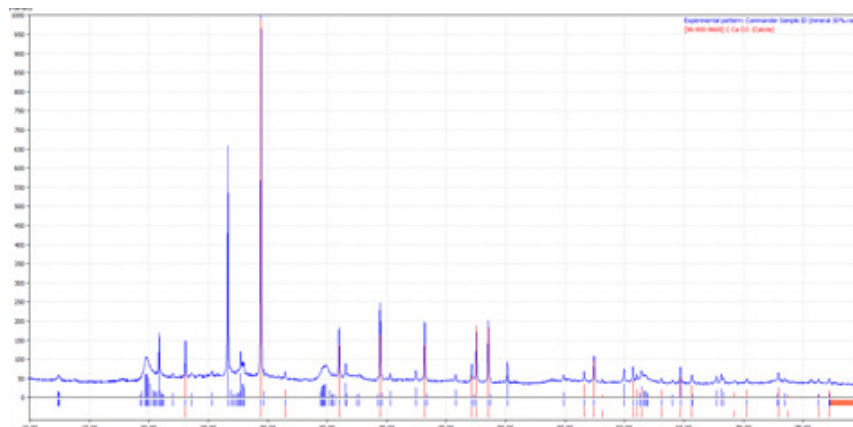
En la Tabla 1 podemos ver el análisis químico elemental principal del mineral, antes y después de la lixiviación . Como podemos notar, los elementos que se encuentran en mayor porcentaje, estos se mantienen, pero al observar el calcio, vemos que, si reaccionó con el ácido acético, puesto que hubo una disminución de este elemento, pero otras trazas de elementos fueron eliminadas.

Tabla 1. Análisis químico del mineral, antes y después de la lixiviación

Al	2.703	%	Al	2.713	%
Si	9.367	%	Si	9.6	%
K	2.264	%	K	2.411	%
Fe	6.436	%	Fe	6.973	%
Ti	0.555	%	Ti	0.58	%
Ca	19.052	%	Ca	14.15	%

En la fig. 3 podemos ver los resultados obtenidos del mineral que ha sido lixiviado con ácido acético al 30%. Apreciamos que los picos del difracto grama son coincidentes con la fase calcita ( $\text{CaCO}_3$ ), según software MATCH, 5.1, esta fase tiene estructura hexagonal (carta de entrada 969009669). Como se puede observar en el difracto grama la fase calcita se presenta en la mayoría de los picos, aunque también se observan picos de cuarzo y de cristobalita, que son compuestos a base de silicio y oxígeno, estos se presentan a ángulos 2 theta de 20.88, 26.66 y 50.19. En el Angulo dos theta de 29.50 se observa un compuesto de ferro silicio, según carta de entrada 969000481 de software Match. Los compuestos encontrados corresponden a los elementos de mayor porcentaje emitidos en el análisis químico por fluorescencia de rayos.

Fig. 3. Difracto grama del mineral lixiviado con ácido acético al 30%



Los resultados del tratamiento de la reacción entre la calcita y la magnetita a  $745^\circ\text{C}$  por 6 horas están pendientes de reportar.

## V. CONCLUSIONES

El ácido acético es un excelente componente cuando se trata de limpiar minerales, sin embargo, como pudimos observar el ácido acético reacciona con los compuestos de calcio, pues el mineral antes de ser tratado con ácido acético arrojó un 19% de calcio y después de ser tratado arrojó un 14% de calcio, haciendo notorio el ataque del vinagre al calcio.

## VI. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Facultad de Metalurgia por permitirme el uso de sus instalaciones y así elevar mi aprendizaje sobre diferentes temas de estudio e investigación, así como a las distintas dependencias de gobierno que hacen posible

los veranos de la ciencia sin olvidar la importante mención de la M.C. Ma. Gloria Rosales Sosa que hizo posible con su guía y apoyo constante la realización de este proyecto.

#### REFERENCIAS

- [1] Juan Manuel Montes de Oca Avalos, “Síntesis, caracterización y estudio de las propiedades superficiales de la ferrita de cobalto nanoparticulada”. Tesis. Lima, Perú (2013) X.
- [2] S. Romero Vargas y E. Reguera, “Síntesis y caracterización de nanoferritas”. Artículo. CICATA-IPN México D. E., 2008.
- [3] Dr. Regino Sáez Puche y Dra. María José Torralvo Fernández “Nanopartículas de ferrita estabilizadas o encapsuladas en matrices síntesis y comportamiento magnético” tesis (2018).
- [4] Ministerio de Ciencia e Innovación & Consejo superior de investigaciones científicas. (s. f.). Magnetita. Museo Virtual de la Ciencia del CSIC. museovirtual.csic.es. Recuperado 14 de agosto de 2021, de <http://museovirtual.csic.es/salas/magnetismo/biografias/magnetita.html>

# SISTEMA DE CONGESTIÓN VEHICULAR PARA MONITOREO DE RUTAS ALTERNAS

Piña García Jorge

Universidad Politécnica de Querétaro, Carretera Estatal 420 S/N

*018027878@upq.edu.mx*

Anaya Rivera Ely Karina

Universidad Politécnica de Querétaro, Carretera Estatal 420 S/N

*karina.anaya@upq.mx*

Resumen — En este trabajo se describe el desarrollo de un sistema de infraestructura inteligente para la detección de congestionamiento vehicular, a través de técnicas de visión artificial. El objetivo es obtener información del flujo vehicular, extraer los datos y categorizarlos, con la finalidad de analizar los patrones de comportamiento, entrenando al algoritmo para sugerir posibles rutas alternas. El congestionamiento vial es uno de los problemas que más afecta a la población, principalmente en tiempos de traslado, estrés y contaminación ambiental. La propuesta presentada, permite la optimización de tiempos dentro de zonas de alto tránsito, reducción de la aglomeración de automovilistas, mayor eficiencia, eficacia y rendimiento de las infraestructuras de transporte, por consiguiente, bajando los costos en mantenimiento de una red vial.

Palabras clave — Visión Artificial, Congestión Vehicular, Sistema de infraestructura inteligente.

Abstract — This work describes the development of an intelligent infrastructure system for the detection of vehicular congestion, through artificial vision techniques. The goal is to obtain information from the vehicular flow, extract data and categorize it, in order to analyze the patterns of behavior, training the algorithm to suggest possible alternative routers. Road congestion is one of the problems that most affects the population, mainly travels, stress and environment pollution. The proposal presented, allows the optimization of times within the areas with greater vehicular traffic, reduction of the agglomeration of motorists, greater efficiency, effectiveness and performance of transport infrastructures, therefore lowering the costs of maintaining a road network.

Keywords — Artificial Vision, Vehicular Congestion, intelligent infrastructure system.

## I. INTRODUCCIÓN

La detección de vehículos es un facilitador clave para la gestión de tránsito, el monitoreo de una red vial y la atención de incidentes. Algunos ejemplos de esto son la operación de una intersección semaforizada, la estrategia



de gestión de una autopista con límites de velocidad variables, el accionamiento de cámaras de video de violación de semáforo en rojo y barreras de control. En la mayoría de los casos los conductores no son conscientes de la existencia de los sistemas de detección vehicular, pero son afectados por sus resultados.

La detección de vehículos también es una herramienta esencial para la gestión de incidentes y el conteo de tránsito que puede complementar informes de los servicios de atención de emergencias y otras fuentes manuales de información.

El objetivo, será desarrollar e implementar un sistema de infraestructura inteligente para detección de congestión vehicular, brindando una solución para la aglomeración de automovilistas; a través de un sistema telemático de detección y conteo de objetos empleando técnicas de visión artificial. La visualización de la información procesada se integrará en una interfaz gráfica para generar con facilidad la interpretación de los resultados por el usuario final.

## II. MARCO TEÓRICO

El uso de técnicas de detección automática resulta de utilidad. Las técnicas de detección automática utilizan información de sensores para monitorear constantemente el estado de operación de la misma y algoritmos que permiten identificar patrones asociados a la ocurrencia de incidentes [1]. El autor Acha Daza presenta algunas de las tecnologías comúnmente utilizadas para la recolección de información de tráfico, describiendo además sus ventajas y desventajas. Las tecnologías usadas pueden ser: circuitos inductivos, detectores activos infrarrojos, detectores pasivos infrarrojos y detectores de microondas, siendo los circuitos inductivos embebidos en el pavimento, por sus ventajas de costo, instalación y mantenimiento, los más comúnmente usados [2]. El mismo autor describe las llamadas nuevas tecnologías para lograr el mismo fin, entre las cuales se incluyen la identificación mediante dispositivos de radiofrecuencia (RFID), los dispositivos Bluetooth, los dispositivos WiFi, los sistemas de posicionamiento global (GPS), el uso de drones y la combinación de esas nuevas tecnologías.

Existen apps en el mercado que implementan sistemas remotos de monitoreo vehicular. Un ejemplo es Waze, app colaborativa y gratuita, en la que la comunidad de conductores que la emplean son los que avisan de las distintas situaciones que se pueden encontrar por el camino. Cada usuario puede añadir tantas alertas como considere oportuno, y también compartir otros puntos de interés, accesos, atajos, entre otros que podría beneficiar a otros conductores. Otro ejemplo muy conocido es Google Maps, la compañía ha incorporado la posibilidad de ver atascos y embotellamientos en tiempo real, además, ofrece información muy actualizada sobre el estado de las carreteras, puntos de interés, asimismo, puede emplearse como navegador GPS para llegar rápidamente al destino. Una aplicación que permite alimentarse de los comentarios de los usuarios es SocialDrive, comunidad social en la que los usuarios informan en la app sobre el estado de la carretera, controles policiales, ubicación de radares, etc. Cuenta con el permiso de la DGT para la gestión de la información.

La propuesta aquí presentada, cumple con un sistema de monitoreo de detección vehicular similar a las descritas previamente; recolectando la información predominante de la red vial y dando soporte a otras actividades de operación de la red. La base de un sistema de monitoreo de una red vial. La recolección de información oportuna, precisa y confiable del flujo de tránsito y estado de la carretera es un prerrequisito para alimentar el sistema, incluyendo la gestión del tránsito e incidentes.

## III. MATERIALES Y METODOLOGÍA

Para el desarrollo del prototipo del sistema de detección de tráfico vehicular, se cuenta con una videograbación de la vialidad obtenida por un sistema de video vigilancia. Los beneficios de usar cámaras es que puedes observar los objetos en concreto, y transmitir esa misma información en tiempo real. Las tareas del procesado consisten

en algoritmos matemáticos que calculan nuevas intensidades luminosas para los píxeles y la mayoría, aunque sencillos, consumen más cantidad en tiempo de cálculo. Esto representa un inconveniente cuando se pretende que el sistema sea capaz de ver en tiempo real, para esto es necesario estudiar todos los métodos posibles y la forma de realizarlos con la menor carga de proceso computacional posible.

Al hacer un acercamiento a una parte de una imagen en la computadora, se puede apreciar que se tienen diferentes píxeles con tonalidades que van del blanco al negro pasando por diferentes tonalidades de gris. A cada color se le asigna un número. Ya sea 0 el color negro, si se considera el blanco como el 255 se tienen 254 tonalidades de grises. Asignando a cada píxel el número del color correspondiente y se tiene una matriz de  $M \times N$  definida por la resolución de la imagen.

*Fig.1. Tonalidades grises del acercamiento en computadora de una imagen.*

**Cada píxel tiene una tonalidad de gris.**



**Negro = 0, Blanco = 255.**

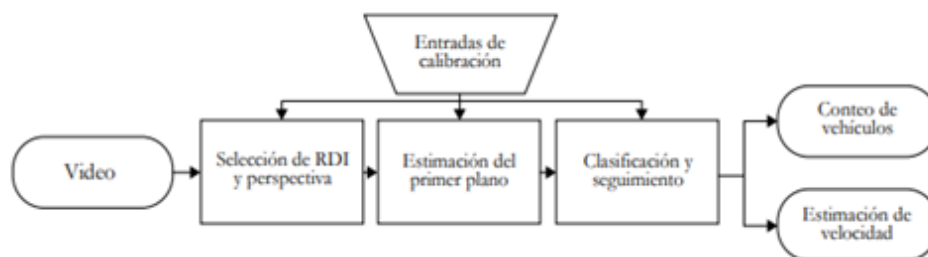
Para el desarrollo del sistema de detección, se emplearon diversos métodos matemáticos para poder definir las imágenes que se detectaron en el programa, utilizando diversas fórmulas para determinar la proyección de las imágenes. Si se desea obtener cierta información de una imagen, hay una escala óptima para ello, en la cual se tiene el nivel de detalle necesario de cada parte de la imagen. Dicha escala se puede obtener mediante un compromiso entre el minimizar el número de bits para representar la región (menor resolución). Por otro lado, el filtrado gaussiano a la imagen variando la desviación estándar del filtro en función del gradiente local de cada región de la imagen. Para estimar el gradiente en diferentes regiones de la imagen se utiliza el concepto de escala local. La escala se refiere al nivel de detalle que se tiene en una imagen; es decir, a escalas grandes podemos observar todos los detalles de los objetos, y al ir reduciendo la escala se va perdiendo información (como si fuera una imagen borrosa).

Por otro lado, se implementa un radioenlace de larga distancia que permita la conexión entre los dispositivos de telecomunicación por medio de ondas electromagnéticas, debido a que la distancia es muy extensa entre ambos puntos a unir. El tipo de enlace utilizado según su frecuencia es el radio enlace UHF. (Ultra High Frequency). Dada esta gama de frecuencias a utilizar, es necesario que las antenas que intervienen en el enlace de larga distancia (antena emisora y antena receptora) no tengan obstáculos entre ellas. Cuando se logra que no existan obstáculos en el medio, se dice que existe una “línea visual libre”.

En este prototipo se implementó un enlace punto-punto en que intervienen sólo 2 nodos de transmisión y recepción donde se conectan el sistema de video vigilancia con el punto de monitoreo inteligente que se encuentran en lugares distantes diferentes.

En la actualidad se emplean técnicas de visión artificial para extraer, de manera automática, distintos tipos de información. El ámbito de aplicación de las cámaras ha aumentado, y se emplean para vigilancia, del mismo modo, para la detección y conteo de vehículos e identificación de los mismos por extracción automática de la matrícula, entre otras cosas. El desarrollo de un algoritmo de detección y seguimiento de vehículos en tiempo real a partir de video, el cual permite el conteo de vehículos en la vía y la estimación del volumen de tráfico. Los componentes principales del algoritmo de detección y conteo de vehículos se muestran en la fig.2.

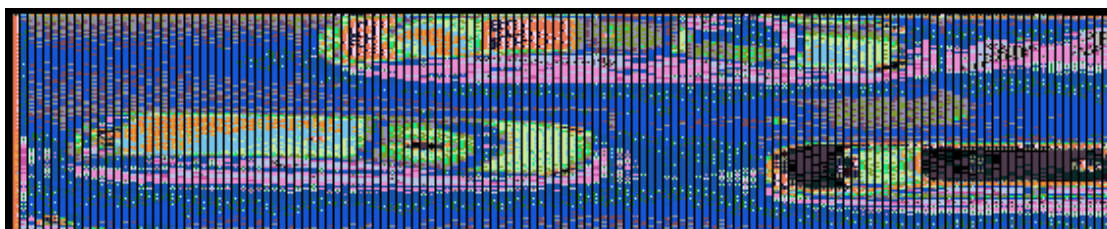
Fig.2. Diagrama de bloques del algoritmo.



Las propiedades de cada vehículo en la escena son determinadas a partir de los momentos centrales del conjunto de píxeles que lo conforman, posteriormente la localización del vehículo es encontrada a partir del primer momento (centro de masa) y el tamaño del mismo es determinado en función del segundo momento (varianza). Los dos primeros momentos centrales de cada objeto de interés son utilizados para realizar el seguimiento cuadro a cuadro dentro de la RDI, con el fin de no contar múltiples veces un mismo vehículo. El algoritmo se implementó usando las bibliotecas de Opencv y Numpy. Finalmente, el código fuente de Python, importa las librerías, se declaran los comandos y se da la orden de procesar la imagen para mostrar resultados.

Por consiguiente, el software recibe la captura de video, de todos los automóviles que vayan pasando, esa captura de video se almacena en una variable, para que se divida la captura de video frame por frame o cuadro por cuadro y así detalladamente se analiza el proceso de cambio de sus píxeles, después ese cuadro se pasa a escala de grises, todo esto para eliminar cualquier ruido o perturbación que pueda poseer la imagen, la imagen es escala de grises, posteriormente es procesada para convertirla en binario, necesitamos que los objetos (los automóviles), sean de color blanco y el fondo negro.

Fig.3. Implementación de algoritmo propuesto primer plano.



En el sistema desarrollado se definió una base de datos, así como la implementación de un sistema telemático en donde se utilizan algoritmos y conmutación de información para detección vehicular. Finalmente se crea una interfaz gráfica para mejor visualización e interacción con el usuario final. A continuación, se presenta un diagrama del sistema de detección vehicular desarrollado:

Fig. 4. Sistema de detección de tráfico vehicular.



#### IV. RESULTADOS

Se tomaron videos en tres ubicaciones para entrenar y evaluar el algoritmo. Así se obtuvieron muestras con distintos tipos de tráfico vehicular. El sistema de detección se aplicó en una zona de la ciudad con mayor afluencia vehicular. Se logró identificar el flujo vehicular y la notificación a través de una app del congestionamiento vial, identificando en la misma aplicación posibles rutas alternativas.

Fig. 5. Sistema de detección vehicular.



#### V. CONCLUSIONES

Una de las cosas que nos ha traído el desarrollo y crecimiento de una ciudad es el aumento en traslados de vehículos privados o públicos. El congestionamiento vial es una situación que nos afecta día con día en las carreteras, autopistas con embotellamiento, incluso en las calles. Nuestro objetivo con el "Sistema de Congestión Vehicular para monitoreo de rutas alternas" es obtener un conteo de vehículos en tiempo real mediante visión artificial, los datos recabados serán procesados y categorizados con la finalidad de generar datos estadísticos con estimaciones de tiempo, determinando rutas alternas ahorrando tiempo y dinero para comerciantes, conductores de servicio público, servicios de emergencia, entre otros.

El proyecto tiene un amplio potencial a futuro, se pueden hacer modificaciones manteniendo siempre la idea original planteada. Algunas futuras mejoras utilizando la visión artificial sería realizar una separación de los carriles de las rutas para monitorear si algún auto maneja de manera peligrosa o variantes como en zigzag, digamos que, si en dicho caso llegara a haber un accidente, se mandaría la información a los servicios correspondientes para atender dicho incidente. Estos sistemas estarán posicionados de manera estratégica en las rutas más transitadas, el añadir una cámara 360° podría ser otra opción para el conteo y monitoreo de ambos sentidos de la ruta.

La visión artificial para el sector vehicular es un tema muy amplio y complejo, todos los datos tienen que ser precisos y en tiempo real, para lograr una mayor exactitud de nuestros datos obtenidos se necesita utilizar las diversas técnicas de “Machine learning” para entrenar a nuestro algoritmo y que realice su función de manera autónoma.

## VI. REFERENCIAS

- [1] ACHA DAZA, Jorge A. Nuevas tecnologías para la obtención de información de tráfico. Instituto Mexicano del Transporte. Publicación Técnica No. 468, San Fandila, Qro., 2015
- [2] MAHMASSANI, H. S.; HASS, C.; ZHOU, S., y PETERMAN, J. Evaluation of Incident detection methodologies. Federal Highway Administration Rep. FHWA/TX00/1795-1, 1999.
- [3] C.C.C. Pang, W.W.L. Lam and N.H.C. Yung. “A Method for Vehicle Count in the Presence of Multiple-Vehicle Occlusions in Traffic Images”. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol. 8, No. 3, 2007, pp. 441-459.
- [4] G. Bradsky and A. Kaehler. Learning OpenCV, O’Reilly Media, Inc., 1st edition, 2008.

## SISTEMA DE CONGESTIÓN VEHICULAR PARA MONITOREO DE RUTAS ALTERNAS

Gómez García Martín Adrián  
Universidad Politécnica de Querétaro  
Carretera Estatal 420 S/N  
*018027355@upq.edu.mx*

Anaya Rivera Ely Karina  
Universidad Politécnica de Querétaro  
Carretera Estatal 420 S/N  
*karina.anaya@upq.mx*

Resumen — En este trabajo se describe el desarrollo de un sistema de infraestructura inteligente para la detección de congestión vehicular, a través de técnicas de visión artificial. El objetivo es obtener información del flujo vehicular, extraer los datos y categorizarlos, con la finalidad de analizar los patrones de comportamiento, entrenando al algoritmo para sugerir posibles rutas alternas. El congestionamiento vial es uno de los problemas que más afecta a la población, principalmente en tiempos de traslado, estrés y contaminación ambiental. La propuesta presentada, permite la optimización de tiempos dentro de zonas de alto tránsito, reducción de la aglomeración de automovilistas, mayor eficiencia, eficacia y rendimiento de las infraestructuras de transporte, por consiguiente, bajando los costos en mantenimiento de una red vial.

Palabras clave — Visión Artificial, Congestión Vehicular, Sistema de infraestructura inteligente.

Abstract — This work describes the development of an intelligent infrastructure system for the detection of vehicular congestion, through artificial vision techniques. The goal is to obtain information from the vehicular flow, extract data and categorize it, in order to analyze the patterns of behavior, training the algorithm to suggest possible alternative routers. Road congestion is one of the problems that most affects the population, mainly travels, stress and environment pollution. The proposal presented, allows the optimization of times within the areas with greater vehicular traffic, reduction of the agglomeration of motorists, greater efficiency, effectiveness and performance of transport infrastructures, therefore lowering the costs of maintaining a road network.

Keywords — Artificial Vision, Vehicular Congestion, intelligent infrastructure system.



## I. INTRODUCCIÓN

La detección de vehículos es un facilitador clave para la gestión de tránsito, el monitoreo de una red vial y la atención de incidentes. Algunos ejemplos de esto son la operación de una intersección semaforizada, la estrategia de gestión de una autopista con límites de velocidad variables, el accionamiento de cámaras de video de violación de semáforo en rojo y barreras de control. En la mayoría de los casos los conductores no son conscientes de la existencia de los sistemas de detección vehicular, pero son afectados por sus resultados.

La detección de vehículos también es una herramienta esencial para la gestión de incidentes y el conteo de tránsito que puede complementar informes de los servicios de atención de emergencias y otras fuentes manuales de información.

El objetivo, será desarrollar e implementar un sistema de infraestructura inteligente para detección de congestionamiento vehicular, brindando una solución para la aglomeración de automovilistas; a través de un sistema telemático de detección y conteo de objetos empleando técnicas de visión artificial. La visualización de la información procesada se integrará en una interfaz gráfica para generar con facilidad la interpretación de los resultados por el usuario final.

## II. MARCO TEÓRICO

El uso de técnicas de detección automática resulta de utilidad. Las técnicas de detección automática utilizan información de sensores para monitorear constantemente el estado de operación de la misma y algoritmos que permiten identificar patrones asociados a la ocurrencia de incidentes [1]. El autor Acha Daza presenta algunas de las tecnologías comúnmente utilizadas para la recolección de información de tráfico, describiendo además sus ventajas y desventajas. Las tecnologías usadas pueden ser: circuitos inductivos, detectores activos infrarrojos, detectores pasivos infrarrojos y detectores de microondas, siendo los circuitos inductivos embebidos en el pavimento, por sus ventajas de costo, instalación y mantenimiento, los más comúnmente usados [2]. El mismo autor describe las llamadas nuevas tecnologías para lograr el mismo fin, entre las cuales se incluyen la identificación mediante dispositivos de radiofrecuencia (RFID), los dispositivos BlueTooth, los dispositivos WiFi, los sistemas de posicionamiento global (GPS), el uso de drones y la combinación de esas nuevas tecnologías.

Existen apps en el mercado que implementan sistemas remotos de monitoreo vehicular. Un ejemplo es Waze, app colaborativa y gratuita, en la que la comunidad de conductores que la emplean son los que avisan de las distintas situaciones que se pueden encontrar por el camino. Cada usuario puede añadir tantas alertas como considere oportuno, y también compartir otros puntos de interés, accesos, atajos, entre otros que podría beneficiar a otros conductores. Otro ejemplo muy conocido es Google Maps, la compañía ha incorporado la posibilidad de ver atascos y embotellamientos en tiempo real, además, ofrece información muy actualizada sobre el estado de las carreteras, puntos de interés, asimismo, puede emplearse como navegador GPS para llegar rápidamente al destino. Una aplicación que permite alimentarse de los comentarios de los usuarios es SocialDrive, comunidad social en la que los usuarios informan en la app sobre el estado de la carretera, controles policiales, ubicación de radares, etc. Cuenta con el permiso de la DGT para la gestión de la información.

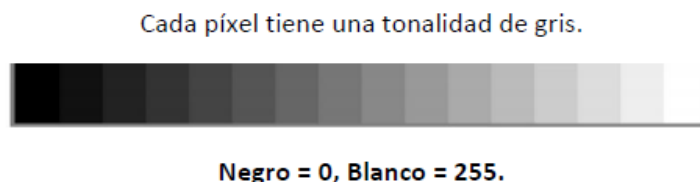
La propuesta aquí presentada, cumple con un sistema de monitoreo de detección vehicular similar a las descritas previamente; recolectando la información predominante de la red vial y dando soporte a otras actividades de operación de la red. La base de un sistema de monitoreo de una red vial. La recolección de información oportuna, precisa y confiable del flujo de tránsito y estado de la carretera es un prerrequisito para alimentar el sistema, incluyendo la gestión del tránsito e incidentes.

### III. MATERIALES Y METODOLOGÍA

Para el desarrollo del prototipo del sistema de detección de tráfico vehicular, se cuenta con una video-grabación de la vialidad obtenida por un sistema de video vigilancia. Los beneficios de usar cámaras es que puedes observar los objetos en concreto, y transmitir esa misma información en tiempo real. Las tareas del procesado consisten en algoritmos matemáticos que calculan nuevas intensidades luminosas para los píxeles y la mayoría, aunque sencillos, consumen más cantidad en tiempo de cálculo. Esto representa un inconveniente cuando se pretende que el sistema sea capaz de ver en tiempo real, para esto es necesario estudiar todos los métodos posibles y la forma de realizarlos con la menor carga de proceso computacional posible.

Al hacer un acercamiento a una parte de una imagen en la computadora, se puede apreciar que se tienen diferentes píxeles con tonalidades que van del blanco al negro pasando por diferentes tonalidades de gris. A cada color se le asigna un número. Ya sea 0 el color negro, si se considera el blanco como el 255 se tienen 254 tonalidades de grises. Asignando a cada píxel el número del color correspondiente y se tiene una matriz de  $M \times N$  definida por la resolución de la imagen.

*Fig.1. Tonalidades grises del acercamiento en computadora de una imagen.*



Para el desarrollo del sistema de detección, se emplearon diversos métodos matemáticos para poder definir las imágenes que se detectaron en el programa, utilizando diversas fórmulas para determinar la proyección de las imágenes. Si se desea obtener cierta información de una imagen, hay una escala óptima para ello, en la cual se tiene el nivel de detalle necesario de cada parte de la imagen. Dicha escala se puede obtener mediante un compromiso entre el minimizar el número de bits para representar la región (menor resolución). Por otro lado, el filtrado gaussiano a la imagen variando la desviación estándar del filtro en función del gradiente local de cada región de la imagen. Para estimar el gradiente en diferentes regiones de la imagen se utiliza el concepto de escala local. La escala se refiere al nivel de detalle que se tiene en una imagen; es decir, a escalas grandes podemos observar todos los detalles de los objetos, y al ir reduciendo la escala se va perdiendo información (como si fuera una imagen borrosa).

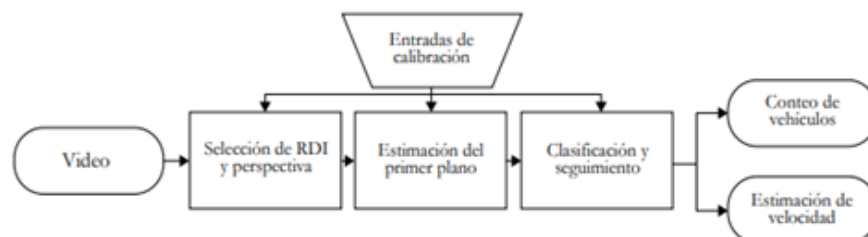
Por otro lado, se implementa un radioenlace de larga distancia que permita la conexión entre los dispositivos de telecomunicación por medio de ondas electromagnéticas, debido a que la distancia es muy extensa entre ambos puntos a unir. El tipo de enlace utilizado según su frecuencia es el radio enlace UHF. (Ultra High Frequency). Dada esta gama de frecuencias a utilizar, es necesario que las antenas que intervienen en el enlace de larga distancia (antena emisora y antena receptora) no tengan obstáculos entre ellas. Cuando se logra que no existan obstáculos en el medio, se dice que existe una “línea visual libre”.

En este prototipo se implementó un enlace punto-punto en que intervienen sólo 2 nodos de transmisión y recepción donde se conectan el sistema de video vigilancia con el punto de monitoreo inteligente que se encuentran en lugares distantes diferentes.

En la actualidad se emplean técnicas de visión artificial para extraer, de manera automática, distintos tipos de información. El ámbito de aplicación de las cámaras ha aumentado, y se emplean para vigilancia, del mismo modo, para la detección y conteo de vehículos e identificación de los mismos por extracción automática de la

matrícula, entre otras cosas. El desarrollo de un algoritmo de detección y seguimiento de vehículos en tiempo real a partir de video, el cual permite el conteo de vehículos en la vía y la estimación del volumen de tráfico. Los componentes principales del algoritmo de detección y conteo de vehículos se muestran en la fig.2.

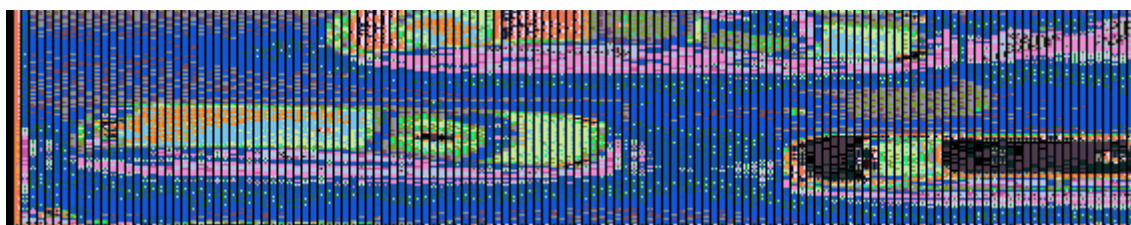
Fig.2. Diagrama de bloques del algoritmo.



Las propiedades de cada vehículo en la escena son determinadas a partir de los momentos centrales del conjunto de píxeles que lo conforman, posteriormente la localización del vehículo es encontrada a partir del primer momento (centro de masa) y el tamaño del mismo es determinado en función del segundo momento (varianza). Los dos primeros momentos centrales de cada objeto de interés son utilizados para realizar el seguimiento cuadro a cuadro dentro de la RDI, con el fin de no contar múltiples veces un mismo vehículo. El algoritmo se implementó usando las bibliotecas de Opencv y Numpy. Finalmente, el código fuente de Python, importa las librerías, se declaran los comandos y se da la orden de procesar la imagen para mostrar resultados.

Por consiguiente, el software recibe la captura de video, de todos los automóviles que vayan pasando, esa captura de video se almacena en una variable, para que se divida la captura de video frame por frame o cuadro por cuadro y así detalladamente se analiza el proceso de cambio de sus píxeles, después ese cuadro se pasa a escala de grises, todo esto para eliminar cualquier ruido o perturbación que pueda poseer la imagen, la imagen es escala de grises, posteriormente es procesada para convertirla en binario, necesitamos que los objetos (los automóviles), sean de color blanco y el fondo negro.

Fig.3. Implementación de algoritmo propuesto primer plano.



En el sistema desarrollado se definió una base de datos, así como la implementación de un sistema telemático en donde se utilizan algoritmos y conmutación de información para detección vehicular. Finalmente se crea una interfaz gráfica para mejor visualización e interacción con el usuario final. A continuación, se presenta un diagrama del sistema de detección vehicular desarrollado:

Fig. 4. Sistema de detección de tráfico vehicular.



#### IV. RESULTADOS

Se tomaron videos en tres ubicaciones para entrenar y evaluar el algoritmo. Así se obtuvieron muestras con distintos tipos de tráfico vehicular. El sistema de detección se aplicó en una zona de la ciudad con mayor afluencia vehicular. Se logró identificar el flujo vehicular y la notificación a través de una app del congestionamiento vial, identificando en la misma aplicación posibles rutas alternativas.

Fig. 5. Sistema de detección vehicular.



#### V. CONCLUSIONES

Al desarrollar un sistema de detección de congestión vehicular se da la pauta principal para la implementación de una red cámaras de videovigilancia como sistema de infraestructura inteligente en el ámbito de tránsito vial y movilidad en el estado de Querétaro, entrenando al sistema de monitoreo del flujo de tránsito vehicular en vialidades.

La explotación de los datos del sistema nos permite contabilizar los automóviles que transitan en zonas de riesgo de congestionamiento, con esta fase se logra identificar el movimiento de los autos, por otro lado, la interfaz gráfica, muestra la interpretación del tráfico en cierta hora del día, el algoritmo puede llegar a hacer más preciso el sistema de recomendaciones haciendo uso de la tecnología de machine learning o inteligencia artificial.

#### REFERENCIAS

- [1] ACHA DAZA, Jorge A. Nuevas tecnologías para la obtención de información de tráfico. Instituto Mexicano del Transporte. Publicación Técnica No. 468, San Fandila, Qro., 2015

- [2] MAHMASSANI, H. S.; HASS, C.; ZHOU, S., y PETERMAN, J. Evaluation of Incident detection methodologies. Federal Highway Administration Rep. FHWA/TX00/1795-1, 1999.
- [3] C.C.C. Pang, W.W.L. Lam and N.H.C. Yung. "A Method for Vehicle Count in the Presence of Multiple Vehicle Occlusions in Traffic Images". IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol. 8, No. 3, 2007, pp. 441-459.
- [4] G. Bradsky and A. Kaehler. Learning OpenCV, O'Reilly Media, Inc., 1st edition, 2008.

## DESARROLLO DE UN SISTEMA DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL INDUSTRIAL SOBRE ARQUITECTURAS EMBEBIDAS PARA EL ANÁLISIS Y DETECCIÓN DE DEFECTOS EN INSUMOS DE CORTE PARA LA INDUSTRIA DEL CUERO Y CALZADO

Carlos Uriel Cano Zavala  
 Universidad tecnológica de purísima del rincón  
 BLVD. del valle 2301, guardarrayas, 36425 Gto.

Valentín Calzada Ledesma  
 Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón  
 Blvd. del Valle 2301, Guardarrayas, 36425 Gto.  
*valentin.cl@purisima.tecnm.mx*

Resumen — En el proceso de producción de productos en la industria del cuero y calzado, trabajadores llevan a cabo una etapa de análisis y detección de defectos en los insumos de corte. Esta etapa es sumamente importante, ya que con ésta se mantienen los estándares de calidad en los productos. Para llevar con éxito esta tarea, es necesaria la experiencia empírica. De manera general, en el presente proyecto se propone el desarrollo de un sistema de inteligencia artificial industrial capaz de realizar el análisis y detección de defectos en insumos de corte de manera automática; mediante el uso de técnicas de visión artificial. Específicamente, en este trabajo se presenta una investigación documental de datasets en el estado del arte de visión por computadora, de imágenes de cuero y piel, que funcionarán como suministro para el entrenamiento de una red neuronal artificial.

Palabras clave – Inteligencia artificial, Recolección de datos, Consolidación de información, Visión artificial.

Abstract — In the process of producing products in the leather and footwear industry, workers carry out a stage of analysis and detection of defects in cutting supplies. This stage is extremely important, since with it the quality standards of the products are maintained. To carry out this task successfully, empirical experience is necessary. In general, this project proposes the development of an industrial artificial intelligence system capable of automatically analyzing and detecting defects in cutting supplies; through the use of artificial vision techniques. Specifically, this work presents a documentary investigation of datasets in the state of the art of computer vision, of images of leather and skin, which will function as a supply for the training of an artificial neural network.

Keywords – Artificial intelligence, Data collection, Information consolidation, Artificial vision.



## I. INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto, se propone el desarrollo de un sistema capaz de realizar el análisis y detección de defectos en insumos de corte de manera automática. Para lograrlo, se obtendrán imágenes de los distintos materiales. Posteriormente, mediante el uso de algoritmos de visión artificial y redes neuronales artificiales, se hará el pre-tratamiento digital, la segmentación y finalmente la detección de dichos defectos. A futuro se pretende realizar la implementación de la metodología sobre arquitecturas embebidas, las cuales son ampliamente utilizadas en sistemas de IoT, debido a su bajo costo, su facilidad de mantenimiento, escalamiento y conectividad a la nube. Todo esto permitirá encaminar el presente proyecto de investigación hacia la aplicación de tecnología en el contexto de la cuarta revolución industrial.

Para realizar el entrenamiento de una red neuronal artificial es necesario un conjunto de datos. Es por eso que, en esta fase del proyecto, correspondiente al Verano de la ciencia, se realizará la búsqueda de una base de datos de referencia en el estado del arte internacional, con la finalidad de obtener una estandarización para crear una base de datos propia y al mismo tiempo, realizar pruebas parciales para el entrenamiento de la red neuronal.

Con el desarrollo del presente proyecto se tendrán grandes oportunidades de aplicación tecnológica en la comunidad docente y estudiantil, permitiendo la generación de desarrollos tecnológicos, proyectos de residencias profesionales, tesis e investigación. Además, el desarrollo del sistema de inteligencia artificial industrial podrá ser utilizado para fines didácticos y de enseñanza profesional sobre la implementación de sistemas de vanguardia que impactan directamente en el entorno social e industrial de la región.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. *Inteligencia artificial industrial*

En general, existen cuatro desafíos principales en la realización de IA industrial: datos, velocidad, fidelidad e interpretabilidad [1]. Actualmente, los sistemas de ingeniería generan una gran cantidad de datos o entorno de big data. A pesar de que los datos de la industria suelen estar estructurados, suelen ser de baja calidad.

A diferencia de la inteligencia artificial general, que es una disciplina de investigación de frontera para la construcción de sistemas computarizados que realizan tareas que requieren inteligencia humana, la inteligencia artificial industrial se preocupa más por aplicar tales tecnologías para abordar los puntos débiles industriales para crear valor para el cliente, mejorando la productividad, reduciendo costos y optimizando los procesos [1].

Las aplicaciones de IA industrial suelen abordar problemas críticos relacionados con la seguridad, la confiabilidad y las operaciones. Cualquier falla en las predicciones podría tener un impacto económico y/o de seguridad negativo en los usuarios y disuadirlos de confiar en los sistemas de inteligencia artificial [1].

Además de la precisión de la predicción y la fidelidad del rendimiento, los sistemas de IA industriales también deben ir más allá de los resultados de la predicción y proporcionar un análisis de la causa raíz de las anomalías, lo cual exige un alto conocimiento y especialización del problema a tratar.

### B. *Detección de anomalías en imágenes*

La detección de estructuras anómalas en imágenes, es una tarea de suma importancia en el campo de la visión artificial y los procesos de producción. Consiste en identificar y segmentar el cambio estructural presentado en un material [2].

Este tipo de tareas implican la combinación de diversos algoritmos de procesamiento de imágenes y aprendizaje máquina. Actualmente, no existe un algoritmo universal que pueda realizar esta tarea con éxito para cualquier tipo de material y todos los tipos de cambio estructural, sin embargo, en el estado del arte se han realizado diversas propuestas que funcionan bajo ciertas condiciones específicas. Entre los métodos más populares se encuentran [3]:

- Modelo de mezcla Gaussiana.
- Redes generativas antagónicas.
- Autoencoders convolucionales profundos.
- Redes neuronales convolucionales previamente entrenadas.

### C. *Insumos de corte*

Cuero:

La piel de animal curtida se llama cuero. Proviene de una capa de tejido que recubre a los animales y que tiene propiedades de resistencia y flexibilidad adecuadas para su posterior manipulación. Se separa la capa de piel del cuerpo de los animales, se retira el pelo o la lana, excepto en los casos en los que se desee conservar esta cobertura pilosa en el resultado final, y posteriormente se somete a un proceso de curtido. El cuero se utiliza como materia prima para la elaboración de productos como bolsas, carteras o zapatos.

### III. METODOLOGÍA

En el estado del arte existen diversos modelos para la creación de sistemas de visión por computadora, los cuales a su vez se basan los sistemas de reconocimiento de patrones. La metodología más conocida es la propuesta por Jouko Lampinen, 1997, para la construcción de un sistema de reconocimiento de patrones, a continuación, se listan las etapas [4]:

- Recolección de datos.
- Registro de datos.
- Pre-procesamiento.
- Segmentación.
- Normalización.
- Extracción de características.
- Clasificación.
- Post-procesamiento.

Para efectos del desarrollo del presente trabajo, las etapas a cubrir son: Recolección de datos, Registro de datos y Normalización. Una vez consolidado el conjunto de datos, se deja la puerta abierta para su procesamiento a través de una red neuronal artificial, trabajo que compete a otro miembro del equipo del verano de la ciencia. A continuación se detallan las etapas realizadas en este proyecto.

Recolección de datos:

En esta etapa, se realizará la búsqueda de imágenes de materiales de corte, como piel y cuero. Aquí se identifican las variables críticas, considerando a su vez las condiciones externas al sistema, como la iluminación, la humedad, y todos aquellos factores que puedan alterar el proceso de recolección de datos.

Registro de datos:

Una vez realizado el proceso de recolección de imágenes, se debe de entrar a un proceso de organización de la información. En esta etapa se crearán/registrarán los conjuntos de datos experimentales, con los cuales se realizará la experimentación necesaria para construir un sistema de detección de defectos confiable. Cada conjunto de datos estará conformado por un grupo de imágenes previamente examinadas.

### IV. RESULTADOS

A continuación se muestra la base de datos identificada, posterior a una búsqueda exhaustiva en el estado del arte.

#### A. *Resultados de la búsqueda de datos*

MVTec AD es un conjunto de datos para comparar métodos de detección de anomalías con un enfoque en la

inspección industrial. Contiene más de 5000 imágenes de alta resolución divididas en quince categorías diferentes de objetos y texturas [3]. En la Fig. 1 se muestran algunos ejemplos de imágenes para cada categoría junto con un ejemplo de defecto.

Fig. 1. Ejemplos de anomalías en dataset MVTEC AD, aplicadas en diferentes categorías [3].



El conjunto de datos de detección de anomalías de MVTEC comprende 15 categorías las cuales se listan a continuación.

- Botella
- Cable
- Cápsula
- Alfombra
- Cuadrícula
- Avellana
- Cuero
- Tuerca de metal
- Píldora
- Tornillo
- Mosaico
- Cepillo de dientes
- Transistor
- Madera
- Cremallera

Todas las resoluciones de imagen están en el rango entre  $700 \times 700$  y  $1024 \times 1024$  píxeles. Dado que las imágenes en escala de grises también son comunes en la inspección industrial, tres categorías de objetos (cuadrícula, tornillo y cremallera) están disponibles únicamente como imágenes de un solo canal. Las imágenes se adquirieron en condiciones de iluminación muy controladas. Sin embargo, para algunas clases de objetos, la iluminación se alteró intencionalmente para aumentar la variabilidad. En total, el conjunto de datos contiene 1900 regiones anotadas manualmente [5].

Licencia

Los datos se publican bajo la licencia internacional Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAli-

ke 4.0 International License (CC BY-NC-SA 4.0).

### B. Resultados del registro de datos

Del dataset MVTec, se trabajó específicamente con la categoría “Cuero”, la cual se dividió en dos sub-datasets:

- ‘train’, que contiene las imágenes de entrenamiento (sin defectos).
- ‘test’, que contiene las imágenes de prueba.

Descripción del dataset Cuero.

En total, existen 73 tipos de defectos diferentes aplicados en todo el dataset, algunos de éstos generados de manera manual y controlada, y por cada categoría se trabajan en promedio cinco defectos. Los defectos se generaron manualmente con el objetivo de producir anomalías realistas como ocurrirían en escenarios de inspección industrial del mundo real. En la Tabla 1, se muestra una descripción de la configuración realizada para este proyecto.

Tabla 1. Configuración del dataset Cuero.

Cuero					
Train	Test (sin defectos)	Test (con defectos)	Tipos de defectos	Regiones con defectos	Resolución
245	32	92	5	99	1024 x 1024

En la Fig. 2 se muestran algunos ejemplos representativos del dataset cuero, en donde se pueden apreciar los diferentes tipos de defectos.

Fig 2. Ejemplos de anomalías o defectos en cuero [5].



## V. CONCLUSIONES

Con la base de datos identificada, se realizó el entrenamiento de una red neuronal artificial para el análisis y detección de defectos en insumos de corte.

Los resultados obtenidos fueron parcialmente aceptables, ya que es necesaria más información para el correcto entrenamiento de la red neuronal, sin embargo, ya se tiene una estructura sobre la organización del dataset, para crear uno propio. Lo cual deja abierta la investigación para lograr obtener mejores resultados.

## VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón y a los docentes por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

## REFERENCIAS

- [1] Lee, J., Davari, H., Singh, J., y Pandhare, V. «Industrial Artificial Intelligence for industry 4.0-based manufacturing systems», *Manufacturing letters*, 18, 20-23, 2018.
- [2] Szeliski, R. «Computer vision: algorithms and applications». Springer Science & Business Media, 2010.
- [3] Bergmann, P., Fauser, M., Sattlegger, D., y Steger, C. «MVTec AD--A Comprehensive Real-World Dataset for Unsupervised Anomaly Detection». In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* pp. 9592-9600, 2019.
- [4] Lampinen, J., Laaksonen, J., y Oja, E. «Neural network systems, techniques and applications in pattern recognition». Helsinki University of Technology. 1997.
- [5] Bergmann P., Batzner K., Fauser M., Sattlegger D., Steger C., «The MVTec Anomaly Detection Dataset: A Comprehensive Real-World Dataset for Unsupervised Anomaly Detection», in: *International Journal of Computer Vision*, January 2021.

# SISTEMA TELEMÁTICO PARA LA MEDICIÓN DE NIVEL DE COMBUSTIBLE EN VEHÍCULOS UTILIZANDO SISTEMAS EMBEBIDOS

Edder Jair Pérez Hernández  
Universidad Politécnica de Querétaro  
Carretera Estatal 420 S/N, El Rosario, 76240 Qro.  
*019029820@upq.edu.mx*

Dr. Jonny Paul Zavala De Paz  
Universidad Politécnica de Querétaro  
Carretera Estatal 420 S/N, El Rosario, 76240 Qro.  
*jonny.zavala@upq.edu.mx*

Resumen — Dilatar el despacho para que no caiga una gota de gasolina hasta 11 segundos después de que inició el conteo del dispensario y modificaciones remotas a los despachadores, son algunas técnicas que la Procuraduría General del Consumidor (PROFECO), la Dirección General de Normas y los proveedores de dispensarios identificaron como nuevas modalidades de robo de combustibles. Con este proyecto el usuario tendrá la posibilidad de detectar que gasolineras están alteradas con monitoreo constante con el método Hall por IoT y protocolos como MQTT, DHCP para el envío de información a la nube, visualizando así los datos de manera estadística y grafica desde su computador o aplicación móvil.

Palabras clave — MQTT, IoT, DHCP, Hall.

Abstract — Dilating the dispatch so that a drop of gasoline does not fall until 11 seconds after the dispensary count started and remote modifications to the dispatchers, are some techniques that the Attorney General's Office of the Consumer (PROFECO), the General Directorate of Standards and the suppliers of dispensaries identified as new forms of fuel theft. With this project, the user will have the possibility of detecting which gas stations are altered with constant monitoring with the Hall method by IoT and protocols such as MQTT, DHCP for sending information to the cloud, thus viewing the data statistically and graphically from their computer or mobile app.

Keywords — MQTT, IoT, DHCP, Hall.



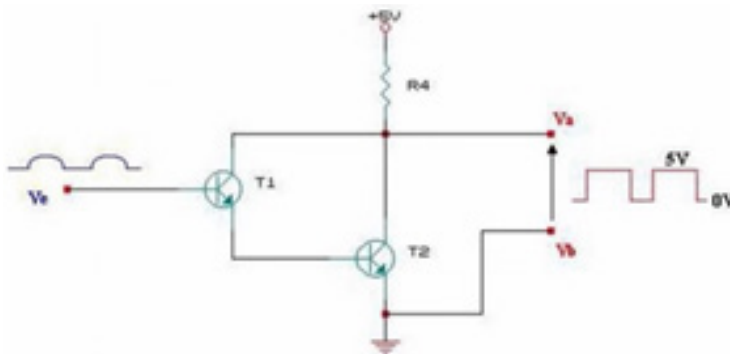
## I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la industria automotriz ha sido exponencial en los últimos años, demandando el uso de nuevas tecnologías dentro de los vehículos, esto para ofrecer mayor comodidad y seguridad al usuario, al igual que lograr una mayor eficiencia y aprovechamiento de todos los componentes del vehículo [1]. Por ello se decide implementar el Internet de las cosas y de esta manera poder visualizar los datos del sistema de sensores del automóvil desde el móvil, esto está cada vez más cerca, por ello se implementará el protocolo MQTT (Message Queing Telemetry Transport) para el envío de información y DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) para la asignación de la IP dentro de la red local del automóvil de la placa al servidor.

## II. MARCO TEÓRICO

- DHCP: es un protocolo cliente/servidor que proporciona automáticamente un host de protocolo de Internet (IP) con su dirección IP y otra información de configuración relacionada, como la máscara de subred y la puerta de enlace predeterminada.
- MQTT: Fue inventado y desarrollado por IBM a finales de los 90. Su aplicación original era vincular sensores en oleoductos de petróleo a satélites. Tal como sugiere su nombre, se trata de un protocolo de mensajería con soporte para la comunicación asíncrona entre las partes. Un protocolo de sistema de mensajes asíncrono separa al emisor y al receptor del mensaje tanto en el tiempo como en el espacio y, por lo tanto, es escalable en ambientes de red que no sean de confianza [2, 3].
- Hall: El efecto Hall se produce cuando cierto tipo de semiconductor es recorrido por una corriente eléctrica y se somete a un campo magnético perpendicular. Provocando que el semiconductor genere en sus extremos un diferente nivel de voltaje, el sistema propuesta se muestra en la figura 1.

Fig. 1. Circuito interno del sensor Hall.



## III. MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales presentados en la tabla 1 son fundamentales para el funcionamiento del prototipo, se anexa el nombre del material y el número de piezas necesarias.

El sistema de medición consta de cinco partes, en el cual se usa un medidor de flujo de combustible que calcula el consumo volumétrico de éste.

- En la primera etapa tenemos el sensor de flujo que tiene una manguera en uno de sus extremos por donde pasará el combustible, a los laterales de la manguera se colocó un emisor y un receptor infrarrojo.
- En la segunda etapa la gasolina tiene la capacidad de absorber un porcentaje de la longitud de onda de infrarrojo lo que permite hacer un sistema sensible al paso de la gasolina.
- La tercera etapa es el sistema en un estado inicial manda un valor específico cuando no hay presencia de

gasolina, esto le permite al Arduino ignorar cualquier señal que el sensor de flujo genere y evitar que la medición de la cantidad de combustible que es suministrada al automóvil se vea afectada.

Tabla 1. Materiales para el desarrollo del proyecto.

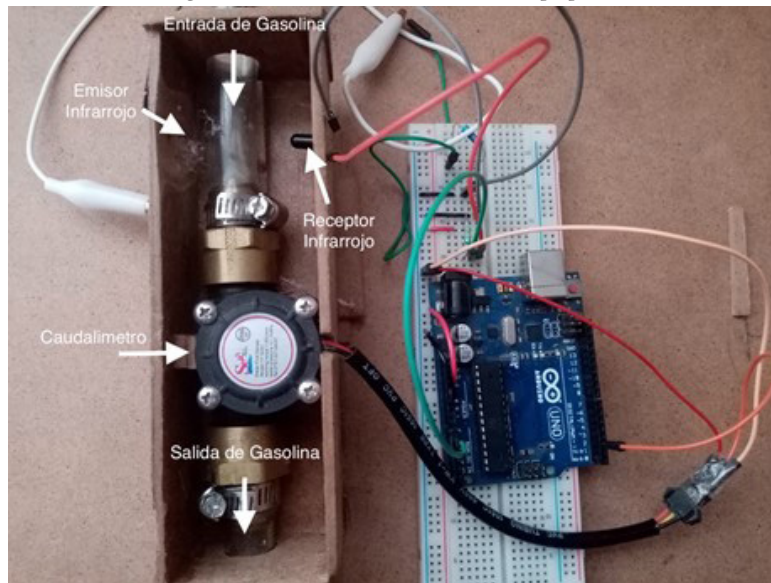
Material	Piezas
Arduino uno.	1
Sensor YF-S201	1
Protoboard.	1
Jumpers.	40
Manguera de ½"	1m
Acople de ½"	2
Manguera para pecera	1m
Led infrarrojo	1
Receptor infrarrojo	1
Bomba de agua de 12 V	1
Tabla de mdf 3 MM X 0.61 X 1.22 M	1
Resistencia de 120	1
Resistencia de 330k	1
Recipiente de gasolina de 1L	2

d) En la cuarta etapa tenemos una condicionante; si pasara algún elemento líquido o gaseoso diferente a la gasolina sería completamente ignorado.

e) Y por último en la quinta etapa cuando hay presencia de gasolina el Arduino toma en cuenta la señal generada por el sensor de flujo y se ejecutan una serie de instrucciones las cuales permiten obtener la cantidad de litros que pasan a través del sensor y ser enviados a una aplicación en tiempo real.

El sistema de medición se muestra en la figura 2.

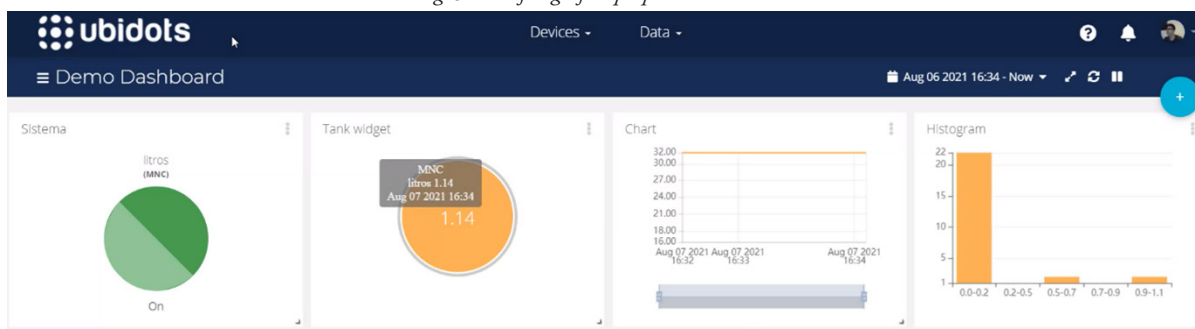
Fig. 2. Sistema de medición de combustible propuesto.



#### IV. RESULTADOS

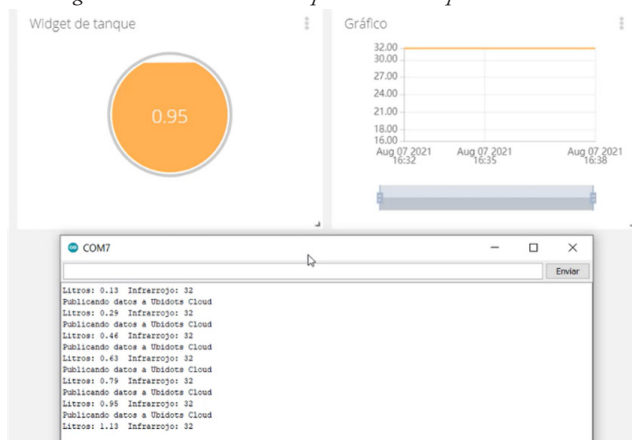
Con la finalidad de verificar la funcionalidad del sistema de medición y la comunicación con la parte del servidor, se realizaron algunas pruebas estadísticas, las cuales son usadas para obtener la relación de error que hay entre el widget del tanque y el histograma (ver figura 3).

Fig. 3. Interfaz gráfica propuesta en Ubidots.



Los resultados obtenidos fueron correspondientes a los datos enviados desde la placa ESP32 por el protocolo MQTT, lo cual nos indica una buena seguridad del envío de datos de manera precisa y en tiempo real. Observe la figura 4.

Fig. 4. Envío de datos en tiempo real desde la placa al Ubidots.



## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

El sistema desarrollado brinda información procesada en datos y graficas que ayudan al usuario a identificar concretamente el nivel de gasolina del vehículo. El sistema es capaz de mostrar al usuario mediante una aplicación web el análisis del nivel de combustible y brindar información al usuario acerca del dispensario de las gasolineras esta alterada o no, en el vehículo en tiempo real.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sistema implementado emplea infraestructura y comunicaciones que se encuentran presentes en el vehículo, con el objetivo de poder mejorar la efectividad de la gasolina y rendimiento del gasto del usuario, esto es empleando técnicas de corrección de errores y transferencia de datos por medio del protocolo MQTT, de tal manera que pueda intercambiar información entre dos o más dispositivos. Mediante el protocolo MQTT es posible el intercambio de información "Vehículo – IoT dispositivo" gracias a esto es posible la adquisición de información que otorga el vehículo a sistemas gráficos comprensibles para el usuario con el fin de conocer el nivel de combustible en su vehículo al momento, en el que mediante el proceso de adquisición, procesamiento y despliegue de datos el usuario conocerá la cantidad de gasolina presente en el vehículo.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradecemos a la Universidad Politécnica de Querétaro por el espacio brindado para realizar el proyecto de investigación del programa Verano de la Ciencia 2021. También brindar las gracias al Dr. Jonny Paul Zavala por las asesorías y atenciones brindadas durante mi desarrollo del proyecto del trabajo.

## REFERENCIAS

- [1] A. E. Meneses Flores, V. Agustín Nicolas, S. Hernández Vite y C. A. Ortega Crespo, “Sistema de medición del volumen de combustible despachado en gasolineras”, Revista de Aplicaciones de la Ingeniería, Vol. 5, No. 17, Diciembre 2018.
- [2] Connect an ESP32-DevKitC to Ubidots over MQTT. (s. f.). Ubidots Help Center. Consultado el 05 de Julio 2021 Disponible en: <https://help.ubidots.com/en/articles/748067-connect-an-esp32-devkitc-to-ubidots-over-mqtt>
- [3] Yuan, M. Conociendo MQTT. Consultado el 14 de Julio 2021, Disponible en: <https://www.ibm.com/developerworks/ssa/library/iot-mqtt-why-good-for-iot/index.html>







# EDUCACIÓN Y HUMANIDADES







## Índice

<i>Entonación de enunciados declarativos y de enumeración en el español hablado en Jalpan de Serra, Querétaro</i>	
Ana Karen Quintanar Mejía § Eva Patricia Velásquez Upegui	4
<i>Estrategias para la enseñanza de las sumas en fracciones con Tercer grado</i>	
Alondra Bocanegra Alvarado § Alondra Bocanegra Alvarado	9
<i>Los objetos de aprendizaje en el proceso formativo a distancia en escuelas multigrado</i>	
Luis Adrián De León Manzo § Karen Estefany Cruz López	15
<i>Estrategias pedagógicas innovadoras para fortalecer la escritura</i>	
Joseph Kevin Luis Cruz Salinas § Lucero Márquez Gámez	20
<i>Estrategias innovadoras para fortalecer la lectoescritura en la modalidad a distancia</i>	
San Juana Yamileth Moreno Cruz § Lucero Márquez Gámez	26
<i>Estudio exploratorio del impacto en los procesos de enseñanza-aprendizaje durante la contingencia debido al COVID</i>	
Hannia Abigail Najera Carrizales § Martín Hernández Sustaita	32
<i>Notas para una historia de la educación femenina en México (1824-1835)</i>	
Ilian Montserrat Garza Aguirre § Oliva Solís Hernández	35
<i>La escritura en la educación a distancia: una Propuesta didáctica</i>	
María Guadalupe Martínez Turrubiartez § Graciela Romero García	40
<i>Estrategias didácticas para el aprendizaje de la multiplicación</i>	
Yulissa Vazquez Ramírez § Ma. Cristina Herrera Tovar	45
<i>Herramientas virtuales para la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas</i>	
Arely Patricia Montañez Martinez § Ma. Cristina Herrera Tovar	50
<i>El tranvía en Aguascalientes 1883-1931, fotografía e histórica pública</i>	
Francisco Javier Enríquez Pedroza § David Eduardo Vazquez	55
<i>Los objetos de aprendizaje en el proceso formativo a distancia en escuelas multigrado</i>	
Jorge René Martínez Arriaga § Luis Adrián De León Manzo	61
<i>Los valores morales en la escuela primaria</i>	
Erick René López Ortega § Dra. Ma. Cristina Herrera Tovar	67
<i>Estudio exploratorio del impacto en los procesos de enseñanza-aprendizaje durante la contingencia debido al COVID</i>	
Francisco Alfonso Pérez Storms § Edgar Oswaldo Berlanga Ramírez § Javier Salvador González Salas § Martín Hernández Sustaita	73

# ENTONACIÓN DE ENUNCIADOS DECLARATIVOS Y DE ENUMERACIÓN EN EL ESPAÑOL HABLADO EN JALPAN DE SERRA, QUERÉTARO

Ana Karen Quintanar Mejía  
Universidad Autónoma de Querétaro Facultad de Lenguas y Letras  
Anillo Vial Fray Junipero Serra S/N  
Campus Aeropuerto  
*aquintanar01@alumnos.uaq.mx*

Eva Patricia Velásquez Upegui  
Universidad Autónoma de Querétaro Facultad de Lenguas y Letras  
Anillo Vial Fray Junipero Serra S/N Campus Aeropuerto  
*evapvelasquez@gmail.com*

Resumen - Los estudios previos sobre la entonación del habla en México han demostrado una relevancia significativa para el estudio de la variación lingüística. Sin embargo, no se ha documentado acerca de la entonación del habla en Jalpan de Serra, Querétaro. El objetivo de este trabajo es delimitar y comparar la entonación de la zona a partir de enunciados declarativos y de enumeración. Para llevar a cabo dicho trabajo se entrevistaron a tres mujeres de tres generaciones diferentes. En las distintas aseveraciones se encontró la tendencia de la configuración L+H\* M%. Los resultados suprasegmentales de este trabajo contribuirán al conocimiento de la prosodia del estado de Querétaro.

Palabras clave - Entonación, enunciados declarativos, enunciados de enumeración

Abstract: Previous studies on speech intonation in Mexico have shown significant relevance for the study of linguistic variation. However, it has not been documented about the intonation of speech in Jalpan de Serra, Querétaro. This work aims to delimit and compare the intonation of the area from declarative and enumeration statements. To carry out this work, three women from three different generations were interviewed. In the different assertions, the trend of the L + H \* M% configuration was found. The suprasegmental results of this work will contribute to the knowledge of the prosody of the state of Querétaro.

Keywords: Intonation, declarative statements, enumeration statements.

## I. INTRODUCCIÓN

La prosodia es un proceso fónico caracterizado por rasgos suprasegmentales, principalmente la melodía, acento, pausas y ritmo, en cambio, en el estudio se hablará sobre entonación que abarca dos atributos adicionales: los tonemas, que hacen referencia a la última sílaba tónica de un enunciado que al estar en contacto con una cesura se le denomina juntura intermedia o final y el ritmo, que alude a los patrones entonativos. (Navarro, 2019), en cuanto al etiquetado de estas junturas, se tomaron valores de codificación de las representaciones tonales basadas en el atlas interactivo de la entonación del español Sp\_ToBi, para el reconocimiento de eventos tonales.

Los estudios de la entonación de Querétaro han sido abordados desde una perspectiva como lengua en contacto con el otomí (Velásquez Upegui, 2020) y el español en comparación con hablantes monolingües y bilingües (Velásquez Upegui, 2021). Sin embargo, es importante abordar la entonación delimitando un espacio geográfico, ya que con la basta cultura de Querétaro, dado que cada factor regional, social y cultural influye en las características suprasegmentales del habla de una población. Por esta razón, se estudiará el municipio Jalpan de Serra, que se encuentra ubicado en el sur del estado de Querétaro, colinda con Arroyo Seco, Landa de Matamoros, Pinal de Amoles y San Joaquín. Los datos sociodemográficos de INEGI 2020, señala una población de 27 343 habitantes en un espacio rural, cabe mencionar que esta población está en contacto con 5 lenguas indígenas, de las cuales predomina el otomí y su principal fuente de ingresos económicos es el comercio, la ganadería y agricultura.

Figura 1. Ubicación de Jalpan de Serra y Santiago de Querétaro



## II. METODOLOGÍA

Se trata de un estudio con un análisis cualitativo, un enfoque prosódico fonético y fonológico, donde se recolectaron un total de 149 audios que fueron grabados por tres generaciones de hablantes mujeres: 49 audios de 20 a 34 años, 50 audios de 35 a 54 años y 47 audios con 55 años de edad, con enunciados semi espontáneos de vocativos, expresivos, interrogativos, declarativos neutros y enumeraciones, las últimas dos mencionadas son las aseveraciones que se analizarán y se disponen de 11 y 7 audios respectivamente, en cada generación se analizan 4 enunciados declarativos neutros y 3 de enumeración, sin embargo por cuestiones de interferencia entre ilocutores sólo fue posible estudiar 18 de los 21 audios esperados. Para este procedimiento el hablante contesta a un cuestionario de situaciones para la elicitación de la entonación del español (Velásquez & Velásquez, 2014) con la respuesta próxima a la que el entrevistador espera. El instrumento utilizado fue Praat versión 6.1.08 (Boersma & Weenik, 2019). Cada audio se etiquetó con 6 gradas correspondientes a la transcripción ortográfica del enunciado, división silábica, división vocálica, cesuras, junturas con anotaciones correspondientes al Sp\_ToBi,

estructura consonántica y el punto mínimo y máximo del pitch. En este trabajo sólo interesa ver la transcripción ortográfica del enunciado, las cesuras y marcas de entonación en posición nuclear y de juntura.

### III. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### A. Enunciados declarativos neutros

Los enunciados declarativos neutros suponen ser desprovistos de subjetividad y a comparación con otros enunciados, este suele ser menos marcado (Santana, 2009), es decir, aquellos enunciados que apuntan a una información clara y concisa.

La tabla 1 muestra el total de los tipos de tono que se encontraron en el análisis de once enunciados declarativos neutros en el español de Jalpan de Serra, la frecuencia de aparición en acentos nucleares y el porcentaje respecto al valor de datos. En la derecha se señala la frecuencia de juntura. Como puede observarse, existe una preferencia en el tono bajo L\* y ascendente en posición nuclear L+H\* que se mantiene en la juntura final M%.

Tabla 1. Frecuencia de aparición de tonos nucleares y de juntura en enunciados declarativos neutros (EDN) de Jalpan de Serra. END.N= 11 y Juntura N= 11

Tipo	Acento	F	%	Tipo	Acento	F	%
L*	L*	3	27	M	M%	6	55
H*	H*	1	9	L	L%	2	18
L+H*	L+H*	6	55	H	H%	2	27
H+L*	H+L*	1	9		HH%	1	

#### B. Enunciados de enumeraciones

Estos enunciados se caracterizan por contener elementos lingüísticos en coherencia, cuando se habla de enumeraciones posiblemente se piense en pausas entre cada palabra, por ello, se puede inferir que este apartado tenga mayores datos de juntura de nivel 3 que la tabla anterior con juntura terminal. En la tabla 2 se observa la frecuencia de cada tipo de acento en posición nuclear y de juntura terminal con enunciados de enumeración aplicados a siete enunciados que corresponden a tres hablantes mujeres. Se puede interpretar que existe una preferencia por el tono L+H\* que se mantiene M%.

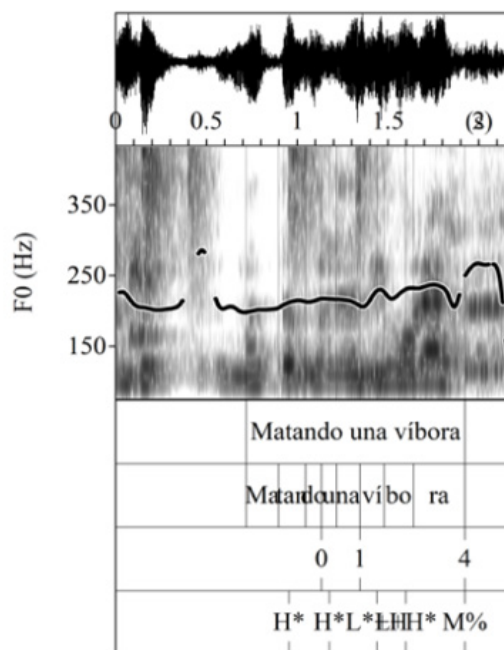
Tabla 2. Frecuencia de aparición de tonos nucleares y de juntura en enunciados con enumeraciones de Jalpan de Serra. N= 8, juntura intermedia N=6 y juntura final N=8.

Tipo	Acento	F	%	Tipo	Acento	F	%
L*	L*	2	25	M	M%	5	38
H*	H*	1	13	L	L%	2	47
					HL-	4	
L+H*	L+H*	4	50	H	H%	1	15
H+L*	H+L*	1	13		LH-	2	

#### IV. DISCUSIÓN

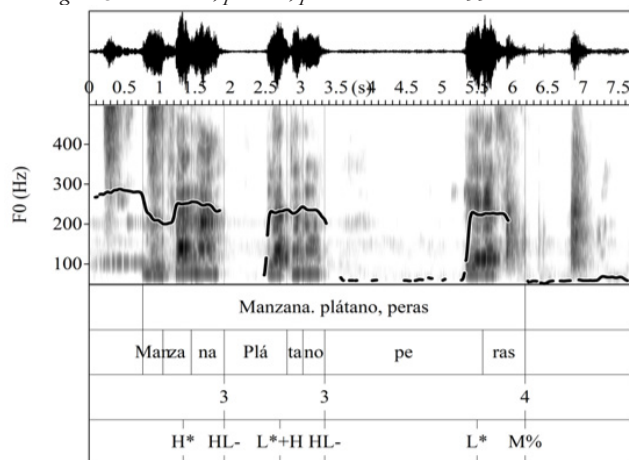
Los resultados de las aseveraciones declarativas neutras en el habla del español de Jalpan de Serra, arroja un valor de 6 enunciados con la preferencia tonal ascendente entre  $L^*+H$  y  $M\%$  en posición nuclear, en cuanto a juntas terminales la curva entonativa se mantiene. El enunciado matando una víbora, es un ejemplo que mejor concuerda con los resultados previos, se muestra en la figura 1 la curva que está ascendiendo en la sílaba nuclear /ví/ con 235.3 Hz y la junta terminal se mantiene con un rango de 236 Hz.

Figura 2. Matando una víbora, hablante de 55 años de edad.



Mientras que en los enunciados de enumeración, se parte en que cinco de ellos corresponde a una junta final donde la curva entonativa se mantiene, en cambio, es frecuente la junta intermedia cuando se configuran con tonos descendentes HL-. En cuanto ,los acentos en posición prenuclear se prefiere un tono bajo como se muestra en las sílabas átonas -na- y -no- .

Figura 3. Manzana, plátano, peras. Hablante de 55 años de edad





## V. CONCLUSIONES

El tonema que se encuentra en los enunciados declarativos neutros en el español de Jalpan de Serra, coincide con las investigaciones previas sobre el español de San Ildefonso Tultepec, se encuentra ubicado en Amealco al sur de Querétaro donde predomina una configuración tonal de L+H\* (Velásquez Upegui, 2020) y con la juntura terminal con M%, sin descartar que también se emplea el tono descendente como L% e incluso en juntura intermedia. En cuanto a los enunciados de enumeración en el español de Jalpan de Serra, el tonema que predomina es L+H\* con terminación M%.

Estos análisis son importantes para la lingüística y el estudio de variación regional, son la pauta para descubrir las características de las lenguas, las tendencias de cambio y los factores que influyen de manera significativa en el habla en un territorio.

## VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento al comité organizador de Verano de la ciencia de la región centro por la afiliación con la Universidad Autónoma de Querétaro, que permite aportar con las investigaciones que se llevaron a cabo durante la estancia del Verano 23. Asimismo, un profundo reconocimiento a la investigadora y anfitriona del proyecto, la doctora Eva P. Velásquez quién se mantuvo presente de forma constante durante la elaboración de la investigación y permitió que los estudiantes adquieran las bases para el desarrollo y elaboración de un proyecto científico. Y finalmente, a mis compañeras de trabajo, pues compartieron sus conocimientos del área de estudio para complementar la elaboración del producto.

## BIBLIOGRAFÍA

Libro:

Navarro, A. H. (2019). En torno a los suprasegmentos: delimitación conceptual y jerarquía. In Sistema y uso de la entonación en el español hablado.

Artículo de revista indizada:

Velásquez Upegui, E. P. (2020). Entonación del español en contacto con el otomí de San Ildefonso Tultepec: enunciados declarativos e interrogativos absolutos. Anuario de Letras. Lingüística y Filología, VIII(2), 143-167.

Velásquez Upegui, E. P. (2021). Entonación de enunciados declarativos en el español hablado en Querétaro: una comparación entre hablantes bilingües y monolingües. Revista de Filología y Lingüística de la Universidad de Costa

Velásquez, E., & Velásquez, E. P. (2014). Cuestionario de Situaciones para la Elicitación de la Entonación del Español.

Santana, C. V. (2009, Enero 05). Enunciados declarativos y pragmagramática. Letras, 51(79), 261-317.

# ESTRATEGIAS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS SUMAS EN FRACCIONES CON TERCER GRADO

Alondra Bocanegra Alvarado

Centro Rgional De Educacion Normal PROFRA. Amina Madera Lauterio  
Prolongacion Manuel Jose Tthon S/N C.P 78520, Cedral S.L.P  
*crenamina75@hotmail.com*

Alondra Bocanegra Alvarado

Centro Rgional De Educacion Normal PROFRA. Amina Madera Lauterio  
Prolongacion Manuel Jose Tthon S/N C.P 78520, Cedral S.L.P  
*alondrabocanegra17@gmail.com*

Resumen — En este trabajo se presenta la enseñanza de las sumas en fracciones logrando identificar el uso y las funciones que esta operación matemática tiene con los alumnos de tercer grado en su vida cotidiana, llevando a cabo una tarea difícil tanto para los maestros como para los alumnos debido a que, esta enseñanza se tuvo que llevar a distancia teniendo que implementar algunas metodologías pertinentes para que los alumnos pudieran desarrollar su aprendizaje de acuerdo a las necesidades en las que se encontraban, así mismo tener las herramientas para poder evaluar el desempeño de cada uno de los alumnos de una manera rígida, de esta manera guiándonos del plan y programa de estudios.

Palabras clave — Enseñanza a distancia, metodologías, evaluación

Abstract — In this work the teaching of additions in fractions is presented, managing to identify the use and functions that this mathematical operation has with third grade students in their daily lives, carrying out a difficult task for both teachers and students. students because this teaching had to be carried out at a distance, having to implement some relevant methodologies so that students could develop their learning according to the needs in which they were, as well as having the tools to be able to evaluate the performance of each one of the students in a rigid way, in this way guiding us from the plan and program of studies.

Keywords — Distance learning, methodologies, evaluation

## I. INTRODUCCIÓN

Así mismo, la importancia de este tema, radica en la Planeación Didáctica y cómo influye en el desarrollo del pensamiento matemático en los alumnos de educación primaria, ya que se busca desarrollar nuevas competencias, habilidades, capacidades y actitudes en la rama de las matemáticas, debido a que la asignatura tiene grado de dificultad como las demás y se propone ofrecer a los educandos las herramientas que les permitan ser competentes en situaciones de la vida cotidiana, principalmente en el pensamiento lógico matemático.

El tema de estudio de investigación fue desarrollado con el fin de conocer el análisis de la planeación didáctica para que nos pueda llevar a una buena implementación con los alumnos de tercer grado de la Escuela Primaria “Pípila” y logren adquirir los aprendizajes esperados, por otro lado, conocer las actividades que les ayudan más para la adquisición de conocimientos. Por ejemplo, dinámicas, implementación de material didáctico, así como la implementación de las TIC.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Suma de fracciones

Es una de las operaciones básicas que permite combinar dos o más fracciones a un número equivalente. La suma de fracciones se representa con el símbolo de una cruz “+” al que se le conoce como “mas”. Para obtener el valor numérico en forma de fracciones, primeramente se debe identificar si la suma de fracciones tiene el mismo denominador o diferente denominador, por lo tanto, se tienen dos procedimientos:

1. Suma de fracciones con mismo denominador es el procedimiento más simplificado y sencillo, ya que el proceso de la suma se basa en sumar los numeradores y el denominador se mantiene igual. 2. Suma de fracciones con diferente denominador para realizar la suma se recomienda saber obtener el mínimo común múltiplo (m.c.m.), ya que podemos simplificar las ecuaciones para poder realizar la operación.

### B. Enseñanza a distancia

Estos son tiempos difíciles para las escuelas y para nosotros los maestros. Quedarse en casa no significa descansar y relajarse en absoluto, ya que las familias esperan que la instrucción y los contenidos se lleven a cabo incluso a distancia. La tarea de un maestro se vuelve aún más difícil ya que preparar un contenido para hacer más tarde en clase es muy diferente a prepararla, grabarla o instruirla en vivo y luego compartirla en línea.

La modalidad a distancia no es tan simple como para poder sintetizar sus características principales en la no asistencia a las aulas y en el estudio por sí mismo del alumno; por el contrario, implica una propuesta que responde a un modelo pedagógico a partir del cual se trata de construir un puente entre el conocimiento y quien quiere aprender, y esta tarea supone un cambio de roles en los actores involucrados. Hoy podemos afirmar, además, que esta modalidad es una alternativa con el mismo valor académico que la presencial. La flexibilidad del aprendizaje a distancia es el principal beneficio. Los estudiantes pueden elegir cuando dónde y cómo aprenden seleccionando el tiempo, el lugar y el medio para su educación.

## III. METODOLOGÍA

El paradigma de la investigación es el punto de partida del conocimiento científico, en esta investigación se utilizó el socio crítico porque distingue tres formas básicas que servirán en esta investigación la cual es la investigación-acción, investigación colaborativa y la investigación participativa. Un enfoque es un cuerpo de conocimientos preexistentes, junto con una interpretación de problemas, un conjunto de objetivos y una colección de métodos, Esta investigación se llevara a cabo con el enfoque cualitativo.

En este trabajo de investigación se seleccionó el tipo descriptivo y explicativo debido a que facilita dar a conocer lo que sucede en las situaciones y explicar el porqué de los comportamientos que surgen dentro de la

investigación-acción. En cuanto la metodología de análisis se utilizara el ciclo reflexivo de Smith debido a que esta metodología nos permitirá parte de una descripción e información de la práctica docente que esta nos ayuda a recabar información de una manera precisa, y una vez confrontada se detectan y clasifican puntos cotidianos de las acciones del docente.

En este apartado se hará una descripción de la metodología que se implementa en la investigación, debido a que nos ofrece una serie de pasos a seguir que consta de un paradigma, un enfoque, tipo, metodología de análisis, técnicas e instrumentos y la población, mismos que son importante conocer porque dan forma a la presente investigación.

#### *Intervención de un diagnóstico*

Para conocer que tanto sabe el alumno sobre nuestra problemática de intervención, primero se tendrá que hacer un análisis en el que el alumno plasmará su conocimiento por medio de algunas actividades y cuestionarios, el cual esos resultados, sean o no favorables será nuestro punto de partida para saber en qué errores tuvieron más en el tema y así poder seguir orientando en cuanto a la enseñanza de las siguientes actividades.

Cada secuencia didáctica tendrá el fin de que el alumno vaya adquiriendo algo de conocimiento y esto se realizará de acuerdo con los recursos y situación aprendizaje en el que se encuentra cada alumno.

Esta primera intervención consta en la aplicación de un cuestionario, este cuestionario está diseñado en línea por lo cual se les mandará el link al grupo de whats appa para que los padres de familia ayuden a sus hijos a que lo respondan, se dará la indicación de cuales actividades deben de realizar únicamente, una vez que las hayan realizado se pedirá que manden captura de los resultados que obtuvieron en cada actividad.

#### *Intervención de 3 secuencias didácticas*

Son tres secuencias didácticas en las que se apoyara para lograr que el alumno logre adquirir un conocimiento en el que le permita al alumno continuar con el desarrollo de actividades, en cada una de ellas se aplicaran actividades que le motiven al alumno y a la vez sean de su interés para que puedan tener mejor dominio en cuanto al tema.

Con estas actividades se podrá dar cuenta que tanta efectividad se logró en la elaboración de las actividades o bien, permitirá al docente así mismo conocer las amenazas que le impidieron tener los resultados deseados ya sea para hacer modificaciones en cuanto a las secuencias didácticas o acoplarse a nivel de conocimiento en el que se encuentra el grupo haciendo un diagnóstico más profundo que lo lleve a darse cuenta y hacer los cambios debidos.

#### *Secuencia didáctica 1 “Vamos a jugar fracciones”*

Enviar dos videos a grupo de WhatsApp: VIDEO 1: introducción a las fracciones, VIDEO 2: suma de fracciones con mismo y diferente denominador pedir que los observen antes de iniciar la clase por Meet.

Crear una sala de reunión en Meet, crear dos horarios para lograr que los alumnos se puedan conectar de acuerdo a la situación de tiempo en la que se encuentran sus padres quienes nos apoyaran para realizarla, mandar el link al grupo de WhatsApp, dar brevemente de lo que se estará trabajando en la clase. Apoyándome de una presentación en Power Point dar una explicación de cómo se realizan la suma de fracciones y pedir a los alumnos que vayan haciendo apuntes en su cuaderno.

Dentro de la presentación agregar un juego de momoramas sobre fracciones, pedir a los alumnos que de manera de participación vayan colaborando con la actividad, se va procurar que todos los alumnos logren participar. Antes de iniciar la clase mandar una hoja para imprimir o escribir en un cartón de manera quede una carta de lotería, cada alumno tendrá una carta y jugaremos a la lotería, la maestra practicante estará diciendo las fracciones y el alumno que logre llenar primero su carta ira saliendo de la clase.

### *Secuencia didáctica 2 “Construyamos fracciones con las tiras”*

Enviar una canción ¡a bailar, cantar y aprender las fracciones! Para que el alumno vaya conociendo y familiarizándose con las fracciones. Enviar al grupo de WhatsApp una hoja de trabajo donde descubrirán la representación de cada fracción que se les muestra en la imagen, por ejemplo una imagen de una pizza estará dividida en un medio y el alumno pondrá el resultado de manera numérica  $1/2$ , pedir que manden fotografía al resolverla. Finalmente resolver unos problemas de suma de fracciones que se les mandara en una hoja por el mismo medio. Al momento de estar resolviendo el problema esta última actividad se solicitara que hagan uso del material proporcionado un día anterior, por ejemplo si el resultado son  $3/4$  el alumno lo graficara con el material, de igual manera solicitar que manden fotografía del proceso de la resolución de los problemas.

### *Secuencia didáctica 3 “Lo que el rey pida”*

Hacer nuevamente una reunión por Meet, mandar el link a través del WhatsApp, antes de iniciar la clase proporcionarles un material para poder trabajar y pedirle a los alumnos que de acuerdo al material van a graficar la fracción que yo les vaya solicitando. Por ejemplo, el rey pide  $5/7$  y el alumno rápidamente tendrá que graficarlo y mostrarlo a la pantalla. El alumno que no haya fallado ninguna y lo haya resuelto en el mejor tiempo posible será el alumno ganador. Después jugar a la ruleta interactiva que se diseñara en Power Point, la maestra practicante dará inicio con la ruleta y cada alumno va a colorear la fracción que la ruleta le vaya indicando.

Aplicar una hoja de trabajo donde van a realizar la suma de fracciones y después van a colorear de forma correcta las figuras pedir que manden fotografía de la actividad.

### *Intervención de un examen final.*

Posteriormente tras haber trabajado con los alumnos varias sesiones, se aplicara un examen final llevando relación con las actividades que se aplicaran al inicio de la intervención para poder conocer el avance que se logró tener y cuales fueron nuestras fortalezas o debilidades al momento aplicar de dicha intervención. Para esto, se buscara que el alumno tenga el máximo de conocimiento comparado al que fue el iniciar con la intervención.

### *Examen “Que tanto aprendí”*

Aplicar un examen final para tener un resultado de lo que logro adquirir el alumno durante la semana loca de fracciones.

## **IV. RESULTADOS**

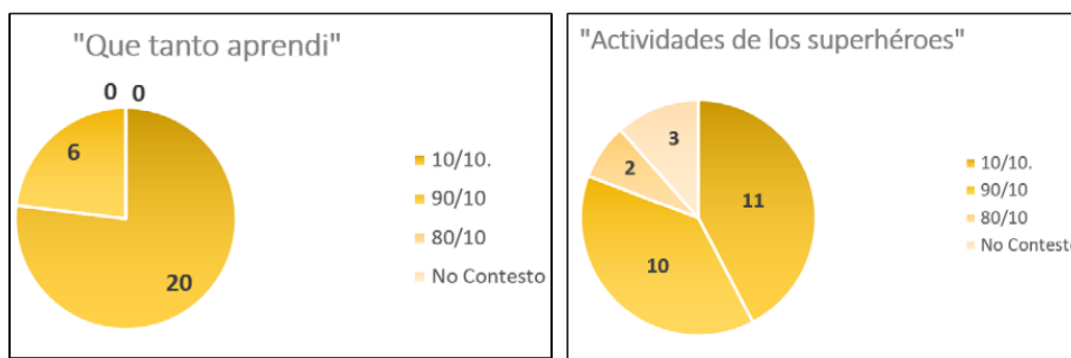
Los resultados es el proceso por el cual nos permite analizar cuáles fueron las evaluaciones de los alumnos que obtuvieron durante la aplicación de las estrategias ya que estas fueron diseñadas con el fin de que los alumnos se llevaran los aprendizajes esperados. Así mismo cumplir con cada uno de los objetivos que fueron diseñados para este trabajo de investigación y así mismo poder intervenir en el aprendizaje de los alumnos para que de laguna mandar poderlo enriquecer dándole a conocer las diferentes formas que existen al aplicar actividades a distancia, y que este factor no lo vean como algo imposible, sino todo lo contrario, para que crezcan más en cuando su ámbito educativo.

De manera muy general los resultados obtenidos fueron muy favorables a como se esperaba, porque se comienza con un panorama en donde se suponía que el alumno no tenía mucho conocimiento sobre el tema, pero al comenzar con la intervención me pude dar cuenta la el gran aprendizaje y las ganas de aprender que tenían los alumnos, cabe mencionar que el tema de nuestra investigación es de suma importancia debido a que los alumnos deben de tener un dominio de ello porque es un contenido que lo pueden poner en práctica en su vida cotidiana.

## V. DISCUSIÓN

A continuación se muestran las comparaciones de resultados que se obtuvieron en la estrategia del diagnóstico y el examen final en donde evidente mente se puede ver el contraste que existe entre ambas, en la estrategia de evaluación “actividades de los superhéroes” 11 alumnos lograron acertar correctamente todos los cuestionario sacando como resultado un 10, mientras que 10 alumnos demostraron que tienen un nivel de conocimiento bueno sacando un 9, evidente mente 2 alumnos arrojaron en sus resultados que tienen muy poco conocimiento sobre los cuestionamientos sacando un 8, así mismo 3 alumnos desafortunadamente no lograron entrar a la página por situaciones personales las cuales les impidieron obtener una evidencia.

Por otra parte en el examen final “que tanto aprendi” se da cuenta que tanto mejoro el cocimiento de los alumnos, viéndose reflejada de igual manera en los resultados, favorablemente ya todos los alumnos lograron entrar a la página donde está el cuestionario para así mismo poderlo resolver, 20 alumnos acertaron con un 10 todo el cuestionario, en donde se puede argumentar que tuvieron un buen avance y que las actividad que fueron diseñadas fue de mucha ayuda para enriquecer su conocimiento, 6 alumnos se mantuvieron en un rango en donde dio como resultado un 9, una calificación el cual demostró que de alguna manera también mejoraron su aprendizaje.



## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con la investigación realizada, se demostraron las diferentes situaciones que ayudaron a cumplir con el propósito de este trabajo.

No obstante, se comprobó que innovar es importante en estas situaciones, no es necesario un material novedoso para que la clase resulte novedosa para los alumnos y así se puedan interesar por ella, hay diversas maneras de hacerlo sin tener que estar con un material y docente en presencia para estar guiando e incitando a los alumnos a que desarrollen las actividades, como se demostró, hay infinidad de estrategias que nos lleven a dar una clase con éxito a través de herramientas digitales y de esta misma manera los alumnos respondieron de una manera muy favorable debido a que era una manera nueva para ellos el seguir aprendiendo para esto, el supuesto teórico que se plantó fue favorecer la enseñanza de las sumas de fracciones a distancia con los alumnos logrando cumplir con ello.

Así mismo nuestro supuesto logro aplicarse de la mejor manera, porque nos favoreció en los resultados de cada una de las estrategias que fueron aplicadas en el grupo de tercer grado, a pesar de la gran barrera del aprendizaje a distancia los alumnos contestaban favorablemente en cada una de las actividades.

## VII. AGRADECIMIENTOS

Agradecer a todas las personas profesionales que me ayudaron hacer posible a que mi meta se cumpliera y que de alguna u otra manera me ayudaron a corregir mis errores.

*A mis alumnos y titular de grupo.*

Principalmente a los alumnos agradecer por su atención, disponibilidad e interés, gracias por ser parte importante de este trabajo y por ser tan responsables como lo fueron a pesar de la distancia, el tiempo pasara pero el recuerdo, las experiencias, y el aprendizaje que me hicieron quedaran siempre en mí. Agradezco también al maestro titular del grupo por haberme brindado la confianza de poder trabajar con el grupo.

#### REFERENCIAS

- Bisquerra, R. (2004). Métodos de investigación educativa. Guía práctica. CEAC. Barcelona, España
- Blanco, E. (2014). Estrategia: conceptos y vínculos. Obtenido de <http://www.debatesiesa.com/estrategia-conceptos-y-vinculos/>
- Bruner, J. (1963). Las ideas pedagógicas de Bruner en la “etapa de la revolución cognitiva”. Colom, A.; Sureda, Jaume; Salinas, Jesús (1988). Tecnología y medios educativos. CincelKapelusz. Barcelona; España.
- Díaz Barriga Arceo, Frida y Hernández Rojas, Gerardo (2010). Estrategias Docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructiva. McGraw Hill. México; D.F.
- Díaz barriga, A (2002). Díaz Barriga, Frida y Hernández, G. (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Constructivismo y evaluación psicoeducativa. 2da. Ed.
- ORDUZ, M. E. (2012). Una propuesta para la enseñanza de fracciones en sexto grado. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/8573/1/01186688.2012.pdf>
- Parra, L. A. (2016). estrategias didacticas para la enseñanza aprendizaje de las fracciones implementando herramientas vituales . Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/51474/1/30232391.2016.pdf>
- Piaget. (s.f). DESARROLLO DEL PENSAMIENTO LÓGICO – MATEMÁTICO . Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/1870/1/teb60.pdf>
- Piaget, J. (1 de Febrero de 1973). Epistemologia matematica y psicologia . Obtenido de <http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020080787/1020080787.PDF>
- SEP (2011e). Programas de estudio, tercer grado. México: SEP.



## LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE EN EL PROCESO FORMATIVO A DISTANCIA EN ESCUELAS MULTIGRADO

Luis Adrián De León Manzo  
CREN “Profra. Amina Madera Lauterio”  
Manuel José Othón S/N  
C.P. 78520, Cedral, S.L.P.  
*luiscedral@hotmail.com*

Karen Estefany Cruz López  
CREN “Profra. Amina Madera Lauterio”  
Manuel José Othón S/N  
C.P. 78520, Cedral, S.L.P..  
*K1815728@gmail.com*

Resumen — En el presente trabajo se expone el análisis de la experiencia en la práctica profesional en el contexto multigrado de una estudiante de la escuela normal al considerar cual es la función de los objetos de aprendizaje en el proceso formativo en escuelas multigrado, por lo cual como experiencia se platica la forma en que estas herramientas fueron aplicadas en la planeación multigrado así como las interacciones, posibilidades y limitaciones que se obtuvieron estos objetos de aprendizaje.

Palabras clave — Objetos de aprendizaje, enseñanza, contexto multigrado.

Abstract — In the present work, the analysis of the experience in professional practice in the multigrade context of a normal school student is exposed when considering what is the function of learning objects in the training process in multigrade schools, therefore, as an experience The way in which these tools were applied in multigrade planning is discussed as well as the interactions, possibilities and limitations that these learning objects were obtained.

Keywords — Learning objects, teaching, multigrade context.

### I. INTRODUCCIÓN

La educación a distancia es un sistema de enseñanza que se desarrolla a través de las tecnologías de la información con el fin de evitar el desplazamiento de los alumnos al lugar de estudio. Los objetos de aprendizaje nos brindan una herramienta de apoyo tanto para el trabajo a distancia como presencial por que hace que el alumno ponga en juego sus habilidades y destrezas par apropiarse del conocimiento y llegar a hacer autónomo.

En el contexto multigrado los alumnos cuentan con poca accesibilidad a dispositivos electrónicos con los que

pueda acceder a los objetos de aprendizaje, anteriormente se les instaló el programa enciclopedia el cual cuenta con variedad de información sobre juegos interactivos, video, etc, en los cuales el alumno podía apoyarse para adquirir el conocimiento

Los objetos de aprendizaje en un contexto multigrado y a distancia son de gran apoyo para que los alumnos adquieran el conocimiento y conforma al utilizar los odas vayan adquiriendo autonomía por lo tanto en el presente trabajo se abordará ¿de que manera son utilizados los objetos de aprendizaje en le procesos formativo a distancia en escuelas multigrado?

## II. MARCO TEÓRICO

Los objetos de aprendizaje son elementos para la instrucción, aprendizaje o enseñanza basada en computadora, que en la actualidad todo profesionista debe tener conocimiento de estas herramientas para emplearlas en el logro de aprendizajes.

No son realmente una tecnología, más propiamente dicho son una filosofía, según (Wiley, 2000, pp.2) los objetos de aprendizaje son una entidad, digital o no digital, que puede ser utilizada, reutilizada, y referenciada durante el aprendizaje apoyado con tecnología, se fundamenta en la corriente de las ciencias de la computación conocida como orientación a objetos (Coad & Jill, 1993, pp.3).

Objetos de aprendizaje (odas). Son materiales digitales concebidos para que alumnos y maestros se acerquen a los contenidos de los programas de estudio de Educación básica, para promover la interacción y el desarrollo de las habilidades digitales, para que así logren su autonomía. (Plan de estudios 2011, pp.1.6)

Este tipo de recursos tienen características particulares que dan capacidades y funcionalidades a los sistemas de gestión de aprendizaje, principalmente desde el punto de vista de la organización y reutilización de recursos, recursos que son utilizados en el aprendizaje y enseñanza del alumno que puedan ser reutilizadas en múltiples aplicaciones.

Jean Piaget, propone que para el aprendizaje es necesario una correspondencia óptima entre los esquemas que el alumno ya posee y el nuevo conocimiento que se propone. Sin embargo, si el conocimiento no presenta resistencias y el alumno lo podrá agregar a sus esquemas con un grado de motivación el proceso de enseñanza/aprendizaje se logrará correctamente, de acuerdo a los objetos de aprendizaje que se puedan intervenir

La esencia del aprendizaje consiste en el surgimiento y modificación de los procesos psíquicos y del comportamiento tanto en una dimensión afectiva como cognitiva del alumno. Se aprenden no sólo hábitos, conocimientos, habilidades y capacidades, sino también actitudes, rasgos formales, emociones, sentimientos y necesidades. Por ello el aprendizaje se refiere tanto al proceso de enseñanza como al de educación. (Hergenhahn, 1976, pp.4)

La enseñanza a distancia es el tipo de método de instrucción en que las conductas docentes acontecen aparte de las discentes, de tal manera que la comunicación entre el profesor y el alumno pueda realizarse mediante textos impresos, por medios electrónicos, mecánicos, o por otras técnicas, (Moore, 1972, pp. 212)

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para desarrollar el trabajo se consideró la experiencia vivida en la práctica profesional en un contexto multigrado desde la mira del normalista y de cuatro docentes titulares de grupo con el objetivo de reconocer de que manera se implementaron objetos de aprendizaje en el periodo de educación motivado por la contingencia sanitaria del COVID-19.

El proceso se distingue por un estudio de caso de tipo explicativo con enfoque cualitativo en el cual se realiza el análisis de insumos como planes de clase, programa oficial de aprende en casa, materiales educativos y reuniones colegiadas.

Las categorías referidas para el análisis se vinculan a los objetos de aprendizaje en las planeaciones multigrado, las interacciones en el aula, la visualidad, y la experiencia de los (odas) en la pandemia empleando coloramas, matices y mapas conceptuales.

#### IV. RESULTADOS

Los objetos de aprendizaje en las planeaciones multigrado.

Cabe mencionar que en las escuelas multigrados se cuenta con acervos de materiales que aun que no estén actualizados contienen diferentes temas a abordar, entre ellos se pueden mencionar audiolibros y videos. Tales pueden incluirse en los casos de las escuelas que aun cuentan con dichos materiales.

La enciclopedia también es un medio que aun suele ser utilizado ya que contienen una gama de actividades que favorecen en gran medida los procesos de enseñanza aprendizaje. Y son por lo tanto un gran apoyo para el docente, así como también por su pertinencia para incluida en la planeación. Por lo tanto, me di la tarea de investigar sobre algunos ejemplos de estos materiales mencionados para realizar la búsqueda de algunos y poder incluirlos en las actividades diseñadas.

Durante mi formación he verificado que los objetos de aprendizaje han sido de apoyo solo que en gran medida no se han aprovechado a lo máximo por que los alumnos carecen de dispositivos electrónicos tales como, celular, computadora y Tablet. Ya que el trabajo a distancia se requería que contaran con estos insumos para poder trabajar en las diferentes aplicaciones que se nos proporcionaban o bien en las que nos podíamos apoyar para hacer llegar al alumno los trabajos escolares para lograr un aprendizaje.

En lo referente a mi practica educativa contemple en mi planeación las herramientas digitales tales como, Messenger en donde enviaba videos o imágenes que se relacionaban al tema o actividades y WhatsApp en donde recibía la evidencia de los alumnos las cuales me fueron de gran apoyo para el trabajo a distancia, la participación de mis alumnos fue de un 60%.

Las interacciones con los objetos de aprendizaje en el aula y la virtualidad

En el plan de estudios 2011 de Educación básica menciona en el apartado de principios pedagógicos que sustentan dicho plan en el principio 1.6 Usar materiales Educativos para favorecer el aprendizaje que: en la sociedad del siglo XXI los materiales educativos se han diversificado. Como sus formatos y medios de acceso requieren habilidades específicas para su uso, una escuela en la actualidad debe favorecer que la comunidad educativa, además de utilizar el libro de texto, emplee otros materiales para el aprendizaje permanente, entre ellos se encuentra los objetos de aprendizaje (odas). Estos son materiales digitales concebidos para que alumnos y maestros se acerquen a los contenidos de los programas de estudios para promover la interacción y el desarrollo de las habilidades digitales, el aprendizaje continuo y para que los estudiantes logren su autonomía podemos referirnos con ejemplos como materiales audiovisuales, multimedia e internet. Articulan códigos visuales, verbales y sonoros y generar un entorno variado y rico de experiencias a partir de los cuales los estudiantes crean su propio aprendizaje. Cabe mencionar que muchas de las escuelas se han venido trabajado con el uso de las odas desde tiempo atrás convirtiéndose en una herramienta de aprendizaje muy valiosa para la construcción de ambientes de aprendizaje.

Por lo tanto, en estos casos se ha dado una interacción de las odas para el trabajo a distancia ya que en muchos casos maestros como alumnos cuentan con la habilidad y el conocimiento para el manejo de estos en favor de la construcción de aprendizajes.

Las odas de han convertido hoy en día en un medio para llevar la enseñanza a distancia, ya que han se han estado utilizando diferentes de ellos como son el uso de apps educativas, videos, tutoriales educativos, audiolibros, libros digitalizados, interactivos, juegos entre otros los cuales se han convertido en un medio para conseguir la motivación del estudiante para seguir aprendiendo.

## Posibilidades y limitaciones en el uso de los objetos de aprendizaje

### *Posibilidades*

- Desarrollar constantemente el uso de herramientas digitales para mejorar su uso y manejo
- Desarrollar el propio conocimiento para lograr un aprendizaje autónomo
- Involucrarse en diversas tareas o actividades que impliquen el uso de odas
- Continuar aprendiendo de manera permanente

### *Limitaciones*

- Las posibilidades en el uso de los odas solamente son accesibles para escuelas o alumnos que cuentan con herramientas tecnológicas o con conexión a internet.
- La falta de actualización del docente imposibilita llevar los odas al salón de clase
- La falta de interés por parte del alumno y docente por parte del alumno para interactuar con este tipo de herramientas por voluntad propia de aprender.

## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

La organización en la escuela es cuatridocente, las docentes se organizan de acuerdo a su grupo, y a la forma de aprendizaje de sus alumnos, cada una de ellas diseña los planes de trabajo de acuerdo también a las necesidades de los alumnos, dependiendo a los instrumentos y/o herramientas tecnológicas a las que se tenía acceso.

De acuerdo al seguimiento a las actividades, las maestras optaron por utilizar las aplicaciones tales son como, Messenger y WhatsApp.

El uso de WhatsApp y Messenger como recurso educativo en el aula y fuera de ella proporciona información, guían el aprendizaje que motiva a los alumnos, ejercitan sus habilidades y sirven como instrumentos de evaluación además de cumplir la importante función de fomentar el trabajo colaborativo. Estas aplicaciones son utilizadas para tener comunicación tanto con los padres de familia como con el estudiante, donde se pueden efectuar preguntas o dudas del trabajo y la actividad, donde se puede asesorar y comprobar el aprendizaje del estudiante, retro a informar a los estudiantes en la realización de trabajos y así mismo ser evaluados.

Dichas actividades se les enviaban a los padres de familia, para que de esa manera se las hicieran llegar con responsabilidad a los alumnos y realizaran las actividades, de igual manera las evidencias eran enviadas ya sea por medio de las mismas aplicaciones o solo por WhatsApp. Cuando el alumno no tiene la oportunidad ni acceso a enviar las evidencias de las actividades las maestras citaban a los padres de familia a la escuela un día a la semana para que fueran a entregar dichas evidencias.

Y se les entregaba un cuadernillo solo diseñado para aquellos alumnos que de plano no tenían acceso a ninguna herramienta o medio para llevar a cabo las actividades.

La implementación de (odas) en el contexto multigrado se basó en audiocuentos, documentales y videos en donde las maestras explicaban la actividad. Estas herramientas favorecen mucho al aprendizaje de los alumnos y a que desarrollen sus habilidades para que así los estudiantes logren su autonomía. Es importante que el docente se actualice para así poder llevar las odas en la clase.

## VI. CONCLUSIÓN

En base a todo lo que presento en el trabajo, sacamos como conclusión que los objetos de aprendizaje son materiales digitales que hacen que el alumno logre su autonomía enfocándose en su aprendizaje y habilidades, de igual manera se platicó como es que estas herramientas son utilizadas en un contexto multigrado y a distancia. En nuestra actualidad los procesos de aprendizaje son una herramienta indispensable, por que nos apoyamos en ellos para que el alumno la adquisición de aprendizajes y desarrolle sus habilidades y competencias que impactan

en el entorno que lo rodea ya que llega a hacer autónomo en busca de su conocimiento. De igual manera se comentó como es que los objetos de aprendizaje son adaptados en los planes de trabajo y así mismo como se llegó a interactuar con ellos en el aula y de manera virtual, y por lo tanto que limitaciones y posibilidades se obtuvieron de acuerdo a la manera en que fueron utilizados.

#### REFERENCIAS

- [http://www.biblioweb.tic.unam.mx/libros/repositorios/objetos\\_aprendizaje.htm#32r](http://www.biblioweb.tic.unam.mx/libros/repositorios/objetos_aprendizaje.htm#32r) (Wiley, 2000, pp.2)
- López Guzmán, C. (2005) Los repositorios de objetos de aprendizaje como soporte para los entornos e- learning [Internet]. Disponible desde: <[http://www.biblioweb.dgsca.unam.mx/libros/repositorios/objetos\\_aprendizaje.htm](http://www.biblioweb.dgsca.unam.mx/libros/repositorios/objetos_aprendizaje.htm)> [Acceso 27 de septiembre 2009]
- [http://online.aliat.edu.mx/adistancia/TeorContemEduc/U4/lecturas/TEXTO%202%20SEM%204\\_PIA-GET%20BRUNER%20VIGOTSKY.pdf](http://online.aliat.edu.mx/adistancia/TeorContemEduc/U4/lecturas/TEXTO%202%20SEM%204_PIA-GET%20BRUNER%20VIGOTSKY.pdf)
- [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/20177/Plan\\_de\\_Estudios\\_2011\\_f.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/20177/Plan_de_Estudios_2011_f.pdf) (Plan de estudios 2011, pp.1.6)
- [https://www.ecured.cu/Objeto\\_de\\_Aprendizaje](https://www.ecured.cu/Objeto_de_Aprendizaje) (Coad & Jill, 1993, pp.3).
- <https://psicologiyamente.com/tags/aprendizaje> (Hergenhahn,1976, pp.4)
- <https://www.magisterio.com.co/articulo/que-es-la-ensenanza> (Moore, 1972, pp. 212)

## ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS INNOVADORAS PARA FORTALECER LA ESCRITURA

Joseph Kevin Luis Cruz Salinas

Centro Regional de Educación Normal “Profra. Amina Madera Lauterio”

Manuel José Othón S/N, Cedral San Luis Potosí

*kacecruzhd@gmail.com*

Lucero Márquez Gámez

Centro Regional de Educación Normal “Profra. Amina Madera Lauterio”

Manuel José Othón S/N, Cedral San Luis Potosí

*luceritomar@hotmail.es*

Resumen — Las estrategias para trabajar los problemas de escritura en primer grado tienden a ser en repetidas ocasiones repetitivas, este tipo de estrategias para el fortalecimiento de la escritura dejan de lado la interacción del alumno con la escritura misma. En este proyecto de investigación se desarrollan 3 distintas estrategias pedagógicas que buscan innovar en el proceso de escritura y fortalecer esta habilidad en los alumnos, teniendo un enfoque en lo didáctico y haciendo énfasis en el aspecto lúdico de dichas actividades, con la finalidad de utilizar el juego, la imaginación, la creatividad y la literatura, como instrumentos que potencien e impulsen la escritura en los alumnos y así mismo sean incentivos del interés del alumno en la misma.

Palabras clave — Estrategias Pedagógicas, Escritura, Didáctica, Primaria, Primer Grado.

Keywords — Pedagogical Strategies, Writing, Didactics, Elementary School, First Grade.

Abstract — The strategies to work on writing problems in first grade tend to be repetitive on many occasions; these types of strategies for strengthening writing leave aside the student’s interaction with the writing itself. In this research project, 3 different pedagogical strategies are developed that seek to innovate in the writing process and strengthen this skill in the students, with a didactic approach and emphasizing the playful aspect of these activities, with the purpose of using games, imagination, creativity and literature as instruments that enhance and promote writing in the students and also as incentives for the student’s interest in writing.

### I. INTRODUCCIÓN

Las estrategias para trabajar los problemas de escritura en primer grado tienden a ser en repetidas ocasiones repetitivas, como ejemplo de ello tenemos el uso de estrategias de planas o transcripción de textos, este tipo de estrategias para el fortalecimiento de la escritura dejan de lado la interacción del alumno con la escritura misma.



No existe mucha literatura que haga referencia a estrategias para fortalecer la escritura que estén enfocadas a la escritura y que a su vez sean didácticas o lúdicas, siendo que estas características son fundamentales en el desarrollo académico de alumnos, especialmente como lo es el caso de este trabajo, de alumnos de primer grado de primaria, los niños adquieren como prioridad la lectura, mas no la escritura, siendo que deberían ir de la mano y tener un enfoque didáctico y lúdico que sea del interés de los alumnos, con la finalidad de estimular sus capacidades cognitivas y atender a los distintos estilos de aprendizaje.

El presente trabajo tiene como finalidad presentar los resultados de la aplicación de un proyecto didáctico enfocado en desarrollar 3 distintas estrategias pedagógicas que buscan innovar en el proceso de escritura y fortalecer esta habilidad en los alumnos, teniendo un enfoque en lo didáctico y haciendo énfasis en el aspecto lúdico de dichas actividades, con la finalidad de utilizar, el juego, la imaginación, la creatividad y la literatura como instrumentos que potencien e impulsen la escritura en los alumnos y así mismo sean incentivos del interés del alumno. La importancia de aplicar este tipo de estrategias es lograr llegar al aprendizaje significativo y la comprensión en los alumnos, en este caso específicamente de primer grado. Se tiene como un objetivo clave el hacer uso de estas estrategias para que apoyen a los alumnos a adquirir la escritura de una manera entretenida, comprensiva y didáctica, donde el alumno sea parte de este proceso como un participante activo, rompiendo así con los métodos tradicionales donde el alumno tiene un papel más pasivo y menos entusiasta, métodos donde no se asegura la plena comprensión del aprendizaje, incluso es importante porque este tipo de estrategias permiten al alumno tener un proceso de aprendizaje más autónomo. Aplicar estas estrategias es responder a las necesidades del alumno en la actualidad.

## II. MARCO TEÓRICO

Para llevar a cabo este trabajo se escogieron y resaltaron las partes de estos textos relacionadas con el desarrollo de la escritura, con la finalidad de analizar estrategias y moldear las que se usarían en esta investigación práctica. El primer autor en que se fundamenta este proyecto es Jean Piaget y su Teoría del desarrollo cognitivo (1974) El menciona cuatro etapas clave de como el alumno se desarrolla cognitivamente hablando, las cuales son, Etapa sensorio motora (0 a 2 años), Etapa pre operacional (desde los dos hasta los siete años), Etapa de operaciones concretas (desde los siete hasta los once años), Etapa de operaciones formales (desde los once años en adelante). A raíz de esta teoría Piaget (1974) comenta que la etapa del alumno es primordial para su desarrollo, a partir de eso tenemos que enfocados a la etapa del educando en cuestión debemos de crear estrategias donde la interacción con el objeto sea muy notoria, por ejemplo, la utilización de materiales donde el estudiante escriba e interactúa con las letras mismas.

A partir del enfoque de la teoría de Piaget retomamos a Ferreiro quien trabajó a partir de esta teoría, pero más enfocada en la lectoescritura. Ferreiro menciona que:

Los trazos más controlados aparecen alrededor de los cuatro años, donde ya entendemos sus expresiones que son el reflejo de sus valoraciones, ya que dibujará lo que para él es importante: a él mismo, su familia, sus mascotas, su casa. Los dibujos son una excelente herramienta para estimular la lecto-escritura significativa y que el niño asocie lo representado en el dibujo con las palabras que lo representan. (Ferreiro 1971)

Como resultado de lo analizado por Ferreiro tenemos que si se quiere trabajar la escritura hay que iniciar incluso por cosas como la motricidad fina y gruesa del alumno, hablando especialmente de actividades como el dibujo y el trazo de cosas que el relacione y considera importantes, ya que así el alumno le va dando cierto significado. En cuanto la teoría sociocultural de Vygotsky, él señala de acuerdo a la adquisición de la lengua escrita; “El aprendizaje del lenguaje escrito consiste en apropiarse de un sistema determinado de símbolos y signos cuyo dominio marca un momento crucial en el desarrollo cultural del niño” (Vygotsky 1931). Que busca crear una interacción

del alumno con lo que va escribiendo, dando a su vez significado para él, mismo que permitirá que lo adquiera como algo permanente, y así irlos relacionando con su contexto y su cultura, haciendo que escriba de acuerdo a estos dos aspectos.

A su vez se consultaron distintos artículos, revistas y sitios web para la realización de estas estrategias didácticas, se tomaron ideas de distintas metodologías modificándolas para que se adaptaran al método de este proyecto. Ejemplo de ello el artículo web titulado “Los fundamentos de la lectoescritura en el método Montessori” escrito por Magaña T. en 2021, el análisis titulado “La teoría del aprendizaje y Desarrollo de Vygotsky escrito por J. Martínez Narváez en 2008, el artículo “La Evolución de la Psicogenética de los niños y su Aprendizaje en Lectoescritura” para la Revista Colypro del Colegio de Licenciados y Profesores en Letras, Filosofía, Ciencias y Artes de Costa Rica elaborado por P. Alvares Briceño en 2014, el artículo web “Lev Vygotsky y sus aportes sociales e históricos en la lectoescritura” proveniente de la página web “Logopedico” escrito en 2009, el análisis “Aprender a escribir con Montessori: La bandeja de arena” escrito por T. Martínez en 2018, “La escritura antes de la letra” ensayo para la Revista de Investigación Educativa escrito por Emilia Ferreiro en 2006, y el texto “El dictado en el aula de ELE” escrito por S. Gonzales Cantero en 2017 para la Universidad del País Vasco.

### III. MATERIALES Y MÉTODO

Esta es una investigación cualitativa. La práctica de este proyecto fue llevada a cabo con un alumno de primer grado de primaria entre los días 25 de Junio y 5 de Julio. Y fueron aplicadas en sesiones con diferente duración de tiempo como se explica a continuación:

#### *Estrategia 1: Estrategia de diagnóstico*

Objetivo: Identificar los conocimientos previos del alumno para identificar el nivel de escritura que posee.

Instrumento de evaluación: rubricas de evaluación de escritura.

Fundamentación: Nemvirosky M. (2009) menciona: El proceso de evaluación de la lecto- escritura requiere tener claro por un lado las etapas o fases por las que cualquier niño o niña pasa en su desarrollo lector-escritor y por otro, los mecanismos más adecuados para realizar dicha evaluación y por último, el momento más adecuado para su realización.

Aprendizaje esperado: Dentro de esta estrategia no se persigue algún aprendizaje más que el ubicar al alumno en un nivel de escritura y lectura.

Ámbito: Literatura

Contenido: Diagnóstico de nivel de lectoescritura.

Temporalización: Se aplicó el día 25 de Junio de 2021, contando con una duración de una hora. De igual manera se aplicó el día 5 de Julio a manera de evaluación final y comparación del progreso.

Desarrollo de Actividades: Se comenzó con la primera actividad que consiste en darle al alumno una hoja, lápiz y borrador, el alumno escribe su nombre, primero el nombre por el cual lo llaman, y después su nombre completo. Se entregaron algunas tarjetas con palabras cortas en las que se le pidió que las copie. Posteriormente se le dictaron esas mismas palabras, pero sin que él vea como se escriben esas palabras. Por último, se le pidió que escriba ciertas palabras en donde podría estar problemas con confusión de letra b y d.

Materiales: Hoja, Lápiz, Borrador, Cuento, Tarjetas con palabras cortas, Letras al azar. Técnica e instrumento de evaluación: Rúbrica de Evaluación

#### *Estrategia 2: Trazado*

Objetivo: trabajar con el alumno el trazo de las letras para la mejor identificación de estas

Instrumentos de evaluación: Rubrica de evaluación con los siguientes rubros: Manera en que el alumno hace el trazo, Agarre del lápiz, Reconocimiento de la letra, Trazo correcto (orden) de la letra.

Fundamentación: Ferreiro E. (2006) Menciona: La interpretación de una producción escrita de un niño puede hacerse desde dos puntos de vista bien diferentes. Podemos observar la calidad del trazo, la orientación de las grafías (si es o no es de izquierda a derecha, si se escribió o no de arriba hacia abajo), la presencia de formas convencionales, enfocarse en el trazo del alumno permite la comprensión del texto escrito y promueve avances gracias a la repetición.

Aprendizaje esperado: Que el alumno logre trazar e identificar las letras mediante la forma de escritura de ellas.

Ámbito: Literatura.

Contenido: Trabajo con la letra Dd y Vv.

Temporalización: Se realizó en un total de dos sesiones los días 26 de Junio y 2 de Julio de 2021 en tiempo estimado de 30 minutos por sesión.

Desarrollo de Actividades: Para fortalecer el trazo del alumno, primero se pidió platos desechables los cuales por la parte de atrás se encontraba la letra de la semana escrita (en este caso fueron la d y v) ya sea de manera mayúscula o minúscula según lo pidamos, el alumno fue siguiendo el trazo que ya está a través de puntos.

Materiales: Plato desechable, Lápices de Colores, Plumón para trazar la letra base. Técnica o instrumento de evaluación: Rúbrica de Evaluación

*Estrategia 3: Escribiendo en Arena*

Objetivo: Trabajar la motricidad del alumno enfocándose en la escritura de palabras o letras interactuando con el material.

Instrumentos de evaluación: Rúbrica con los siguientes rubros: Manera en que hace los trazos, Reconocimiento de palabras o letras, Correcto orden de los trazos, Imitación de los trazos principales, Identificación de palabras.

Fundamentación: Antes de empezar con la escritura en papel, en la metodología Montessori se cuida especialmente la preparación de la mano. Primero, con las actividades de vida práctica y, posteriormente, con los materiales sensoriales de aprendizaje.

Concretamente para trabajar la pre-escritura, la pedagogía Montessori ofrece muchos y diversos materiales. Siendo quizás el más conocido de ellos, la famosa bandeja de arena. Una actividad muy sencilla, efectiva que consiste en realizar trazos con el dedo en la arena contenida en una bandeja. Martínez T. (2018).

Aprendizaje esperado: Que el alumno trabaje la escritura de manera sensorial para prepararlo a la escritura más formal.

Ámbito: Literatura.

Contenido: Trabajo con la letra Dd y Vv.

Temporalización: Se aplicó la estrategia los días 27, 28 de Junio y 4 y 5 de Julio de 2021.

Desarrollo de Actividades: Se pidió al alumno que tuviese a la mano los materiales que se requieren. Se mostró al alumno imágenes de pequeños trazos para la letra, los cuales él debe de imitar en la caja. Se indicó la letra que debía de trazar, luego algunas palabras y por último algunas oraciones las cuales el pudo ver para trazarlas. Para los días 4 y 5 de Julio el alumno realizó trazos de palabras sin ver alguna imagen.

Materiales: Plato desechable, Lápices de Colores, Plumón para trazar la letra base. Técnica o instrumento de evaluación: Rúbrica de Evaluación

#### IV. RESULTADOS

Los resultados de haber realizado esta prueba/investigación de campo fueron reveladores. Los alumnos de primer grado respondieron a las actividades de una manera adecuada. En todas las estrategias pudo completar los aprendizajes esperados, después de 11 días de trabajo mejoro la capacidad de trabajar con las letras Dd Y Vv, las cuales eran el centro de enfoque en dichos días de trabajo. Se realizaron las actividades y se presentaron los productos

de las mismas en tiempo y forma y todas las sesiones fueron llevadas a cabo en su totalidad.

En la estrategia de diagnóstico se encontraron las debilidades de los alumnos, dificultades en aspectos como la identificación de letras, la fuerza en el trazado de las líneas y la finura motriz en los movimientos de los alumnos, así como el desinterés que causa fatiga en los alumnos.

En la estrategia número 2 se mejoraron las habilidades para el trazado de las letras por parte de los alumnos, así mismo se realizaron implícitamente actividades de fortalecimiento de la afinidad motriz.

En la estrategia 3 se mostró la parte más lúdica, desarrollando la psicomotricidad de los alumnos, el acercamiento extrasensorial de los alumnos por el alfabeto, teniendo un mayor control sobre su mente y cuerpo, siendo esta la estrategia que más gustó a los alumnos atendiendo al aprendizaje kinestésico de los alumnos.

Se encontró un cambio notorio en el trazado de las letras de los alumnos al momento de escribir sobre papel con lápiz. Las líneas son más rectas y finas en un 20% (apreciación personal visual). Así mismo la forma de trabajo de los alumnos mejoró en cuanto a su actitud, todos parecían más entusiasmados a realizar la TAREA día con día, recibiendo comentarios de los alumnos con frases como “Así si me gusta trabajar” “Aprendo mucho mejor así”.

## V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Al principio de la jornada de trabajo se encontraba a los alumnos con dificultades para la realización de tareas, las madres de familia comentaban que se fatigaban muy rápido y perdían el interés en el trabajo. Las actividades realizadas por el alumno 1 eran buenas pero había dificultad para distinguir las palabras. También se encontraron dificultades en el alumno 2 para el trazado de las letras, en el caso de la letra D se confundía con la B en su versión mayúscula y a su vez se confundía con la b en su versión minúscula. Por parte del alumno 3 tenía problemas V al ser más recta era más fácil de escribir para el alumno aunque tenía dificultad con la fuera del brazo.

Por una parte el hecho de plantearles a los alumnos las actividades como juegos, hace que la tarea de “jugar” a los alumnos les llame mucho más la atención, por lo tanto la fatiga no existió en ninguna actividad. Todas las actividades fueron completadas en su totalidad por los 3 alumnos en tiempo y forma, sin ninguna queja ni distracción.

## VI. CONCLUSIONES

La escritura puede ser uno de los mayores detractores de los alumnos en los primeros años de primaria, pueden recibir muchos reclamos y ser fatigados físicamente por actividades tediosas y poco atractivas para ellos, por lo tanto el hecho de pensar las actividades como un proceso didáctico y lúdico los acerca más a ver la escritura de forma divertida, y de esta forma aprender de una forma más inversiva e integra.

No se puede mejorar en un 100% la escritura de un alumno en un corto periodo, por lo cual es necesario que se desarrollen actividades como estas para cada letra del alfabeto en periodos de tiempo prolongados y periódicos previamente planificados, por lo tanto incluir estrategias como estas en las practicas docente y los planes de clase diarios en el aula o como tareas para casa resultaría aún más fructífero para el desarrollo de la escritura en los alumnos de primer ciclo de primaria.

## VII. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Centro Regional de Educación Normal “Profesora Amina Madera Lauterio” de Cedral, San Luis Potosí por brindar las facilidades académicas por parte de profesores para llevar a cabo esta investigación, a las madres de familia y los alumnos y alumnas participantes de este proyecto y a la Presidencia del Verano de la Ciencia de la Región Centro 2021 por permitir, aceptar y apreciar nuestra participación.

## REFERENCIAS

Magaña, T. (2021, 20 enero). Los fundamentos de la lectoescritura en el método Montessori. Recuperado 23 de enero de 2021, de: <https://escuela.bitacorras.com/2020/06/29/losfundamentos-de-la-lectoescritura-en-el-metodo-montessori/>

Martínez Narváez, J. (2008, 8 marzo). LA TEORIA DEL APRENDIZAJE Y DESARROLLO DE VYGOTSKY. Recuperado 8 de enero de 2021, de: <https://bit.ly/3ArSvHY>

Alvares Briceño, P. (2014). Colypro | Colegio de Licenciados y Profesores en Letras, Filosofía, Ciencias y Artes | Costa Rica. Recuperado 23 de enero de 2021, de: <http://www.colypro.com/revista/articulo/la-evolucion-psicogenetica-de-los-ninos-y-suaprendizaje-en-lectoescritura>

Logopedico. (2009). Lev Vygotsky y sus aportes social e histórico en la lectoescritura.

Recuperado 22 de enero de 2021, de:

<https://www.espaciologopedico.com/noticias/det/2124/levvisgostky-y-sus-aportes-social-e-historico-en-la-lectoescritura.html>

Martínez, T. (2018, 19 julio). Aprender a escribir con Montessori: la bandeja de arena unamamanovata. Recuperado 23 de enero de 2021, de <https://www.unamamanovata.com/2018/02/01/montessori-bandeja-de-arena/>

## ESTRATEGIAS INNOVADORAS PARA FORTALECER LA LECTOESCRITURA EN LA MODALIDAD A DISTANCIA.

San Juana Yamileth Moreno Cruz  
Centro Regional de Educación Normal  
Profa. “Amina Madera Lauterio” Manuel José Othón S/N, Cedral San Luis Potosí  
*yammiicruz08@gmail.com*

Lucero Márquez Gámez  
Centro Regional de Educación Normal  
Profa. “Amina Madera Lauterio” Manuel José Othón S/N, Cedral San Luis Potosí  
*marquezlucero13@gmail.com*

Resumen – Las estrategias de apoyo que se han implementado en el proceso de alfabetización, dependiendo del método que se utilice, tienden a caer en lo repetitivo o más tradicional, sin mencionar que algunas de estas estrategias no son vistas como un apoyo pedagógico para enriquecer este proceso de alfabetización, dentro de este proyecto de trabajo se implementaron 4 estrategias que se enfocan en apoyar los procesos de lectoescritura además de contribuir a la innovación y revolución de diversos métodos de alfabetización, a través de un enfoque didáctico y lúdico donde la creatividad, el juego, el uso de material concreto y la interacción con el propio lenguaje den como resultado el enriquecimiento de la lectoescritura en alumnos de primer grado.

Palabras clave – Estrategias didácticas, Lectoescritura, Primer grado, Apoyo.

Abstract – The support strategies that have been implemented in the literacy process, depending on the method used, tend to fall into the repetitive or more traditional, not to mention that some of these strategies are not seen as pedagogical support to enrich this learning process. literacy, within this work project 4 strategies were implemented that focus on supporting the literacy processes in addition to contributing to the innovation and revolution of various literacy methods, through a didactic and playful approach where creativity, play, The use of concrete material and the interaction with the language itself result in the enrichment of literacy in first grade students.

Keywords — Teaching strategies, Literacy, First grade, Support.



## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos que las sociedades viven actualmente es el constante cambio dentro de ellas y por ende algo que cambia son sus necesidades incluso las necesidades educativas, mismas que se han visto en una completa revolución a través de la situación sanitaria por la que atraviesa el mundo uno de los aspectos más afectados en lo pedagógico es lo enfocado al proceso de lectoescritura en donde la adquisición se ha visto completamente modificado de muchas maneras en donde se sigue buscando los mismos resultados. Debido a todos esos cambios algo que se ha visto afectado de manera directa son las estrategias implementadas por los docentes, en donde los factores, recursos y materiales se han visto modificados a aquellos más digitalizados, debido a las modificaciones que mencionamos surge el tema de nuestra investigación en la cual se busca el recate y la implementación de estrategias apoyadas bajo diversos referentes teóricos que nos puedan servir como un recurso de apoyo para el proceso de lectoescritura de los alumnos en primer grado.

## II. MARCO TEÓRICO

Las estrategias de lectoescritura que son aquellas series de acciones direccionadas a la adquisición y fortalecimientos de la lectura y la escritura, son de los temas más hablados entre docentes y padres de familia ya que según investigaciones y comentarios de docentes es en lo que más énfasis se debe de hacer para el alumno en su trayecto por el primer ciclo de educación primaria. (Montealegre, 2006)

### A. Enfoque pedagógico.

En este espacio se puede mencionar a Piaget con su teoría del desarrollo cognitivo (siglo xx) en donde él nos habla de cuatro etapas que definen el desarrollo del alumno y cómo es que aprenden y desarrollan en cuestiones cognitivas, dichas etapas son sensomotora (0-2 años), pre operacional (2-6 años), operaciones concretas (7-11 años), operaciones formales (11 años en adelante), la tercera etapa de operaciones concreta es donde podemos ubicar a los alumnos de primer grado, (grado donde se centra nuestro objeto de estudio) en donde él nos menciona que los alumnos en esta etapa necesitan convivir e interactuar con el material concreto de la operación, en si mayormente su desarrollo cognitivo se da mediante la manipulación de los objetos.

La teoría de Piaget tiene relación con el objeto de estudio, ya que el alumno se encuentra dentro de la etapa indicada, además de que nuestro objeto de estudio son las estrategias, dichas que se conforman de igual manera por los materiales mismos que deben de ser adecuados a su edad cognitiva misma que Piaget resalta y nos dice cómo es que deben de ser estos materiales; concretos y donde el alumno interactúe con ellos

### B. Enfoque social.

En este enfoque se retoma la teoría del aprendizaje y desarrollo de Vygotsky (1934), centrándola en lo que él nos menciona acerca del contexto. Para Vygotsky, el contexto social influye en el aprendizaje más que las actitudes y las creencias; tiene una profunda influencia en cómo se piensa y en lo que se piensa. El contexto forma parte del proceso de desarrollo y, en tanto tal, moldea los procesos cognitivos. La influencia del contexto es determinante en el desarrollo del niño; por ejemplo: un niño que crece en un medio rural, donde sus relaciones solo se concretan a los vínculos familiares va a tener un desarrollo diferente a aquel que esté rodeado por ambientes culturales más propicios. El niño del medio rural desarrollará más rápido su dominio corporal y conocimientos del campo; el del medio urbano tendrá mayor acercamiento a aspectos culturales y tecnológicos.

Esta teoría se relaciona con el objeto de estudio debido a que el contexto es un factor determinante de las estrategias que se implementaran ya que de él surgen otros aspectos como lo son los recursos, materiales, actividades, etc. El contexto donde se desarrolla el alumno es clave fundamental para todo el proceso del aprendizaje.

### III. MATERIALES Y METODOS

La metodología de esta investigación es Cualitativa. El proyecto y la implementación de las estrategias se llevaron con un alumno de 6 años, de primer grado de primaria, entre los días 25 de junio y 5 de Julio del presente año, 2021, cada estrategia se implementó en diversas sesiones, con diferentes duraciones, como a continuación de explica de manera más específica.

#### *Estrategia 1: Estrategia de Evaluación*

Objetivo: Rescatar conocimientos previos del alumno e identificar el nivel de alfabetización que tiene tanto en lectura como en escritura.

Técnica e instrumento de evaluación: Análisis del desempeño/ Rubrica

Fundamentación: Nemvirosky M. (2009) menciona:

El proceso de evaluación de la lecto-escritura requiere tener claro por un lado las etapas o fases por las que cualquier niño o niña pasa en su desarrollo lector-escritor y por otro, los mecanismos más adecuados para realizar dicha evaluación y, por último, el momento más adecuado para su realización.

Aprendizaje esperado: Dentro de esta estrategia no se persigue algún aprendizaje más que el ubicar al alumno en un nivel de escritura y lectura.

Ámbito: Literatura

Contenido: Diagnostico de nivel de lectoescritura

Temporalización.: Se aplicó el día 25 de junio de 2021, con una duración de una hora, de igual manera se aplicará el 5 de Julio a manera de evaluación final y comparación del progreso.

Desarrollo de actividades: Se comenzó por la primera actividad que consiste en darle al alumno una hoja, lápiz y borrador, el alumno escribió su nombre, primero fue el nombre por el cual lo llaman, y después su nombre completo.

Después se le leyó al alumno un cuento corto, en donde se pusieron los nombres de varios personajes, en una tarjeta, se dio al alumno tres nombres y se le pidió señalar aquel donde diga cierto nombre del personaje que pidamos.

La última actividad consistió en tarjetas en donde de un lado viene escrita una oración y del otro lado la imagen que describe esa oración, se le pidió al alumno que señalara donde dice cierta oración, en este punto se podrá identificar viendo si señala la imagen o la oración escrita. Por último, se le pidió que escribiera alguna palabra de las oraciones sin ver la tarjeta.

Materiales: Hoja, lápiz, Borrador, cuento, tarjetas con nombre de los personajes del cuento, tarjetas, oraciones y dibujos.

#### *Estrategia 2: Pictogramas*

Objetivo: Fomentar en el alumno el hábito de la lectura diaria como herramienta para mejorar la lectoescritura.

Potenciar la imaginación del alumno al momento de leer o crear historias.

Técnica e instrumento de evaluación: observación/ diario de trabajo

Fundamentación: Vygotsky (1974)

Vygotsky explico la doble función estimuladora y funcional de la lectura. Cuando él o la docente está enseñando en el aula, muestra el dibujo del concepto “CASA” y luego presenta otro cartel, donde aparece la palabra “CASA”. Todo esto es para que el niño asocie la palabra con el objeto y se produzca la socialización del proceso

Aprendizaje esperado: Que el alumno cree y lea historias a través de palabras cortas e imágenes.

Ámbito: Participación social

Contenido: Trabajo con pictogramas

Temporalización: Esta estrategia se aplicó por un total de 10 días durante la jornada aplicación que comprende

del 25 de junio al 5 de julio de 2021, con un tiempo estimado de 30 minutos por sesión.

Desarrollo de actividades: Todos los días antes de comenzar por las clases, se encontraba un rincón con el nombre: “El cuento del día” donde todos los días se colocaban diversas imágenes las cuales el alumno tenía 10 minutos para observarlas y a partir de ahí crear una historia, el alumno tenía que contar la historia y además poner un título.

Materiales: Diversas fotografías haciendo alusión a una historia o cuento, rincón del cuento y hojas de colores.

*Estrategia 3: Enlazando silabas*

Objetivo: Ayudar al alumno a formar diversas palabras de dictado mediante silabas que el alumno va enlazando.

Técnica e instrumentos de evaluación: observación/ diario de campo

Fundamentación: Ramírez J. (2017)

Formar palabras mediante el método silábico permite a los alumnos el poder juntar las silabas y dar una pronunciación más rápida en cuanto a la lectura de dicha palabra, permite a los alumnos formar palabras más rápido al momento de escribir.

Aprendizaje esperado: Que el alumno logre formar palabras a través de juntar ciertas silabas y posteriormente las escriba.

Ámbito: Literatura.

Contenido: Trabajo con la letra Dd y Vv

Temporalización: Ser realizara en un total de cuatro sesiones los días 27 y 28 de junio y 4 y 5 de Julio de 2021, en un tiempo estimado de una hora por sesión

Desarrollo de actividades: Se puso primero algunas palabras de acuerdo a la letra de la semana correspondiente en donde se le dictó al alumno una palabra y a través del tablero de palabras el alumno por las argollas fue pasando el listón haciendo un nudo en la primer silaba, luego en la que sigue y así hasta formar la pabra dictada, después el alumno escribió de acuerdo a como unió las silabas en su cuaderno.

Materiales: Tablero de silabas, cuaderno del alumno, palabras de acuerdo a la letra de la semana en tarjetas y divididas en silabas.

*Estrategia 4: Escribiendo con fotografías.*

Objetivo: Lograr que el alumno escriba oraciones cortas con tarjetas que tengan palabras y dibujos de objetos.

Técnica e instrumento de evaluación: Observación/ diario de trabajo

Fundamentación: Pérez, (2017) manifiesta. “El uso de los pictogramas es algo más que una técnica de apoyo para la lectura y puede ser de gran interés para muchos campos de la didáctica de la lengua y la literatura (p.491).

Aprendizaje esperado: Que el alumno pueda crear oraciones cortas o largas con ayuda de recursos como las imágenes.

Ámbito: Participación social.

Contenido: Trabajo con la Dd y Vv

Temporalización: Se aplicó los días 29 de junio y 5 de Julio de 2021.

Desarrollo de actividades: Primero al alumno a través de una pequeña lectura se le rescataron algunas palabras que comiencen por la letra de la semana. Después el alumno a través de diversas tarjetas con palabras e imágenes de objetos formo oraciones cortas o largas según se pedía. El alumno se le dijo escribe la oración: El dado, el escogió que tarjetas ya sea de imágenes o de palabras seleccionó para formar la oración que se le pide

Materiales: Cuento o lectura, oraciones de la lectura, tarjetas de objetos o palabras relacionada con la lectura, cuaderno del alumno.

#### IV. RESULTADOS

Los resultados al haber realizado estas estrategias fueron muy favorables, se logró ver como la interacción con las mismas letras y el uso de material concreto sirvió mucho como un apoyo para poder reforzar el proceso de la alfabetización del alumno, todas las actividades se realizaron de acuerdo a su enfoque y aprendizaje esperado, así como los tiempos y días planteados.

En la primera estrategia se pudo ver el contraste más grande ya que el alumno paso de reconocer únicamente aquellas letras que conforman su nombre hasta dos letras más como la Dd y Vv, en el momento del diagnóstico el alumno presentaba problemas para escribir su nombre completo y al final de proceso el alumno pudo lograrlo, así como logro escribir y leer palabras con las letras que se trabajaron.

En la segunda estrategia, se logró ver como el alumno trabajaba con mucha motivación, incluso el comenzar con actividades enfocadas a la lectura las sesiones se llevaban de una manera más fluida y con la atención total del alumno, así como el grado de dificultad se iba cambiando a que en algunos días el alumno ya lograba leer los títulos de las historias o leer pequeños cuentos.

En la estrategia tres, se notaron avances muy significativos en la lectura del alumno al poder leer ya mediante sílabas y no letra por letra como antes lo hacía, lo cual le facilitaba este trabajo, mejorando su fluidez lectora.

En la cuarta estrategia, al tener imágenes con la palabra, le permitió crear una relación imagen- palabra, donde a pesar de que el alumno no conociera todas las sílabas de la palabra lograba leerla ya que la identificaba por la imagen.

#### V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

A raíz de los resultados obtenidos, se pudo rescatar lo expuesto en el supuesto, donde se planteaba que los alumnos carecían del aprendizaje significativo por la falta de estrategias de apoyo donde el alumno interactuara con el objeto de aprendizaje, el trabajo con el alumno gracias a cada una de las estrategias se llevó de manera fluida, obteniendo los aprendizajes esperados, pudimos ver como el alumno presento avances en su proceso de alfabetización al grado que se mejoró en su fluidez lectora, legibilidad de su letra, así como la motivación que encontró por cada vez querer seguir leyendo y escribiendo más. Uno de los resultados más resaltantes fue en cuanto al nombre del alumno el cual en un principio presentaba dificultades para escribirlo y al finalizar la jornada lo lograba escribir completo y con poca ayuda de algún tutor.

Estos resultados permitieron dar lugar a un planteamiento donde si el alumno se encuentra en contacto con su objeto de aprendizaje y además acompañamos esto con el juego, la creatividad y materiales de acuerdo a su contexto, los aprendizajes van a ser más fluidos y enriquecedores

#### VI. CONCLUSIONES

El proceso de la lectoescritura puede ser para algunos alumnos molesto o incluso difícil, ya que el mismo sistema les exige grandes resultados, pero en ocasiones estos no son alcanzados por factores como la falta de compromiso, falta de recursos o falta de motivación de los alumnos, por lo tanto el poder pensar y presentar diversas estrategias para los alumnos donde elementos como la interacción, el material concreto, el juego e incluso el desafío o reto para el alumno estén presentes, crea una mejora significativa en su proceso de alfabetización, haciendo de este un proceso más fluido, con un camino a seguir más estructurado y realista, así como adaptable a su contexto.

Gracias a la investigación realizada se pudo rescatar información que con posterioridad servirá para la mejora de la practica en este nuevo modelo pedagógico. Trabajar con el tema de lectoescritura permitió trabajar incluso otras áreas con el alumno y crear una transversalidad de materias, incluso se permitió conocer las estrategias que los docentes utilizan esta modalidad y poner a prueba algunas que sirven como apoyo en casa y que traen consigo resultados positivos.

Algo a lo que hay que hacer énfasis es también que dentro de la jornada se alcanzaron los aprendizajes esperados planteados dentro del proyecto, sin embargo, hay que resaltar que el periodo de investigación realizado en el verano de la ciencia no hará posible que el alumno este completamente alfabetizado, por lo cual es importante decir que se deben de aplicar estas estrategias durante periodos más prolongados, además de que estas mismas poderlas adaptar al contexto, método de alfabetización que se esté utilizando y a la letra que en ese momento se trabaje, además de hacer consiente que el trabajo debe de ser tanto en la escuela, como en casa, ya que esto nos permitirá obtener mejores resultados.

## VII. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos al Centro Regional de Educación Normal “Profa. Amina Madera Lauterio” por brindarnos las herramientas y competencias necesarias para poder llevar a cabo esta tarea de investigación, así como hacer realce a la Dra. Lucero Márquez, por trabajar de la mano con nosotros y encaminarnos a la realización de este proyecto, así como extender mi gran agradecimiento y a la Presidencia del Verano de la Ciencia de la Región Centro 2021 por permitir y aceptar, así como considerar nuestra participación, de igual manera agradezco a los partícipes en la investigación que desde el primer momento mostraron una gran disposición para apoyar en el trabajo del alumno.

## REFERENCIAS

- A. (2019, 5 enero). El método silábico: una forma de enseñar a leer. Recuperado 23 de enero de 2021, de <https://www.imageneseducativas.com/metodo-silabico-una-forma-ensenar-leer/>
- Magaña, T. (2021, 20 enero). Los fundamentos de la lectoescritura en el método Montessori. Recuperado 23 de enero de 2021, de <https://escuela.bitacoras.com/2020/06/29/los-fundamentos-de-la-lectoescritura-en-el-metodo-montessori/>
- Alvares Briceño, P. (2014). Colypro | Colegio de Licenciados y Profesores en Letras, Filosofía, Ciencias y Artes | Costa Rica. Recuperado 23 de enero de 2021, de <http://www.colypro.com/revista/articulo/la-evolucion-psicogenetica-de-los-ninos-y-su-aprendizaje-en-lectoescritura>
- Logopedico. (2009). Lev Vygotsky y sus aportes social e histórico en la lectoescritura. Recuperado 22 de enero de 2021, de <https://www.espaciologopedico.com/noticias/det/2124/levvisgostky-y-sus-aportes-social-e-historico-en-la-lectoescritura.html>

# ESTUDIO EXPLORATORIO DEL IMPACTO EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DURANTE LA CONTINGENCIA DEBIDO AL COVID

Hannia Abigail Najera Carrizales

Universidad Autónoma de Coahuila Facultad de Ciencia Educación y Humanidades Prof. Severiano Artega, Zona Sin Asignación de Nombre de Colonia, Sin Nombre de Col 9, Saltillo, Coah.

*hannia.najera@uadec.edu.mx*

Martín Hernández Sustaita

Universidad Politécnica de San Luis Potosí Av. Dr. Salvador Nava s/n  
C.P. 78290, San Luis Potosí, S.L.P.

*martin.sustaita@upslp.edu.mx*

Resumen — Derivada de la pandemia por el SARS Covid – 19, la Universidad Politécnica de San Luis Potosí realizó una encuesta a los estudiantes de la misma universidad que han cursado materias de física y matemáticas, con el objetivo de conocer la percepción de los estudiantes durante las clases en línea, y así poder encontrar las áreas de oportunidad con respecto a la mejora en las dinámicas de enseñanza y aprendizaje, dado el impacto por la contingencia. . En la encuesta participaron 1875 estudiantes matriculados a la UPSLP. El instrumento se realizó con 25 ítems. Es una investigación de tipo cuantitativa, sincrónica y transversal de tipo exploratorio y descriptivo. Los resultados de investigación mostraron que los estudiantes han optado por mostrar mayor autonomía e interesarse más por su aprendizaje.

Palabras clave — COVID, Enseñanza, Aprendizaje, Alumnos Matemáticas, Física

Abstract — Derived from the SARS Covid-19 pandemic, the Universidad Politécnica de San Luis Potosí conducted a survey of students from the same university who have taken physics and mathematics subjects, with the aim of knowing the perception of students during classes online, and thus be able to find the areas of opportunity regarding the improvement in the dynamics of teaching and learning, given the impact of the contingency due to COVID. 1875 students enrolled in the UPSLP participated in the survey. The instrument was made with 25 items. It is a quantitative, synchronous and transversal investigation of an exploratory and descriptive type. Research results show that students have chosen to show greater autonomy and take more interest in their learning.

Keywords — COVID, Teaching, Learning, Mathematics and Physics Subjects



## I. INTRODUCCIÓN

Muchos han sido los sectores afectados por la pandemia, y aunque en algunos de ellos se ha tratado de volver a una normalidad y buscar la estabilidad, hay un sector que ha quedado muy atrás, que es el educativo.

Por el cambio tan abrupto que hubo de migrar todo de una modalidad presencial a una modalidad en línea es importante evaluar el impacto que esto ha tenido en la vida de los estudiantes.

Es por ello por lo que, la presente investigación tiene como objetivo dar a conocer las estrategias de aprendizaje y el impacto que la educación en línea ha generado en estudiantes de la UPSL.

La presente investigación es importante en consideración de la explicación que se obtendrá acerca de cómo intervienen las estrategias de estudio, gustos y problemas de conectividad como de desventajas generales en el rendimiento académico de los universitarios.

La viabilidad de este proyecto radica en que los contenidos de investigación responden a necesidades que impactan a la sociedad y al ámbito educativo día con día. Se observa que la población a investigar es accesible ya que hay facilidad para que respondan vía internet el instrumento.

## II. MARCO TEÓRICO (OPCIONAL)

A finales del 2019 inició una epidemia en China, que a partir de entonces se empezó a expandir al punto de que se consideró como pandemia (OMS, 2020, Secretaría de Salud, 2020) , y el mundo comenzó a reaccionar disminuyendo la actividad ciudadana, dentro de las actividades que cesaron, fueron las escolares a mediados de marzo del 2020, por lo que el 90% de alumnos en 184 países dejaron de asistir (UNESCO News, 2020). A inicios de mayo se comenzó a retomar clases en modalidad virtual, con el objetivo de que la situación pandémica afectara lo menos posible el proceso educativo en la sociedad (Baptista Lucio et al., 2020).

Se han realizado artículos en los que se plasma como la modalidad virtual ha afectado el proceso educativo, pero no se ha realizado un estudio para poder determinar cuáles son las dinámicas y/o actividades que dan lugar a un mejor desarrollo y aprendizaje durante la modalidad virtual y como área de oportunidad, detectar aquellas herramientas que den lugar a que el alumno tenga un mejor desenvolvimiento en sus materias incluso cuando se retomen las sesiones de manera presencial (Baptista Lucio et al., 2020).

Para abordar esta situación se ha visto que las materias más afectadas, son las que abarcan el área de matemáticas y física (Fagell, 2020), por ello, el Cuerpo Académico Enseñanza de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas de la Universidad Politécnica de San Luis Potosí, realizó una encuesta dirigida a los alumnos que toman sus materias, para de esta manera poder conocer las actividades con mayor potencial para el estudiante.

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

Una vez que se establece la interrogante principal de la investigación se procede a indagar sobre la bibliografía que da sustento de la propuesta principal de este trabajo, se desarrollan los objetivos, preguntas de investigación e hipótesis de investigación.

Se determinó el tamaño de la muestra con base en criterios preestablecidos que indicaron la necesidad de aplicar el instrumento a 1875 personas, con lo que se procedió a adaptar el instrumento a una versión digital dadas las condiciones sociales en las que se desarrolla este trabajo. De tal modo que la aplicación fue realizada mediante un formulario de Google, lo cual permitió omitir la captura de datos para pasar directamente a su tratamiento estadístico.

Se organizan las respuestas en una matriz de concentración, a los datos obtenidos se les da tratamiento estadístico para explorar los resultados.

#### IV. RESULTADOS

Dentro de los principales resultados se encuentra que:

1. Los estudiantes que han cursado materias de física durante su proceso educativo han generado mayor interés de aprender por su cuenta durante esta contingencia.
2. Muestran disposición de seguir resolviendo los ejercicios que los maestros hacen llegar por la plataforma.
3. De los beneficios más grandes que tienen los estudiantes es el dominio a nuevas plataformas para llevar sus clases en línea y poder ver las grabaciones de las clases siempre que lo requieran.
4. De las desventajas de estar estudiando en línea para los estudiantes es que muestran mayor cansancio por las largas jornadas tras un computador y los problemas que se derivan por no socializar ni aclarar dudas con el profesor al momento. Además de las muy frecuentes fallas de conectividad.
5. Pese a la adaptabilidad a las clases en línea es de la preferencia de los alumnos regresar a clases presenciales.

#### V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Si bien es cierto que la pandemia vino a cambiar muchas costumbres en la vida de los estudiantes y de los profesores en todo el mundo, también es cierto que todos los actores del sistema educativo han sabido ante ponerse y adaptarse al proceso.

Los estudiantes han sido los principales afectados no solo en cuestión académica, sino en su salud emocional, mental y en su manera de relacionarse con sus iguales y superiores. Por lo que es considerado el mayor impacto que ha tenido la contingencia en los estudiantes, el cómo se encuentran ellos en sus niveles de estrés.

#### VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Querétaro y al CONACyT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano virtual, así como a los profesores Martín Hernández Sustaita, Edgar Oswaldo Berlanga Ramírez, Javier Salvador González Salas, quienes estuvieron siempre en la disposición de apoyar y aclarar dudas.

#### REFERENCIAS

1. Baptista Lucio et al. (2020). Encuesta Nacional a Docentes ante el COVID-19. Retos para la educación a distancia. *rlee. L*, 41-88. DOI: <https://doi.org/10.48102/rlee.2020.50.ESPECIAL.96>
2. Fagell, P. (2020). Coronavirus Shutdown. *Phi Delta Kappa*, 101(8), 67-68. <https://doi.org/10.1177/0031721720923799>
3. OMS (2020). Alocución de apertura del Director General de la OMS en la rueda de prensa sobre la Covid-19 celebrada el 11 de marzo de 2020. Obtenido de <https://www.who.int/es/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>
4. UNESCO News (2020). 1.37 billion students now home as Covid-19 school closures expand, ministers scale up multimedia approaches to ensure learning continuity. París: UNESCO. Obtenido de <https://en.unesco.org/news/137-billion-students-now-home-covid-19-school-closures-expand-ministers-scale-multimedia>

# NOTAS PARA UNA HISTORIA DE LA EDUCACIÓN FEMENINA EN MÉXICO (1824-1835)

Ilian Montserrat Garza Aguirre

Universidad Autónoma de Coahuila Facultad de Economía

Magisterio Universidad Autónoma de Coahuila Edificio E, Unidad Campo Redondo, 25000 Saltillo, Coah.  
*garzailian@uadec.edu.mx*

Oliva Solís Hernández

Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Ciencias Políticas y Sociales

Centro Universitario Cerro de las Campanas, s/n

Col. Las Campanas, Querétaro, Qro.

*osolish2@hotmail.com*

Resumen - En este texto se habla respecto al proceso que se presenta en las instituciones Mexicanas, haciendo especial énfasis a las instituciones educativas, en el periodo posterior a la Independencia, durante su proceso de Federalización, con el objetivo de observar los modelos educativos empleados y la incorporación a las mujeres a este nuevo proceso educativo, la elaboración de este texto se llevó a cabo por medio de la recopilación y análisis de distintas investigaciones, por medio de las cuales es posible observar que el proceso de federalización de la educación presentó muchas carencias debido a la crisis vivida durante este periodo, ya que existía una gran negligencia por parte de las autoridades tanto en la formación y estipulación de los modelos educativos a desarrollar, como en la asignación de recursos al sector educativo, lo que trajo consigo en consecuencia la popularización del sistema Lancasteriano, dado los bajos costes y alto alcance que este presentaba, sin embargo las instituciones Lancasterianas estaban estrechamente relacionadas con la iglesia, lo que aunado a la cultura e ideologías sociales de la época obstruían, si no que imposibilitaban la educación femenina más allá de la educación básica

Palabras clave - Educación Femenina, Escuelas Lancasterianas, Federalismo, Pobreza, Religión

## I. INTRODUCCIÓN

En esta investigación podemos observar el desarrollo de la educación en México en sus primeros años como nación independiente, con el propósito de llevar un amplio desarrollo del federalismo educativo, por lo cual dentro de este escrito analizaremos el surgimiento y el establecimiento de nuevos modelos educativos empleados, tal como lo fue la compañía Lancasteriana, la cual es posible considerar como la principal promotora de la educación en los primeros años del México independiente, el desarrollo que estos nuevos modelos presentaron en la población, además del impacto social que presentaron, esto aunado a la influencia que tiene la cultura y la estructura social en la educación, a través de una recopilación y comparación de textos redactados por escritores

latinoamericanos obtenidos a través de diversos repositorios en la red , los cuales construyen el trabajo ; La recopilación de estas notas resulta de gran importancia, puesto que nos brinda la oportunidad de contextualizar el desarrollo educativo de las mujeres que se presentó en la época

## II. MATERIALES Y METODOS

A través de una recopilación y comparación de textos redactados por escritores latinoamericanos obtenidos a través de diversos repositorios en la red, los cuales construyen el trabajo; El escrito está elaborado en dos secciones las cuales son posibles de diferenciar por medio de subtítulos, esto se debe a que es necesario realizar una contextualización de la época además de los objetivos que se tenían esperados para el proceso de federalización educativa , para posteriormente hablar de la manera en la que se llevó a cabo dicho proceso

### NOTAS PARA UNA HISTORIA DE LA EDUCACIÓN FEMENINA EN MÉXICO

#### *Transición del periodo colonial al federal*

Según el “federalismo mexicano” el cual fue publicado por el instituto de investigadores legislativas del senado de la república, podemos observar que tras la caída del Primer Imperio vino la Primera República Federal la cual duró de 1824 hasta 1835, Se data que Althusius y Montesquieu alumbraban ideas del federalismo y atisbaban la posibilidad de amalgamar estados y gobiernos, manteniendo su individualidad; que se podrían coordinar sin necesidad de fundirse.

Por ello, el sistema federal que adoptó México, proviene tanto de los antiguos Señoríos como de la fuerte influencia norteamericana, sin desconocer que también las ideas de Rousseau, Montesquieu, Diderot y Robertson, Voltaire, las cuales además de influir en la Independencia, lo hicieron de igual manera al emerger el estado mexicano federalista, para la historia de México el triunfo obtenido a través de la independencia fue un punto de partida el cual brindó las herramientas de fundar sus propias instituciones, a través del federalismo educativo Según el Dr. José Félix García Benavent en su artículo La escuela Lancasteriana en México y en América Latina como solución del estado liberal ante el vacío dejado , se habla de que en el reglamento de junio de 1821, el cual fue elaborado por diputados mexicanos, ejerció una gran influencia en el pensamiento educativo político mexicano en la gran mayoría de las constituciones , aun que a pesar de que en todos se hablaba de la imponente necesidad de tener buenos ciudadanos (refiriéndose así a ciudadanos educados ) para que la república tuviera un óptimo funcionamiento , la Constitución de 1824 dejó sólo como potestad del gobierno nacional y de los estados ,el establecimiento de instituciones educativas, pero sin incluir alguna especificación con respecto a la educación elemental, la cual por falta de recursos y de estabilidad nacional , continuo en manos de clero regular y de la Compañía Lancasteriana

#### *Desarrollo educativo en los primeros años de la nueva nación*

La Escuela Lancasteriana, represento una alternativa a los métodos tradicionales de la época en materia de enseñanza, dada la efectividad que se presentaba al obtenerse resultados inmediatos ante la problemática de la escasez de recursos económicos dirigidos al sector educativo; En el artículo “Las escuelas lancasterianas en la ciudad de México” publicado por el Colegio de México , se habla de que el sistema lancasteriano consistía en utilizar a los alumnos de mayor edad y más adelantados para que instruyeran a los más pequeños y menos avanzados, y que al implementarse este sistema permitía una mayor inclusión de alumnado ante la escasez de recursos dirigidos al sector educativo, el cual a su vez representaba una menor cantidad de maestros laborando, siguiendo el método de Lancaster, un solo maestro podría enseñar de 200 hasta 1000 niños, que aminoraba el costo de la educación En México, la enseñanza mutua fue practicada aun antes de la fundación de la Compañía Lancasteriana, por algunos maestros particulares y en algunos conventos , sin embargo el establecimiento de las escuelas lancasteria-

nas posibilito la inclusión de los sectores de la población menos privilegiados ,dado que esta fue instruida con el objetivo de llegar a las clases populares

A pesar de la negligencia e ineficiencia presentada por las instituciones correspondientes en el desarrollo del federalismo educativo el sistema lancasteriano representó la posibilidad de realizar uno de los grandes ideales de la Independencia el cual era el “desarrollo de una nación fuerte y vigorosa, construida sobre el cimiento de sus hombres instruidos”; Ahora bien es importante prestar especial atención a este ideal en específico, y observar la elección de palabras utilizadas, ya que es posible observar que se habla de “hombres instruidos” ,esto es posible relacionarlo directamente con la exclusión femenina en los procesos educativos y en los procesos generales en esta búsqueda de libertades en una nueva nación, dado que como lo vimos anteriormente el movimiento de la independencia de México se vio fuertemente influenciado por la revolución francesa en la cual se empleó la Declaración de los Derechos del Hombre y del Ciudadano de 1789 , en la cual se ven excluidas las mujeres y los esclavos ;esto se debe a que a través de la historia, es posible percibir una diferencia en la otorgación de derechos según el género , un claro ejemplo de esta exclusión se presenta en que aunque las mujeres habían cumplido un importante rol en las luchas por la independencia, esta participación no fue suficiente para des-estigmatizar la inclusión femenina en la educación durante este periodo.

Durante este periodo se presentaron dos tipos de funcionamiento de las escuelas lancasterianas, el primero era la dirección de la propia Compañía, estas instituciones presentaban una educación más conservadora en su plan de enseñanza y en su organización, impartiendo la doctrina cristiana de igual manera que el resto de las materias ,mientras que el segundo consistía en educaciones en las cuales sus instituciones operaban de forma autónoma, integrando nuevas materias al plan de estudios, el desarrollo de estas instituciones presento un crecimiento exponencial, fomentando así la búsqueda de nuevos modelos y métodos, además de la construcción y sostenimiento de escuelas populares

Los ideólogos del Estado mexicano , argumentan que las instituciones educativas establecidas en los primeros años independientes (el primer tipo de funcionamiento) ,tenían como finalidad inculcar en las el sentido de pertenencia nacional, privilegiando a la religión como una manera facilitar de dicho objetivo , durante este proceso ,se llevaba a cabo de manera que en la educación primaria debía abrirse en principio a todos los niños y niñas, mientras que en la educación secundaria, habría mecanismos para seleccionar a aquellos varones que servirían en las altas jerarquías de la administración pública, la Iglesia, el ejército y distintas ramas económicas , mientras las niñas serian rezagadas ,para posteriormente ser instruidas y/o asignadas a las tareas tradicionalmente atribuidas a su sexo

Es posible observar que aun hoy en día la participación de la mujer en cualquier nivel educativo en México, es relativamente reducida y que aunque se ha incrementado de manera considerable y se han ampliado las oportunidades para las mujeres de acceder a una formación educación adecuada, aún hay un ligero rezago en el nivel superior, colocando a este sector en una desventaja comparativa con respecto a los hombres; Es importante recalcar que la educación tiene un papel preponderante en la reducción de la brecha de la desigualdad de género y únicamente es posible generar un cambio con el rompimiento de ciertos paradigmas sociales

### III. RESULTADOS

Según la información anteriormente presentada la utilización de las escuelas Lancasterianas surgió como una alternativa hacia la problemática de la ausencia de un modelo educativo estable y la escasez de recursos dirigidos a este sector

Sin embargo gran parte de ellas inculcaban la religión cristiana, lo cual hacia que el yugo de la institución de la iglesia permaneciera teniendo un gran peso sobre los procesos de toma de decisión de la población y del estado

mismo, por lo cual poco a poco fueron surgiendo nuevas escuelas, las cuales impartían técnicas o modelos educativos más modernos, con la finalidad de deslindarse del clero mismo

Al establecerse estas nuevas instituciones el desarrollo de la educación en México, da un paso hacia adelante, mejorando las técnicas de enseñanza, sin embargo a pesar de dichos esfuerzos, la cultura mexicana no permitió que el proceso de educación tener un amplio desarrollo, obstaculizando el proceso de inclusión, dado que una vez más la educación femenina se vio desplazada por el establecimiento de los roles de género perpetuados por la sociedad

#### IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La cultura y las ideologías existentes en una sociedad presentan un gran impacto dentro del desarrollo que esta presenta, y el progreso que esta pueda tener, la educación por otra parte puede favorecer dicho desarrollo, enriqueciendo la cultura, y presentando nuevas ideologías las cuales brinden un nuevo panorama a las masas, promoviendo así la igualdad entre sexos, razas y clases sociales, formando nuevos ciudadanos más incluyentes y tolerantes.

Es importante tener presente que la educación tiene un importante papel en la reducción de la brecha de la desigualdad de género y únicamente es posible generar un cambio con el rompimiento de ciertos paradigmas sociales.

#### V. CONCLUSIÓN

Es posible concluir a partir de la información anteriormente presentada que el proceso de federalización de la educación, al igual que la federalización de la nación fue un proceso largo y complicado el cual a pesar de sus fallas sistemáticas, tuvo sus ventajas tales como ampliar el alcance de la educación básica a todas las clases sociales, y que parte del sesgo presentado dentro del proceso de educación se debió a la cultura sexista que se presentaba, permanecía, y perpetuaba dentro de la sociedad mexicana y aun que hoy en día se presentan muchas más oportunidades para las mujeres ,aún hay un gran camino por recorrer para poder reducir la brecha de género y romper con los roles de género impuestos, lo cual solo serán posible lograr mediante la educación.

#### VI. RECONOCIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que me apoyaron e instruyeron, tanto como en la elaboración de este trabajo, como en el desarrollo de mi educación, a mis profesores Magdalena Dubios y José Luis Escobedo Sagaz que fomentaron en mí el interés por la investigación, a la investigadora Olivia Solís Hernández que me superviso en la elaboración de este escrito, pero sobre todo a mi familia

#### REFERENCIAS

- ESTRABA DOROTHY T. 1973. LAS ESCUELAS LANCASTERIANAS EN LA CIUDAD DE MÉXICO: 182.1-1842. . 2021, de El Colegio de México
- Arredondo Adelina. (2019). Para comprender la educación en la época de las independencias. México: Biblioteca Chihuahuense de la Secretaría de Educación y Cultura.
- Castañeda Arriata Jesús. (2018). La educación en México durante los primeros años de vida independiente; los instrumentos científicos y literarios. México: Colegio de Cronistas.
- García Benavente José Félix. (2015). La escuela Lancasteriana en México y en América Latina como solución del estado liberal ante el vacío dejado. 2021, de Universidad Pontificia de México
- H. Cámara de Senadores. (1996).El federalismo Mexicano. México: Instituto de investigaciones legislativas del senado de la republica



Lechuga Montenegro Jesús, Ramírez Argumosa Giovanna. (2016). Educación y género. El largo trayecto de la mujer hacia la modernidad en México. 2021, de Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Economía

Palermo Alicia Itatí. (2006). El acceso de las mujeres a la educación universitaria. 2021, Revista Argentina de Sociología Sitio web: [file:///C:/Users/Dell/Documents/verano/info/4- %2026940702.pdf](file:///C:/Users/Dell/Documents/verano/info/4-%2026940702.pdf)

# LA ESCRITURA EN LA EDUCACIÓN A DISTANCIA: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA

María Guadalupe Martínez Turrubiardez  
CREN. Profra. Amina Madera Lauterio  
Prol. Manuel J. Othón S/N  
C.P. 78520, Cedral, S.L.P.  
*Marymtztbz170200@gmail.com*

Graciela Romero García  
CREN. Profra. Amina Madera Lauterio  
Prol. Manuel J. Othón S/N  
C.P. 78520, Cedral, S.L.P.  
*romero2588@hotmail.com*

Resumen — En este trabajo se presenta un análisis sobre la escritura en la educación del alumno, pero además se enfoca en todas aquellas dificultades que pueden surgir al escribir a través de la distancia, el cual hace uso de algunas otras investigaciones por parte de otros autores y sobre todo se toma en cuenta el plan y programa para enfocarse en las ideas centrales sobre la asignatura de español, más que nada se busca que el lenguaje actúe como objetivo primordial para intercambiar significados y para lograrlo es necesario construir textos tanto orales como escritos, para finalmente comprender la expresión de ideas generadas por el alumno y que a su vez pueda comunicarse con claridad.

Palabras clave — Escritura, lectura, educación a distancia, propuesta didáctica

Abstract — In this work presents an analysis of writing in student education, but also focuses on all those difficulties that may arise when writing through distance, which makes use of some other research by other authors and on Everything is taken into account the plan and program to focus on the central ideas about the Spanish subject, more than anything it is sought that the language acts as a primary objective to exchange meanings and to achieve this it is necessary to construct both oral and written texts, and finally understand the expression of ideas generated by the student and that in turn can communicate clearly.

Keywords — Writing, reading, distance education, didactic proposal.

## I. INTRODUCCIÓN

La comunicación resulta de gran importancia para la interacción social de la humanidad, como personas, todos y cada uno de nosotros tenemos la capacidad de comunicarnos y es, a través del lenguaje que es posible ponernos en contacto con esta cultura creada por la sociedad. El lenguaje busca como objetivo primordial intercambiar significados y para lograrlo es necesario construir textos tanto orales como escritos.

La escritura toma forma en la producción de textos entran en juego diversos factores, la familia y la escuela son dos elementos fundamentales, pues son estos contextos donde se desarrollan las destrezas comunicativas de escuchar, hablar, leer y escribir.

El objetivo general del presente trabajo refiere a Investigar el proceso de la escritura en la educación a distancia para generar una propuesta didáctica en tercer grado de la escuela primaria, Pro Patria de la Paz, S.L.P. durante el ciclo escolar 2020-2021.

El estado del arte ha sido la base para revisar que se ha investigado sobre el objeto de estudio, para ello, se hizo la indagación en los contextos: internacional, nacional, estatal y local. Se identificó como aspecto común que los docentes deben de tomar en cuenta la importancia de la escritura, para favorecer en los niños el conocimiento y la capacidad de pensar, analizar, criticar un texto, así como, crear, la posibilidad de expresarse con facilidad. La problemática que se ha observado en el contexto de la primaria refleja a la escritura una actividad solo para cumplir con los trabajos; volviéndola acrítica, y tediosa.

## II. MARCO TEÓRICO

Un concepto clave en la indagación es la escritura, Kaufman (2013) hace énfasis en que, “los niños aprenden a leer y a escribir textos leyendo y escribiendo textos” (p. 23).

Otro aspecto importante es la educación a distancia, se basa en un diálogo didáctico mediado entre el profesor y el estudiante quien debe aprender de forma independiente.

En relación al significado de propuesta didáctica, para Novalbos, (2016). Es un documento que guía al profesor en el tratamiento de las competencias y contenidos, con unos objetivos, unas metodologías, unos tiempos y unos criterios de evaluación”.

La perspectiva teórica para este tema de investigación es el pedagógico, para Dewey (1897), el proceso de pensar va articulado en torno a una serie de fases de aprendizaje, que son al mismo tiempo grados del proceso didáctico y que tienden a seguir un orden, pero que, además, se señala que, el aprendizaje es un proceso constructivo interno. Otra perspectiva es la Psicológica, Piaget señala que la adaptación y asimilación como etapas son esenciales en el proceso de aprendizaje y por ende de la enseñanza y que en ese proceso se funde la dimensión genética y evolutiva con la práctica psicológica. Sobre el mismo campo de conocimiento, Vygotsky, (1976) afirma: “El lenguaje tiene origen social y precede al pensamiento racional e influye en la naturaleza del mismo. Este planteamiento señala que el lenguaje es la principal forma de mediación entre el sujeto y el mundo, pues asegura su participación en los procesos de construcción histórica y social, además de ser fundamental en la construcción del conocimiento” (p.50).

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

1º Nivel: Para desarrollar esta investigación se realiza una tesis “De la práctica, concepciones y/o creencias de otros”, en ese sentido con el diseño, aplicación de instrumentos y su análisis, se diseña una propuesta didáctica, el enfoque es cualitativo, con un paradigma interpretativo, tipo descriptiva, para el análisis de la información se toma en cuenta una matriz de análisis un cuadrante con las fortalezas, oportunidades debilidades y áreas de oportunidad (FODA. La muestra en la cual se desarrolló la presente investigación está conformada por trece

alumnos de tercer grado, de los cuales siete son niñas y seis niños, también se considera al titular del mismo grupo Lic. Juan Manuel Eguía Silva, de la Escuela Primaria “Educación y Patria” de la comunidad de Villa de la Paz, S.L.P, en total la institución cuenta con una población de 197 alumnos del contexto urbano del turno matutino.

2° Nivel: Se diseña una entrevista semiestructurada, la cual se basó en ocho preguntas aplicadas al docente del grupo escolar, las cuales versan sobre: la escritura y los procesos de los niños, el diagnóstico actual que presentan los niños sobre la escritura, el nivel de escrituración del grupo escolar, la forma de poner en práctica las estrategias didácticas sobre la escritura en la educación presencial, las estrategias de escritura que se han implementado en la educación a distancia, las estrategias didácticas que son favorables y las que presentan dificultades en torno a la educación a distancia, los instrumentos que se han utilizado para evaluar la escritura a distancia en el grupo escolar y las propuestas que se pueden implementar para mejorar la escritura.

3° Nivel: Se realiza una negociación con el titular del grupo escolar para poder aplicar la entrevista, a través de llamadas por teléfono, se acordó una videollamada en ella se explica el objetivo de cada pregunta y se da respuesta a cada una de ellas.

#### IV. RESULTADOS

Sobre el significado de la escritura en los procesos de aprendizaje de los alumnos de tercer grado, responde el tutor. “La escritura es un enlace o puente para lograr la comprensión, así como el logro de los aprendizajes esperados. En este sentido, Vygotsky (1920) trata de explicar la influencia que ejerce la cultura en el desarrollo del individuo y enfatiza consideraciones importantes como las zonas de desarrollo”. Por lo que es importante que el entorno cultural de los niños sea el puente o vínculo para conectar los nuevos aprendizajes.

Acerca del diagnóstico actual que presentan sus niños sobre la escritura, el docente señaló: “En el grupo de 3 “B” hay 11 niños que tienen consolidado su aprendizaje de escritura y lectura, pero existen 2 alumnos que no han dominado estas habilidades importantes para el aprendizaje, en torno a ello, Ferreiro, y Gómez (1982) argumentan que, “El 33 % de la población, consultada en una investigación no omite niveles de conceptualización; es decir, nadie pasa de manera inmediata del nivel presilábico al nivel alfabético, muy por el contrario, exponen formas de construcción de escrituras muy ajenas al ámbito escolar, exactamente como lo hacen los niños/as que no forman parte de la escuela” (p.86).

En relación a los niveles de escritura que se observan en el grupo escolar, el docente entrevistado menciona: “11 alumnos ya tienen el nivel silábico-alfabético y 2 casos que no lo han alcanzado”. De acuerdo a Ausubel y Sullivan (1983) “. Las experiencias cotidianas hacen ver al estudiante como un procesador activo de la información, el aprendizaje es sistemático y organizado, complejo y no simples asociaciones memorísticas” (p.66). Por su parte, Teberosky (2000) expresa: “En una etapa de alfabetización inicial, los niños diferencian lo que es un dibujo de la escritura. Distinguen aquello que consideran que debe ser leído y hacen hipótesis sobre cómo se combinan y distribuyen las letras en las palabras para encontrar regularidades de composición en la escritura” (p.33). En torno a lo anterior, se requiere que el docente tenga pleno conocimiento de las características Psicológicas, pedagógicas y sociales de los alumnos.

Respecto a la práctica de estrategias didácticas sobre la escritura en la educación a distancia, afirma el docente “Se fomenta la escritura mediante la realización de cuentos, con una extensión de 3 párrafos al día, así como su título, cambiarle el final a un cuento, completar oraciones, palabras y la investigación de temas de asignaturas complementarias.

También se hace la pregunta sobre aquellos instrumentos que se han utilizado para llevar a cabo la evaluación a distancia en el grupo escolar, se argumenta, “Se hace uso de instrumentos muy útiles, como lo son las listas de cotejo y las rúbricas” .

Lo anterior tiene relación con lo planteado por Luria (1984) refiere: “El lenguaje escrito es el instrumento esencial para los procesos de pensamiento incluyendo, por una parte, operaciones conscientes con categorías verbales, (...) permitiendo por otra parte volver a lo ya escrito, garantiza el control consciente sobre las operaciones que se realizan. Todo esto hace del lenguaje escrito un poderoso instrumento para precisar y elaborar el proceso de pensamiento” (p.189).

Por último, se hace mención de algunas propuestas didácticas por parte del maestro titular, Eguia (2021) argumenta que, “para mejor la escritura debe emplearse la escritura diaria por medio de las actividades de las planeaciones o fichas didácticas que involucran las diferentes asignaturas, los libros de texto y las guías didácticas que son de gran apoyo para el aprendizaje de los alumnos”.

El análisis del instrumento “entrevista semiestructurada dio pie para generar una propuesta didáctica, entendiendo que es un conjunto de procedimientos, apoyados en técnicas de enseñanza, que tienen por objeto llevar a buen término la acción pedagógica del docente, la propuesta didáctica integra las estrategias didácticas, apuntan a fomentar procesos de autoaprendizaje, aprendizaje interactivo y aprendizaje colaborativo.

Lo anterior tiene como base la estructura curricular del español en ella se identifican aspectos fundamentales como: Proceso de lectura e interpretación de textos, Producción de textos escritos, Producción de textos orales y participación en eventos comunitarios, Conocimiento de las características, de la función y uso de la lengua, Actitudes hacia el lenguaje. En torno a ello cobra importancia la planeación didáctica.

En la propuesta didáctica se integran las siguientes estrategias: a) Examen de diagnóstico: La expresión escrita, el propósito es, conocer el nivel de escrituración que poseen los alumnos, b) La carta, para Kaufman (2001) la carta puede construirse con diferentes tramas y en torno a distintas funciones del lenguaje, ...escrito que contiene hechos, sucesos, sentimientos y emociones experimentados por un emisor que percibe al receptor como “cómplice”, o sea como destinatario comprometido afectivamente en esta situación de comunicación, y, por lo tanto, capaz de desentrañar la dimensión expresiva del mensaje (p.51).

c) Patria exprés: realizada a partir de la práctica social del lenguaje “Difundir noticias sobre sucesos en la comunidad”, tiene como finalidad la elaboración de una noticia para su difusión, a través de la revisión de las secciones del periódico, se espera que los alumnos identifiquen la forma en que se escribe una nota periodística, de esta manera se podrá realizar la propia. Kaufman (2001) designa a este tipo de texto como periodístico, entendido como aquel en el que predomina la función informativa del lenguaje; para la autora “las noticias se presentan como unidades informativas completas, que contienen todos los datos necesarios para que el lector comprenda la información” (p.3).

d) La escritura de una receta de cocina, en dicha estrategia se ven involucrados los padres de familia y alumnos. La actividad consiste en que cada alumno con ayuda de algún familiar pueda realizar una receta de cocina, con el fin de promover la escritura y sobre todo para que los niños convivan con su familia al estar haciendo notas de ingredientes y procedimientos.

e) Textos a la licuadora: A partir de la práctica social del lenguaje, “Describir escenarios y personajes de cuentos para elaborar un juego”, se espera que los alumnos aprendan a identificar las características de personajes y escenarios para establecer su importancia dentro del cuento, posteriormente escribir una historia utilizando los personajes de cuentos clásicos.

Finalmente se busca que la enseñanza a distancia de la escritura sea rica en posibilidades y más que simples organizadores de la información, propicien el crecimiento del grupo.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La comunicación lingüística es una actividad en la cual se usan los signos de una lengua y se conforma un mensaje, el resultado de ello es el texto, esta unidad con una secuencia coherente, por medio de la cual los miembros de un grupo social interactúan e intercambian significados, con un fin y en un contexto o situación específica.

Las recomendaciones que se externan en relación a la escritura en la educación a distancia, como profesionales de la educación, las experiencias docentes, así como, las problemáticas que se presentan dentro de los salones de clases o de la escuela en general, es una amplia oportunidad para analizar y poner en manifiesto las habilidades, destrezas, y competencias que contribuyen a dar solución a los problemas académicos que se presentan durante la experiencia como docentes.

Es importante la contextualización del problema, pues podemos comprender el verdadero nivel de escritura en el que se encuentra un grupo escolar, considerando los tres niveles: presilábico, silábico y silábico alfabético, y de esta manera diseñar una propuesta didáctica que permita orientar la práctica docente.

## VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco a la Escuela Normal Profra. Amina Madera Lauterio de Cedral San Luis Potosí y a la maestra Graciela Romero García por estar al pendiente en cada momento durante la elaboración de este proyecto.

## REFERENCIAS

- Caballeros M.Z (2014). El aprendizaje de la lectura y escritura en los primeros años de escolaridad. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala.  
Rescatado de: <https://www.redalyc.org/pdf/284/28437146008.pdf>
- Castañeda D.M (2008). Leer y escribes en la escuela. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia. Se obtuvo de:  
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/1007/372414C346.pdf?sequen>
- Caballero G.L (2014). Dificultades de aprendizaje en lecto-escritura en niños y niñas de 6 a 8 años. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. Rescatado de:  
<http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/2038/AT18477.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CREN Profra. Amina Madera Lauterio (2019-2020). Disposiciones Institucionales para la Elaboración del Trabajo de Titulación. San Luis Potosí.
- Díaz O.P.S (2016). Fortalecimiento de los procesos de lectura y escritura a través del método ecléctico en los estudiantes. Facultad de Ciencias de la Educación. Bogotá. Rescatado de:  
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9584/TFM%20Olga%20Salamanca%20septiembre2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- DÍAZ BARRIGA, F. y G. Hernández (2002), Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista, México: McGraw Hill. Rescatado de:  
[http://prepatlajomulco.sems.udg.mx/sites/default/files/1.\\_diazbarriga\\_fundamentos\\_buenoestrategias\\_2.pdf](http://prepatlajomulco.sems.udg.mx/sites/default/files/1._diazbarriga_fundamentos_buenoestrategias_2.pdf)
- GARCÍA Parejo, I. (1999) Teoría de la expresión escrita en la enseñanza de segundas lenguas. Universidad Complutense de Madrid. España. Rescatado de:  
[https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca\\_ele/carabela/pdf/46/46\\_023.pdf](https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/carabela/pdf/46/46_023.pdf)



# ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS PARA EL APRENDIZAJE DE LA MULTIPLICACIÓN

Yulissa Vazquez Ramírez  
Centro Regional de Educación  
Normal “Profa Amina Madera Lauterio  
Prol.Manuel J.Othón S/N Cedral, S.L.P  
*yulissa.vazquezr@gmail.com*

Ma. Cristina Herrera Tovar  
Centro Regional de Educación  
Normal “Profa Amina Madera Lauterio  
Prol.Manuel J.Othón S/N Cedral, S.L.P  
*Criss\_peke10@hotmail.com*

Resumen — En el presente trabajo se realizó una investigación sobre el estudio de la multiplicación en alumnos de tercer grado de la escuela primaria “Juan Villerías” Turno Matutino, ubicada en la ciudad de Matehuala, S.L.P a través de la implementación de estrategias didácticas para el aprendizaje de dicha operación, el cual se planificaron distintas actividades para enriquecer el proceso cognitivo en los estudiantes, con el objetivo que adquirieran mejores habilidades y destrezas en la asignatura de matemáticas, además la aplicación del plan de acción fue a distancia por la contingencia del Covid-19 presentada desde el año pasado, usando una metodología cualitativa.

Palabras clave — Multiplicación, estrategia didáctica, metodología cualitativa.

Abstract — In the present work, an investigation was carried out on the study of multiplication in third grade students of the “Juan Villerías” Morning shift elementary school, located in the city of Matehuala, SLP through the implementation of didactic strategies for the learning of said operation, which planned different activities to enrich the cognitive process in the students, with the aim of acquiring better skills and abilities in the subject of mathematics, in addition, the application of the action plan was remotely due to the contingency of Covid-19 presented since last year, using a qualitative methodology.

Keywords — Multiplication, didactic strategy, qualitative methodology.

## I. INTRODUCCIÓN

El estudio de la multiplicación es una parte fundamental que se encuentra establecida dentro de las habilidades matemáticas, para ayudar al ser humano a tener un conocimiento significativo y apropiado, en función de ello aplicar sus capacidades y destrezas ante situaciones que se le presenten en su vida diaria, es por eso que desde años anteriores las personas han agrupado su inteligencia para representar cantidades grandes a través de números.

Conforme pasa el tiempo se crean nuevos métodos para aprender las multiplicaciones, cual en épocas atrás el método que se implementaba era el maya también conocido como japonés donde el docente trazaba líneas para enseñar a sus alumnos a multiplicar, algunas estas líneas eran paralelas y perpendiculares representando algún número en específico para obtener el resultado, enseguida el método de multiplicación hindú o de celdillas, su objetivo era dibujar una tabla con cuatro casilleros, por cada uno se agregaba un dígito para obtener el conteo, por último el método de formación operacional, algo parecido al anterior, pero usando cuadros verticales para tener el resultado final, estos métodos son parte de la enseñanza de las multiplicaciones.

Hoy en día el ser humano tiene que estar más preparado académicamente, para tener mejores oportunidades en aspecto profesional y laboral, de acuerdo al programa de estudios 2011 de tercer grado, el estudiante tiene que aprender a resolver problemas multiplicativos, en función de aplicar su razonamiento matemático a la solución de problemas personales, sociales y naturales, aceptando el principio de que existen diversos procedimientos para resolver los problemas particulares multiplicativos.

Además las estrategias didácticas son fundamentales para guiar a los alumnos en su conocimiento, es por eso que a través de esta aplicación de estrategias se tiene como propósito solucionar la problemática por falta de comprensión de la operación básica de la multiplicación, en donde los estudiantes de tercer grado comienzan a despertar la motivación por apropiarse de nuevos saberes, así mismo para la aplicación de las estrategias se determina una temporalidad para darle seguimiento a esta intervención, el cual se generan actividades dinámicas con relación a la multiplicación, hay que destacar que además ser interesantes para los alumnos son sencillas en cuanto a la obtención de materiales, para que al momento de cada estrategia los estudiantes cuenten con los recursos que se les solicito y puedan realizar sus actividades.

## II. MARCO TEÓRICO (OPCIONAL)

### A. *Multiplicación*

- La definición mencionada en las Guías para la Enseñanza de la Matemática (1989, 1999) de Japón, que señalan que la multiplicación se usa para encontrar un total a partir de “cuántas unidades hay cuando una unidad es dada”. Se comienza el estudio de la multiplicación como un medio económico para expresar una unidad repetida varias veces. La unidad puede ser el cardinal de un conjunto o una medida.
- Según Freudenthal (1983), la multiplicación se define para hallar un número llamado producto que sea respecto del multiplicando lo que el multiplicador es respecto de la unidad, distinguiendo así claramente las situaciones multiplicativas de las aditivas.

### B. *Estrategia didáctica*

- Díaz (1998) define las estrategias didácticas como: “procedimientos y recursos que utiliza el docente para promover aprendizajes significativos, facilitando intencionalmente un procesamiento del contenido nuevo de manera más profunda y consciente”, en beneficio de los estudiantes.
- Tebar (2003) Determina las estrategias didácticas como “procedimientos que el agente de enseñanza utiliza en forma reflexiva y flexible para promover el logro de aprendizajes significativos en los estudiantes” (p.7). Bajo el enfoque por competencias, los agentes educativos encargados de los procesos de enseñanza y aprendizaje

deben ser competentes en cuanto al ejercicio del diseño y/o planificación de una clase, así como también en la operacionalización de situaciones de carácter didáctico.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

En la investigación cualitativa, el investigador planea un problema a investigar, además se basa en una lógica y en un proceso inductivo (explorar y describir, y luego generar perspectivas teóricas), en la mayoría de los estudios cualitativos no se prueban la hipótesis, solo se construyen en el proceso, para el último recabar los datos y resultados de estudio, de cierta manera el investigador utiliza técnicas para obtener la información a través de la observación y revisión de documentos entre otros.

Por otra los instrumentos de investigación son todos aquellos recursos con los que puede disponer o utilizar el investigador para obtener información relevante de acuerdo a su tema de estudio en función de ello determinar sus avances progresivos en la indagación, por lo que en esta investigación se pretende aplicar el diario de campo para describir, explicar, confrontar y reconstruir la acción de la estrategia, así mismo la demostración de fotografías, como evidencia de lo que se está realizando en cada momento de la intervención, el análisis del FODA y la aplicación de Google forms.

Para analizar la información recabada durante la intervención del plan de acción, es necesario implementar el ciclo de Smyth, para reflexionar acerca de las actividades propuestas que se establecieron en el transcurso del proceso, en este sentido llegar a una conclusión, donde se intente determinar sus logros y deficiencias presentadas en la investigación con relación al tema estudio de las multiplicaciones.

Por lo tanto el ciclo de Smyth se describe en cuatro etapas, las cuales permiten al docente meditar sobre su propia práctica, de esta manera puede analizar las condiciones percatadas en su aula de clases, diagnosticando situaciones problemáticas para construir un nuevo modelo de enseñanza más innovador en función de ello generar un mejor aprendizaje significativo de sus estudiantes. A continuación se explican cada una de las etapas de acuerdo al autor escudero (1997).

**Descripción:** En esta primera etapa es una reflexión de la práctica docente, partiendo de experiencias escolares, del trabajo en el aula con los estudiantes, de acuerdo a la enseñanza continua, describiendo sus observaciones y preocupaciones, con base a su análisis profesional, de cierta manera el docente puede plasmar sus investigaciones en diarios de campo para registrar sus notas de clase, con la intención de tener un antecedente previo a lo que se suscita en el aula.

**Interpretación:** Posteriormente esta segunda etapa el docente ha de explicar las razones que lo motivaron a desarrollar su investigación de una manera adecuada y precisa, describiendo cada uno de los sucesos o aspectos suscitados en su indagación.

**Confrontación.** La tercera etapa es la confrontación, en donde el docente se cuestiona sobre los métodos utilizados en sus actividades de enseñanza, así mismo en la aplicación de cada una de ellas, para comprender su efectividad o equivocación, se dispone de tiempo para investigar diferentes fuentes autores que le expliquen la función de las actividades abordadas, con la intención de sustentar sus aportaciones en su investigación de estudio en un tema en específico.

**Reconstrucción.** La última etapa del ciclo de Smyth es la reconstrucción, de modo que el docente reedifica su metodología de enseñanza-aprendizaje para mejorarla, así mismo hace un análisis general de todas las anteriores etapas, para implementar nuevas estrategias que le ayuden a tener avances satisfactorios en su práctica docente.

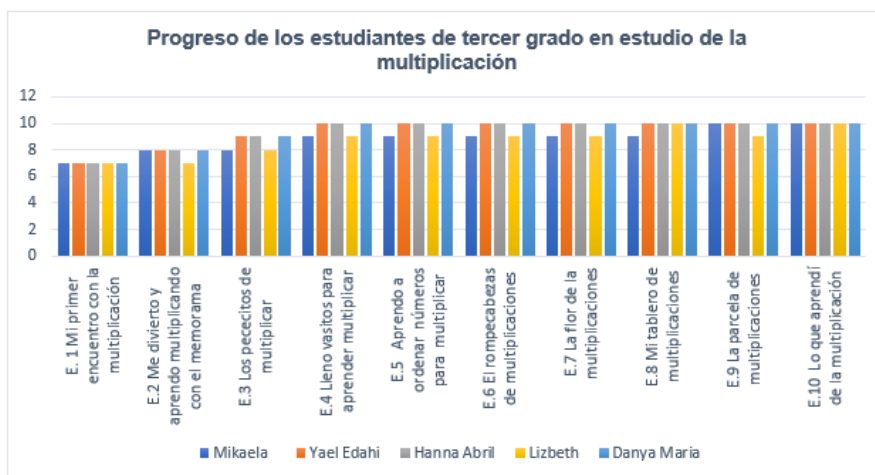
### IV. RESULTADOS

Con la finalidad de verificar la problemática detectada en el grupo de tercer grado se diseñaron 5 estrategias

dentro del plan de acción para favorecer a los estudiantes en la adquisición del intelecto de las multiplicaciones, así mismo en la primera estrategia es para diagnosticar la comprensión de los alumnos en cuanto a su aprendizaje de las tablas de multiplicar por medio del juego y problemas matemáticos, las nueve estrategias son de fortalecimiento para el conocimiento de los educandos con la intención de solucionar el problema, además las actividades programadas son muy innovadoras e interesantes, el cual se pretende que sean dinámicas para los educandos en donde logren consolidar un aprendizaje significativo de la operación.

Posteriormente se analizan los resultados obtenidos de la investigación, expresados de forma gráfica y numérica, con la finalidad de observar el progreso que tuvieron los alumnos en cada una de las estrategias aplicadas en el plan de acción, de cierta manera verificar el cumplimiento de los objetivos establecidos en el tema de estudio.

Gráfica 1



### Resultados de las estrategias aplicadas

La falta de internet es uno de los factores que más influyó en la aplicación de estrategias, en consecuencia que la mayoría de los estudiantes de tercer grado sección “B” no participaron en las actividades programadas dentro de la investigación, por no contar con internet en su hogar, de los 17 alumnos solo 5 alumnos estuvieron en las sesiones virtuales desarrollando las actividades propuestas por parte del docente, tal como se observa en la gráfica.

### V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

El supuesto personal descrito por el investigador al inicio de su investigación menciona que los alumnos de tercer grado grupo “B” lograrán consolidar el aprendizaje significativo de la multiplicación a través de estrategias didácticas innovadoras por parte del docente, de cierta manera ha sido comprobado y aceptado, los estudiantes han comprendido el significado de multiplicación, su algoritmo, sus distintos procedimientos para su solución, así mismo comprenden cuando un problema matemático involucra dicha operación.

### VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para finalizar este tema de investigación, se consideraron los resultados de las estrategias didácticas aplicadas dentro del plan de acción, con la intención de favorecer el conocimiento de los estudiantes, en relación al tema de la multiplicación, considerado como contenido importante en la vida de los estudiantes que han de adquirir durante su formación académica.

Analizado los objetivos definidos de la investigación, es recomendable que los futuros docentes investiguen los fundamentos teóricos sobre las estrategias didácticas para el aprendizaje de la operación básica de la multiplicación,

con base al plan y programa de estudios 2011, de cierta manera le permite ampliar sus conocimientos y conocer los propósitos, el enfoque de la asignatura, los estándares curriculares, los contenidos donde se presenta el contenido de la multiplicación, esa misma perspectiva el docente puedan tener una referencia de la concepción de estrategia didáctica.

Por lo tanto investigar en diferentes fuentes el concepto de estrategia, para tener un aprendizaje sobre su función en el sistema educativo, el cual según los estudios por la secretaria de educación pública, una estrategia didáctica son procedimientos que docente implementa de manera crítica y reflexiva en su práctica en el aula, con la intención favorecer el aprendizaje de los estudiantes, además al inicio del ciclo escolar aplicar un diagnóstico a los estudiantes, para observar el conocimiento que tienen acerca de las multiplicaciones.

Para el diseño de estrategias didácticas y poder fortalecer el aprendizaje de la multiplicación en alumnos de tercer grado, es necesario conocer los estilos de aprendizaje de los estudiantes, el contexto donde se encuentran, analizar el currículo de educación básica, además investigar con anticipación los materiales didácticos, con la intención de despertar la motivación e interés de alumnos, en relación los recursos seleccionados buscar su accesibilidad para los estudiantes como para el docente al momento de desarrollar el plan de acción.

#### VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento al Centro Regional de Educación Normal Profa. “Amina Madera Lauterio” de Cedral, S.L.P, por las facilidades y apoyo que me ha otorgado en realizar mi proyecto de verano, el cual me ha dejado grandes aprendizajes personales y profesionales.

#### REFERENCIAS

- [1] Escudero, J. et. al (1997).”La formación y el aprendizaje de la profesión mediante la revisión de la práctica”, en diseño y desarrollo del currículum en la educación secundaria, Barcelona, ICE-Horsori (Cuadernos de formación del profesorado), pp. 157-165. Recuperado de <http://normal1fany.blogspot.com/2010/11/escudero-juan-m-la-formacion-y-el.html>
- [2] Freudenthal, H, Didactical Phenomenology of Mathematical Structures. D. Reidel. Publishing Company, 1983. Recuperado de <http://math-info.criced.tsukuba.ac.jp/upload/MultiplicationIsodaOlfos>
- [3] Hernández, R; Fernández, C. & Baptista, ”Metodología de la investigación” Ed. McGraw-Hill, 6ta Ed. México, 2010. Recuperado de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- [4] Tébar, L, El perfil del profesor mediador. Madrid: Santillana, 2003. Recuperado de [http://docencia.udec.cl/unidd/images/stories/contenido/material\\_apoyo/ESTRATEGIAS%20DIDACTICAS.pdf](http://docencia.udec.cl/unidd/images/stories/contenido/material_apoyo/ESTRATEGIAS%20DIDACTICAS.pdf)

## HERRAMIENTAS VIRTUALES PARA LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS

Arely Patricia Montañez Martínez  
Centro Regional de educación normal  
Profa. Amina Madera Lauterio  
Prol. Manuel J. Othón S/N Cedral. S.L.P  
*arelymtz1211@gmail.com*

Ma. Cristina Herrera Tovar  
Centro Regional de educación normal  
Profa. Amina Madera Lauterio  
Prol. Manuel J. Othón S/N Cedral. S.L.P  
*criss\_peke10@hotmail.com*

Resumen — En este trabajo de investigación se conoce la forma de trabajo que el docente utiliza para llevar a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje. Derivado de la educación a distancia la cual se presenta por la pandemia del Covid-19, se establece un objetivo identificar las herramientas virtuales que usan los docentes para la enseñanza de las matemáticas en sus clases virtuales con la nueva modalidad de la educación a distancia en las escuelas primarias con los alumnos de 4° grado. Se llevó a cabo una metodología cualitativa y los resultados obtenidos demuestran que el uso de la TIC pasó de ser una necesidad a una opción y los docentes hicieron uso de diferentes herramientas virtuales las cuales les permitirán impartir su clase, al igual que se enfrentaron con algunos retos antes esta modalidad de la educación.

Palabras clave — Herramientas virtuales, Matemáticas, Educación a distancia, Investigación cualitativa.

Abstract — In this research work, the way of working that the teacher uses to carry out the teaching-learning process is known. Derived from distance education which is presented by the Covid-19 pandemic, an objective is established to identify the virtual tools that teachers use to teach mathematics in their virtual classes with the new modality of distance education in elementary schools with 4th grade students. A qualitative methodology was carried out and the results obtained show that the use of ICT went from being a necessity to an option and the teachers made use of different virtual tools which will allow them to teach their class, just as they faced some challenges before this modality of education.

Keywords — Virtual tools, Mathematics, Distance education, Qualitative research.



## I. INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), han transformando la educación, notablemente ha cambiado tanto la forma de enseñar como la forma de aprender y por supuesto el rol del maestro y el estudiante, al mismo tiempo que los objetivos formativos donde el docente tendrá que seleccionar métodos y técnicas didácticas, al igual que implementar estrategias de comunicación y asumir su función de facilitador del aprendizaje de los alumnos. Dado que estos tendrán que formarse para utilizar, usar y producir con los nuevos medios. Actualmente la educación se lleva a cabo de manera virtual lo cual esta modalidad de educación se distingue porque no requiere de la presencia de estudiantes y docentes en un mismo espacio. Puede desarrollarse por medios muy diversos, uno de ellos es de manera independiente y surge a partir de la incorporación de las tecnologías de la información y comunicación en los procesos de enseñanza- aprendizaje.

Esta modalidad ha generado un impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. Por lo tanto, es fundamental conocer la tarea del profesor la cual se basa, en seleccionar y adecuar las actividades que establecerá a los estudiantes para que logren adquirir nuevas habilidades matemáticas con base a esta nueva modalidad educativa. Dado que existen herramientas muy útiles que sirven para implementar el aprendizaje a distancia con los alumnos, esta pandemia se puede convertir en una oportunidad para explorar otras alternativas de enseñanza-aprendizaje.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Herramientas virtuales

Las herramientas virtuales para el aprendizaje son sistemas informáticos que permiten la comunicación y participación de todos los interesados sin importar el momento o el lugar donde se encuentren. Al igual que una plataforma educativa es un programa que engloba diferentes tipos de herramientas destinadas a fines docentes. (Rosillo, 2015)

Su principal función es facilitar la creación de entornos virtuales para impartir todo tipo de formaciones a través de internet. Estas están diseñadas con el fin de apoyar la labor de los profesores en el proceso de enseñanza-aprendizaje; las herramientas educativas están destinadas a la enseñanza y el aprendizaje autónomo y permite el desarrollo de ciertas habilidades cognitivas.

### B. Enseñanza

La enseñanza consiste en la transmisión o comunicación de conocimientos, experiencias habilidades que van dirigidos a un individuo, existen diversos medios por los cuales una persona puede adquirirlos pero generalmente está relacionado con el ámbito académico, en la educación básica, es importante que se lleve a cabo mediante la interacción del docente cuyo papel es el facilitador de herramientas para construir el conocimientos de los alumnos a través de diversos medios, técnicas y estrategias.

Por ellos se establece que el sujeto que enseña es el encargado de provocar dicho estímulo, con el fin de obtener la respuesta en el individuo que aprende. (...) da lugar a la formulación del principio de la motivación, principio básico de todo proceso de enseñanza que consiste en estimular a un sujeto para que éste ponga en actividad sus facultades. (Arredondo, 1989)

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

El problema surge por medio de la enseñanza tradicional de las matemáticas en la educación a distancia se pretende conocer de qué manera los docentes están impartiendo sus clases virtuales y que herramientas digitales son las que están utilizando. El instrumento que se usó en esta investigación fue un cuestionario diseñado y aplicado a los docentes que estuvieran a cargo del grado de 4to de educación primaria. Para ello se realizó una

invitación personalizada para conocer cuántos docentes estarían dispuestos a participar en la aplicación de los instrumentos; por lo que la población fue de 6 docentes pertenecientes a la zona 049 del municipio de Matehuala S.L.P. Los cuestionarios estaban conformados por 27 preguntadas, las cuales estaban divididas en 4 categorías: Datos básicos, el uso de las TIC, las TIC en la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas y por último la educación a distancia. Posteriormente se realizó una validación bajo el criterio de 2 docentes que tenían conocimiento en cuanto a la asignatura de matemáticas, así como en el uso de las TIC, se les compartió el instrumento para que lo rectificaran y tuvieran la oportunidad de hacer algunas correcciones en cuanto al contenido que estaba plasmado. Una vez que fue revisado se tomaron en cuenta las observaciones y se realizaron modificaciones como lo fueron, errores ortográficos y la corrección de ciertas preguntas al igual que en su estructura. Al cumplirse el procedimiento, las observaciones y sugerencias se realizó el rediseño del instrumento.

Antes de su ejecución se aplicó la prueba piloto, la cual consiste en examinar el funcionamiento general del instrumento de medida con los participantes con características semejantes a la población y del objeto de interés. Es por ello que se seleccionó a tres docentes que estuvieran impartiendo cuarto grado a los cuales se les solicitó que contestaran la encuesta y al final de ella comentaran que les había parecido la estructura y si era entendible. Los resultados fueron favorables y se pudo observar que si se lograban rescatar lo que se esperaba identificar de los docentes. Una vez validado el instrumento, la encuesta se generó en formato electrónico utilizando la herramienta de Google Forms para distribuirlos por medio de los correos electrónicos o por la app de WhatsApp.

Es necesario recalcar que el análisis de los datos se llevó de una manera ordenada, por lo cual es sustancial elegir un método, para ello se utilizó la triangulación de datos. Definimos la triangulación como la «Técnica de confrontación y herramienta de comparación de diferentes tipos de análisis de datos (triangulación analítica) con un mismo objetivo puede contribuir a validar un estudio de encuesta y potenciar las conclusiones que de él se derivan» (Rodríguez, Pozo & Gutiérrez, 2006, pág.1). Para llevar a cabo este análisis de los instrumentos aplicados, se realiza la triangulación a través de la entrevista, la teoría y la opinión del investigador, se confronta partiendo de estas fuentes que son indispensables para interpretar la información obtenida y llegar a una conclusión.

#### IV. RESULTADOS

Primeramente se realizó un análisis de cada una de las categorías implementado la matriz de datos con el fin de ordenar en conjunto lo que se espera recopilar de los instrumentos aplicados; primeramente, se en lista la entrevista en segundo lugar la teoría que sustenta el tema de estudio y por último la opinión del investigador. Tal como lo expone el autor, el instrumento correspondiente a la triangulación es la matriz, la cual Bisquerra (1996) "... permite reconocer y analizar datos desde distintos ángulos para compararlos y contrastarlos entre sí" (p. 264), por lo que mediante el uso de este instrumento se hace posible contrastar las fuentes de información obtenidas de las diferentes fuentes de datos. Una vez expuesto se optó por dividir las categorías de análisis, a partir de realizar la exploración entre los instrumentos aplicados a la población considerada y las unidades que coincidían con la información recolectada; Es por ello que a continuación se presentan primeramente la caracterización de la población y posteriormente las cuatro categorías de análisis.

##### Caracterización de la población

En relación con la población de los 6 participantes de acuerdo con la encuesta aplicada para conocer sus datos básicos. El rango de edad que más sobresa es entre los 35 y 40 años. En cuanto a los años de servicio a continuación se muestra en la siguiente (Tabla 1) los resultados, lo cual el 66.6% tiene los 18 y 19 años mientras que el otro 33.4% entre los 14 y 28 años de servicio.

Tabla 1. Años de servicio

Años de servicio (rango)	No.	Porcentaje
14 años de servicio	1	16.7%
18 años de servicio	2	33.3%
19 años de servicio	2	33.3%
28 años de servicio	1	16.7
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>100%</b>

### Las TIC en la enseñanza-aprendizaje

La presente categoría alude a presentar de qué manera los docentes hicieron uso de las herramientas virtuales en la asignatura de matemáticas, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo que ahora con el aislamiento el uso de las herramientas digitales fue esencial para los docentes con en esta nueva modalidad de la educación a distancia. Las herramientas TIC facilitan la comprensión de las matemáticas ya que permiten modelar situaciones del mundo real, además: En la enseñanza de las matemáticas, el docente debe promover experiencias que permitan articular los contenidos, los cuales deben favorecer la interdisciplinariedad y el pensamiento creativo (...). (Muñoz Cuartas, 2012).

Fig. 1 Las herramientas virtuales

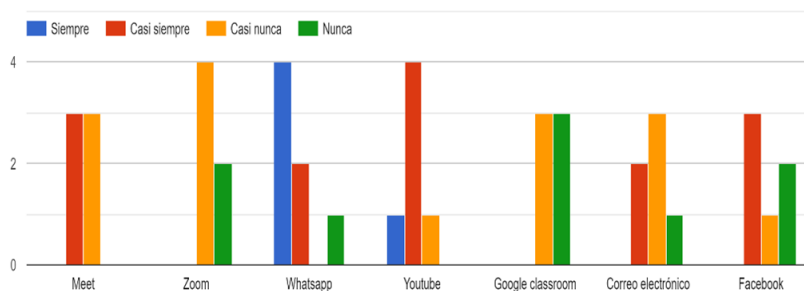
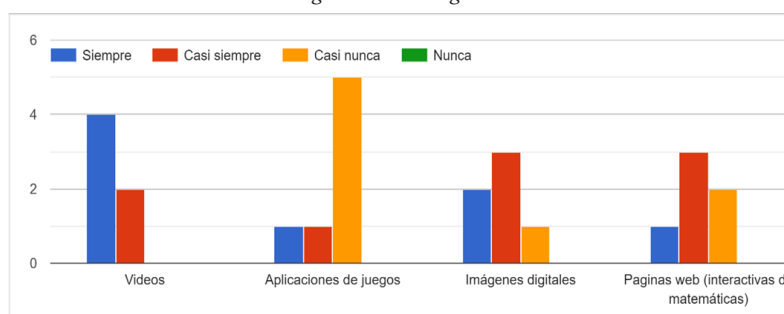


Fig. 2 Recursos Digitales



En las figuras anteriores se logran rescatar las herramientas virtuales, que el docente utilizó para impartir la clase de la asignatura de matemáticas a distancia, por lo que la herramienta virtual que más sobresale es WhatsApp como (siempre) y YouTube (casi siempre). Así mismo la siguiente figura que se presenta a continuación, se muestran los recursos digitales que se llevaron a cabo en la enseñanza aprendizaje de las matemáticas, lo cual indica que 4 docentes trabajaron con (videos), 1 en cuanto a los (juegos digitales), 3 de ellos en relación con las (imágenes digitales) y por último 1 con las páginas web interactivas.

Piaget (1946, pág. 26) parte de que: “En síntesis, la intención de los docentes de aplicar estrategias metodológicas es para convertir la enseñanza-aprendizaje en un proceso activo, dinámico y participativo entre los docentes, estudiantes y recursos que utilizan.” Lo que señala Piaget en la cita anterior hace considerar que es fundamental el proceso de enseñanza-aprendizaje se convierta en un proceso activo, por lo que los recursos y herramientas tecnológicas contribuirán de mejor manera a este proceso. Las herramientas virtuales y los recursos digitales facilitan el aprendizaje del alumno proporcionándoles información, porque son una guía para los aprendizajes, ya que ayudan al docente en la organización de la información que éste desea transmitir. Como conclusión acorde con el análisis de esta categoría de las TIC en la enseñanza aprendizaje de las matemáticas se puede decir que las TIC en la enseñanza-aprendizaje le permite al docente innovar en la práctica, su papel en relación a esta herramienta es de suma importancia; al utilizarla e implementarla en la enseñanza de las matemáticas favorece la motivación e interés del estudiante en relación a lo que se pretende enseñar de igual manera les permite desarrollar competencias y habilidades cognitivas, así mismo que tenga un feedback en el momento que él lo desee

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En conclusión el uso de las herramientas virtuales y los recursos tecnológicos tiene un significativo nivel de importancia con respecto al desempeño del docente en el desarrollo de su labor. Según los resultados de los instrumentos de investigación que fueron aplicados; los porcentajes evidenciaron que el docente se consideraba bastante o muy capaz para el desempeño de esta competencia; se aprecia que tienen conocimiento sobre estas, al igual que un impacto positivo sobre la motivación e interés del estudiante permitiendo crear un aprendizaje significativo en los estudiantes.

## VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi mayor agradecimiento a la Escuela Normal “Profª. Amina Madera Lauterio” por brindarme la oportunidad y la facilidad para la realización de este trabajo de investigación en la estancia de verano de la ciencia de la región centro.

## REFERENCIAS

- J. Casas Anguita, J. R. (Mayo 2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). Atención primaria , 527-538.
- Okuda Benavides, M., & Gómez-Restrepo, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: triangulación. Obtenido de Revista Colombiana de Psiquiatría: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80628403009>
- Rodríguez, G. (1996). Metodología de la investigación cualitativa. España: Aljibe.

## EL TRANVÍA EN AGUASCALIENTES 1883-1931, FOTOGRAFÍA E HISTÓRICA PÚBLICA

Francisco Javier Enríquez Pedroza

Universidad Autónoma de Aguascalientes Avenida Universidad # 940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.  
*francescopqze@gmail.com*

David Eduardo Vazquez

El Colegio de San Luis

Parque Macul 155, Colinas del Parque, 78294 San Luis, S.L.P.  
*david.vazquez@colsan.edu.mx*

Resumen — En la presente investigación se rescata, desde la historia pública y la fotografía histórica, parte de la historia de la ciudad de Aguascalientes. Concretamente el periodo que comprende de 1883 a 1931, periodo en que estuvo activo el sistema de tranvías en la ciudad. Al ser este sistema el enfoque principal de la investigación se ve cómo fue su evolución, su recepción y el impacto que el tranvía tuvo en la sociedad de la ciudad. La fotografía fue una parte fundamental para la investigación, ya que, mediante su análisis, se obtuvieron datos que contribuyeron a enriquecerla. Todo esto abordado desde lo que propone la historia pública.

Palabras clave — Historia Pública, Fotografía, Tranvía, Aguascalientes.

Keywords — Public History, Photograph, Tramways.

Abstract — The current research addresses, from the public history and the historical photograph, part of the history of Aguascalientes. Specifically, from 1883 to 1931, period when the tramways were in function on the city. Being this system the focus of the research, can be seen the evolution, the reception, and the impact it had on the society. The photograph was a main part of the research, due to the information that was contributed to complement it, obtained by its analysis. All approached from what the public history proposes.

### I. INTRODUCCIÓN

El estudio del pasado se ha visto, hasta hace poco, reservado a los profesionales del área. Lo que generó que, a los interesados en recuperar la memoria histórica, sin pertenecer a un área cercana a ésta, les fuera difícil ser partícipes de este proceso. Afortunadamente desde hace algunos años se está poniendo en práctica la llamada historia pública, que permite que la gente se involucre activamente en el estudio y la comprensión del pasado.

El presente documento hace participe la accesibilidad de la historia pública, para elaborar una investigación acerca del sistema de tranvías que estuvo en funcionamiento en la ciudad de Aguascalientes desde 1883 hasta 1931.

Donde se tomó a la fotografía histórica como parte fundamental de la misma, con el fin de obtener, mediante su análisis, datos que nos ayudaron a generar una interpretación del pasado desde perspectivas distintas.

## II. MARCO TEÓRICO

El estudio y la interpretación del pasado ha sido una labor que hasta hace poco estaba reservada solo a aquellos que tenían una formación dentro de esta materia. Lo cual hacía que fuese exclusiva a los intelectuales o profesionales del ámbito y negaba el acceso al público interesado en conocerla y ser partícipe de ella. Pero esto ha cambiado con el paso del tiempo y desde hace algunos años, el estudio de la historia ha tenido una apertura hacia un público más amplio gracias a la Historia Pública.

La Historia Pública busca acercar la historia a una audiencia más amplia, haciendo de ella un conocimiento abierto a la sociedad, que se pueda alcanzar por distintos medios como las artes, los museos o los medios de comunicación. Lo que da espacio a la gente interesada en rescatar el pasado, la capacidad para poder participar activamente en el quehacer de la historia, sin importar su profesión. Como es mi caso, que, al ser diseñador gráfico e interesado en la historia he tenido la oportunidad de participar y generar una investigación en este ámbito. La historia pública ha permitido que el quehacer de la historia o el historiador se abra más allá de los lugares destinados a la investigación científica [1], y se extienda hacia la sociedad. Lo que permite la participación de la sociedad en la construcción del pasado desde el punto de vista de quienes, en algunos casos, vivieron los hechos o tienen puntos de vista que pueden enriquecer la labor del historiador y la conciencia histórica de la misma sociedad. Esta apertura, como se mencionó antes, da lugar a que el estudio del pasado se dé de manera interdisciplinar. Lo que implica la participación de profesionistas de distintas materias o áreas de estudio desde sus trincheras a la interpretación, construcción y difusión de la historia.

Este trabajo se hizo bajo esta perspectiva de apertura que permite la historia pública. Tomando la fotografía como un documento histórico que proporciona una gran cantidad de información y detalles acerca de un determinado tema (en este caso los tranvías en la ciudad de Aguascalientes). Ya que al ser esta una imagen fiel del pasado captura un momento y un lugar en el tiempo que puede revelar a la persona que la analiza, datos que quizá otras fuentes no puedan. Siendo un recurso de mucho valor para la historia pública, por ser una fuente de primera mano.

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

### *Materiales*

Fotografías históricas relacionadas al tranvía dentro de la ciudad de Aguascalientes. Que se encuentran en las fototecas del Archivo Histórico del Estado de Aguascalientes.

### *Métodos*

Para el acopio de información se recurrió a fuentes tales como libros electrónicos, páginas web y folletos consultados en el archivo histórico de la ciudad.

El método de análisis de las fotografías usado en esta investigación consiste en interpretar lo que nos dice esta con base en los distintos elementos que la componen. Con el fin de encontrar respuesta a las preguntas ¿Qué? ¿Porqué? ¿Para qué? ¿Cuándo? Y ¿Dónde? Cuya respuesta nos proporcionan una idea de lo que sucede en la fotografía y su contexto. De lo que podemos extraer información que no se encuentra explícita en esta. Aunado con el trasfondo se recabó información, se estableció una correlación entre lo observado en la fotografía y fuentes bibliográficas.

Antes de proceder al análisis de estas se hizo una selección de aquellas que muestran distintos escenarios y ambientes (contextos), y que al mismo tiempo proporcionan un vistazo único del objeto de investigación, en este caso el tranvía en la ciudad de Aguascalientes.



#### IV. RESULTADOS

Aguascalientes ha estado en un constante proceso de expansión, progreso y modernización desde finales del siglo XIX hasta la fecha. Al ser un estado que, con el paso del tiempo, ha cobrado relevancia en distintos ámbitos, tanto a nivel nacional como internacional.

Este proceso tuvo un gran impulso cuando se confirmó, en 1882, la llegada del Ferrocarril Central a la ciudad. Debido a que: “el ferrocarril, que conectó a Aguascalientes con la frontera norteamericana por Paso del Norte (Ciudad Juárez) y con la Ciudad de México en 1884, y con el puerto de Tampico en 1890 [...], convirtió a esta ciudad en un punto estratégico del sistema ferroviario nacional.” [2] Lo cual generó un creciente interés por la ciudad.

Como no podía ser de otra manera la ciudad comenzó a transformarse, a crecer económica y territorialmente. La mancha urbana comenzó a expandirse hacia los principales puntos de crecimiento económico, propiciando la introducción de nuevos medios de transporte. Concretamente el sistema de tranvía. La idea de formar una red de tranvía estaba sustentada originalmente en la preocupación crucial de algunos sectores de la elite por “encauzar sus nobles aspiraciones hacia el ideal del progreso y de la civilización. [2] El sistema trajo a la ciudad el ideal de modernidad y progreso que buscaba la elite del estado. Al tiempo que benefició a la gente que habitaba o visitaba la ciudad haciendo más fácil y eficiente su movilidad por la misma.

El tranvía contribuyó a que la imagen que tenía la ciudad mejorara a ojos de las personas ajenas a ésta. Siendo un símbolo de progreso y modernidad en la ciudad, ya que nunca como entonces había habido tantos extranjeros en la ciudad; estaban naciendo colonias planificadas; llegaban a la Estación y salían de ella trenes provenientes de y rumbo a Ciudad Juárez, Tampico y la Ciudad de México; estaban en funcionamiento dos poderosas industrias que daban empleo a más de dos mil obreros; el centro de la ciudad estaba animado por nuevas casas comerciales que ofrecían productos extranjeros; y se hacían esfuerzos diarios por mejorar el aspecto de algunos puntos de la ciudad, como las plazas, los jardines y los paseos. [2]

Esta época de finales del siglo XIX y principios del XX fue una parte fundamental en la historia de la ciudad, en que esta fue cobrando relevancia dentro de la economía del país. Fue donde inició este proceso de transformación que impulsó el desarrollo de la ciudad y la posicionó como un punto estratégico, al tiempo que trajo consigo la modernización que buscaba la sociedad en esta época.

#### V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una parte esencial de la investigación fue el uso de la fotografía como fuente documental, mediante un análisis que busca dar un sentido ulterior a la imagen. Descubriendo aquellos detalles que se encuentran ocultos a simple vista y nos dan una idea del contexto en que fue tomada la fotografía y lo que esta representa.

*Fig. 1. Tranvía pasando frente al palacio de gobierno. [3]*



En la fotografía se ve el paso del tranvía frente al palacio de gobierno, algo de gente reunida a sus alrededores y vías de tranvía pertenecientes a otras rutas del sistema.

El vistazo al palacio de gobierno nos da una idea de cómo era su fachada en esta época. Por el tranvía podemos decir que es alrededor del año 1895, y contrastarlo con su apariencia actual para ver su evolución en el tiempo. Otra cosa que sabemos por la presencia de este edificio es que frente a él está la Plaza Principal de la ciudad, que era un sitio de gran afluencia de personas. Cosa que se puede apreciar en cierta medida por los pequeños grupos de personas que se encuentran en sus alrededores y debajo de algunos árboles.

Como mencioné, el tranvía nos da una idea de la fecha de la fotografía, que fue tomada en un año posterior a 1890, pero antes de 1905. Esto porque se puede ver que el vagón es jalado por mulas y no por electricidad, la que se implementó en este transporte hasta 1905. Otro punto que nos ayuda a posicionarla en este año es el hecho de que se ven postes de electricidad, que llegó a la ciudad hasta el año de 1890.

En el mismo tranvía podemos ver a las personas que hacen uso de este, que parece ir al menos a la mitad de su cupo. Que parece no ser mucho. Se ven dos vías, que nos indican que por ahí pasaban otras rutas de este sistema de transporte.

Fig. 2. Tranvía en la estación de ferrocarril. [4]



En este caso el punto focal de la fotografía parece ser la pareja, con el vagón de tranvía y lo que parece ser la estación de su destino como fondo. Sabemos que fue tomada en la Estación de Ferrocarril de la ciudad de Aguascalientes por el edificio que se puede apreciar a la izquierda de la fotografía. Lo que nos podría decir que la pareja quizá se esté despidiendo, ya que alguno de ellos está por irse.

En el caso del vagón, podemos intuir por las antenas que salen de la parte superior de este y que se conectan con los cables que se encuentran sobre él, aparte de la lámpara que se aprecia al frente de este, nos indica que es parte del sistema de tranvías eléctricos. Lo que nos dice que la fotografía fue tomada después de 1905, pudiendo ser este mismo año en que se tomó. Porque la ruta Plaza Principal – Estación fue de las primeras en contar con el sistema eléctrico. Otra cosa que nos permite apreciar la fotografía son las personas que hacían uso del sistema de tranvías, lo que nos da una idea de cómo eran éstas, en especial las que hacían uso de las rutas que se dirigían hacia la estación. Es probable que en su mayor parte fuera gente que tenía que salir de la ciudad o bien que llegaba a ésta por distintas razones.

El texto que se encuentra en la esquina superior izquierda nos puede dar una pista del autor de la fotografía. Este pudo haber sido un fotógrafo de profesión al que le encomendaron la toma de la fotografía como un recuerdo.

#### *Cronología*

1882 – La Compañía de Tranvías del Comercio firma el 28 de julio, la concesión para construir una vía férrea urbana.

- 1883 – Se inauguró el 10 de enero, la primera ruta que va de la Plaza Principal a los Baños de los Arquitos. [5]  
 1890 – Llega la electricidad a la ciudad.  
 1895 – Se instala la Fundición Central Mexicana a las afueras de la ciudad.  
 1897 – En mayo se crea la ruta hacia la Fundición Central.  
 1902/3 – El 29 de diciembre entra la Compañía Eléctrica de Aguascalientes S.A. para competir con su sistema de tranvías eléctricos.  
 1904 – Aguascalientes se convierte en la sexta ciudad del país en contar con un sistema de tranvía con sistema eléctrico. Detrás de la Ciudad de México, Nuevo Laredo, Torreón, Ciudad Juárez y Guadalajara.  
 1904 – En agosto, la Compañía Eléctrica de Aguascalientes compra las concesiones de Tranvías del Comercio.  
 1905 – Comienza la electrificación de las vías existentes en la ciudad. 1907 – Se expide el “Reglamento sobre tranvías de tracción eléctrica”. [6] 1931 – Se clausura el sistema de tranvías en la ciudad. [7]

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El propósito de esta investigación era que, mediante la historia pública y el uso de la fotografía como fuente documental se rescatara una parte del pasado que influyó y dio forma a la configuración de una sociedad. En este caso fue la implementación del sistema de tranvías en la ciudad de Aguascalientes, que se dio como fruto del progreso y la modernidad que tuvo el estado desde finales del S.XIX y principios del S. XX, abordando el impacto que este tuvo en la sociedad hidrocálida de ese tiempo y cómo fue que pasó a formar parte de esta ciudad en pleno desarrollo.

La fotografía fue un punto de partida que proporcionó ese acercamiento a lo que pudo haber significado el tranvía en la sociedad hidrocálida. Ya que mediante el análisis de éstas se pudo deducir cómo fue su integración y aceptación, quiénes hacían uso de este, cómo era la ciudad, etc. Lo que nos da una idea más clara de lo que significó este sistema en la ciudad.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Aprecio la oportunidad que me brindó la Universidad Autónoma de Aguascalientes y El Colegio de San Luis, por medio del verano de la ciencia, de participar en esta investigación. De igual manera agradezco la guía proporcionada por el Dr. David Eduardo Vazquez durante el proceso de investigación y redacción de este texto. Y al Archivo Histórico de la Ciudad de Aguascalientes por facilitar el acceso a documentos y fotografías usadas durante la investigación.

## REFERENCIAS

- [1] Gallerano, N (2021) Historia y uso público de la historia.  
 [2] Cambio y proyecto urbano. Aguascalientes 1880 – 1914. Gerardo Martínez Delgado. Segunda edición 2017, versión electrónica. Editorial Universidad Autónoma de Aguascalientes. Capítulo IV, PP. 255 – 272.  
 [3] AEHA, Fototeca, Jaime Torres Bodet.  
 [4] AEHA, Fototeca, Miguel Aguayo.  
 [5] Los tranvías, año I, No.3. Caja 1, expediente 3, año 1994.  
 [6] Reglamento sobre tranvías de tracción eléctrica, reglamentos, folletería local. Caja 6, sobre 29, año 1907.  
 [7] Morrison, A. (2003). The Tramways of Aguascalientes. THE TRAMWAYS OF LATIN AMERICA.

Disponible en: <http://www.tramz.com/mx/ag/ag.html>

(Nota: Formato Word: <https://docs.google.com/document/d/16VNEB2Y6NncomOqCYsz2bcBY9uQ-JON4w/edit?usp=sharing&ouid=117698676445400709893&rtpof=true&sd=true>)

## LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE EN EL PROCESO FORMATIVO A DISTANCIA EN ESCUELAS MULTIGRADO

Jorge René Martínez Arriaga  
CREN “Profra. Amina Madera Lauterio  
Prolongación Manuel José Othón S/N, Cedral S.L.P.P  
*jr0605132@gmail.com*

Luis Adrián De León Manzo  
CREN “Profra. Amina Madera Lauterio.  
Prolongación Manuel José Othón S/N, Cedral S.L.P.  
*luiscedral@hotmail.com*

Resumen — La escuela multigrado es un reto, por ello los docentes deben hacer uso de todos los objetos de aprendizaje con los que se tenga un alcance y sobre todo logren los aprendizajes esperados en los estudiantes. Con el confinamiento, la enseñanza pasó de lo presencia a lo virtual, lo cual significó una limitante ante este tipo de escuelas, pues las condiciones no fueron las aptas para poder trabajar, los profesores diseñaron cuadernillos de trabajo lo cual les permitió ver el aprendizaje que el estudiante lograba alcanzar No fue una tarea sencilla, pero se alguna manera el apoyo de los padres de familia permitió a los docentes evaluar de una manera más asertiva, dejando en claro que la educación multigrado nos incita a usar la creatividad.

Palabras clave — Escuela multigrado, enseñanza virtual , objetos de aprendizaje.

Abstract — The multigrade school is a challenge, therefore teachers must make use of all the learning objects with which they have a scope and above all achieve the expected learning in students, in the face of confinement, teaching would be virtual, which means a limitation before this type of schools, since the conditions were not suitable to work, the teachers designed work-books which allowed them to see the learning that the student managed to achieve, it was not a simple task, but although the support of parents, allowed teachers to evaluate in a more assertive way, making it clear that multigrade education encourages us to use creativity.

Keywords — Multigrade school, virtual teaching, learning objects.

## I. INTRODUCCIÓN

Los objetos de aprendizaje son todos aquellos recursos que los profesores pueden utilizar para poder impartir clases, pues estos nos ayudan a la fácil comprensión de contenidos, de esta manera las practicas pedagógicas nos ayudan a reflexionar, analizar, crear estrategias, que en los docentes crean una experiencia que de manera muy significativa influye en su quehacer.

Por otro lado, la educación multigrado es un reto que existe de manera diversa, pues desde adentrarte en el contexto, ser una zona rural, contar con pocos insumos o materiales para poder potenciar el aprendizaje de los estudiantes, pudiera ser toda una tarea difícil para poder atender a alumnos de primero a sexto grado, pues claro que todos los alumnos como lo marca el artículo 3° todos los alumnos tiene derecho a recibir una educación democrática, humanista, nacional, equitativa, inclusiva, intercultural, integral y de excelencia.

La escuela en el año 2020 sufrió una diversidad de cambios, por lo que se tuvo que trasladar a los hogares con la intención de cuidar la salud de las niñas y niños que se encontraban estudiando de manera presencial, donde los profesores crearon alternativas para poder seguir aprendiendo, es aquí donde surge nuestra investigación ¿Cuál es la importancia de los objetos de aprendizaje en los contextos multigrado ante una modalidad a distancia?

## II. MARCO TEÓRICO

Hablar de educación nos hace pensar en una manera de enseñar a los estudiantes, pero el artículo 3° constitucional, el cual establece que el sistema educativo deberá desarrollar “armónicamente todas las facultades del ser humano y fomentará en él, a la vez, el amor a la patria, el respeto a los derechos humanos y la conciencia de la solidaridad internacional, en la independencia y en la justicia”. Por otro lado, la ley general de educación tiene artículos que encaminan al quehacer docente Artículo 72. Los educandos son los sujetos más valiosos de la educación con pleno derecho a desarrollar todas sus potencialidades de forma activa, transformadora y autónoma, sin embargo:

La escuela multigrado representa una oportunidad de aprender de la diversidad de estilos y ritmos de aprendizaje y al mismo tiempo representa un reto educativo para los docentes para diversificar su estilo de enseñanza al poner en juego los aprendizajes esperados para niñas y niños de diferentes edades que conviven en un mismo espacio. (SEP, 2019, pp.3)

Es aquí cuando nos encontramos en un conflicto en como poder enseñar contenidos en un mismo salón a los educandos del 1°, 2° y 3° ciclo, de aquí surgen distintas propuestas educativas, las cuales con un desglose de contenidos que ayudan al profesor a vincular temas con los distintos grados educativos, lo cual es una herramienta sumamente valiosa ante las situaciones que se presenten.

Sin embargo, los cambios siempre van surgiendo, y para la educación multigrado no fue la excepción, pues al enfrentarnos a una pandemia por COVID-19, el aprendizaje tuvo que trasladarse de la institución educativa a los hogares de manera virtual, pero ¿la escuela multigrado tenia los recursos para poder tener enseñanza virtual?, bajo el contexto que se tiene, la mayorías de las escuelas multigrado se ubican en zonas rurales, las cuales se encuentran lejanas al urbanismos y por ende no se cuenta con servicio de Red, además de que la economía de las personas depende de la ganadera y agricultura. Por otro lado:

La educación virtual pretende incidir en el uso creciente de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), y motivar el interés de los tutores al ofrecer modelos novedosos de gestión educativa centrados en el aprendizaje de los alumnos, lo cual implica fomentar el estudio independiente y el estudio en colaboración; la interacción académica entre tutor–alumno, alumno–tutor; el desarrollo de habilidades cognitivas en los estudiantes y el fomento de su capacidad de análisis, de síntesis y de formulación de juicios valorativos. (Garduño, R., 2005, pp.164).



Es claro que el trabajar de manera virtual, en lugar de ser una opción fue un desafío para los docentes, pues si bien los estudiantes no cuentan los recursos tecnológicos necesarios para poder ofrecer ese tipo de aprendizaje, por lo que los docentes optaron por otras estrategias, pues el ofrecer un plan de trabajo que fuese sencillo de entender por los padres de familia. Pues si bien:

La planeación en el contexto educativo es un desafío creativo para los docentes, ya que demanda de toda su experiencia y sus conocimientos en tanto que requieren anticipar, investigar, analizar, sintetizar, relacionar, imaginar, proponer, seleccionar, tomar decisiones, manejar adecuadamente el tiempo lectivo, conocer los recursos y materiales con los que cuenta, diversificar las estrategias didácticas y partir de las necesidades de los alumnos (SEP, 2019, pp. 10)

De aquí surge la importancia del uso de los objetos de aprendizaje, pues son todas aquellas herramientas humanas, físicas o virtuales con las que se pretende potencia las habilidades de los estudiantes, y alcanzar aquellos aprendizajes esperados que propone el currículo educativo en la educación básica, aquí podemos hacer referencia a Vygotsky, quien nos habla sobre la zona de desarrollo real (ZDR) los cuales son los conocimientos que el estudiantes ha adquirido, pero cuando los alumnos reciben una orientación para poder aprender los alumnos llegaran a la zona de desarrollo próximo (ZDP), de aquí surge el andamiaje, que es un el apoyo temporal de un adulto para guiar el aprendizaje.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo tuvo como finalidad el diseñar guiones de entrevista y después aplicarlos a profesores que trabajaran en escuelas multigrado, por lo que se rescató la información más relevante, como lo es la planeación, los ambientes de aprendizaje y lo más importante los objetos de aprendizaje con los que se trabajó.

Para tal efecto se partió de la revisión documental como elemento imprescindible para reconocer la problemática, así mismo el análisis de producciones de estudiantes en razón de entrevistas y trabajo con docentes multigrado con las cuales se delimitaron las categorías de entrada para el análisis de la información.

Posteriormente en un trabajo de escritorio se trianguló la información rescatando elementos teóricos, metodológicos, técnicos y didácticos generados en las prácticas multigrado en este tiempo de pandemia con énfasis en qué objetos de aprendizaje se implementaron y de qué manera.

Los resultados-discusión que a continuación se presenta son muestra de los hallazgos que se han configurado al respecto.

### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### *Visión sobre la escuela multigrado a distancia*

Una vez revisado las narrativas pedagógicas las cuales nos ayudaron a comprender la labor que el docente debe realizar al enfrentarse a distintos escenarios, podemos reflexionar que el profesor cumple un rol impórtate para guiar el aprendizaje y con ello alcanzar las competencias que el estudiante debe adquirir en el transcurso de su vida escolar, pues si bien:

Las escuelas primarias multigrado, representa un reto importante para realizar los ajustes atendiendo las características y contextos en su planificación docente, que van desde la definición de los aprendizajes esperados, tipo de materiales, tiempo de la actividad, recursos para la evaluación. (SEP, 2019, pp.3)

Además, podemos constatar que este tipo de escuelas no cuentan con el acceso de recursos tecnológicos, ya que se sitúan en lugares lejanos a la urbanización, por otro lado, el que los alumnos no tengan una alfabetización digital sería un reto que los docentes también deberían enfrentar, sin embargo, se comenzaron a realizar adecuaciones en la formas de trabajar, pues si no se podía enviar un plan de clase mediante alguna plataforma digital,

se discutieron diversidad de alternativas, pero de acuerdo a la institución se elaboraba una estrategia que fuera de beneficio para todos, algunos profesores usaron planes de clase y algunos otros cuadernillos de trabajo, pero que fueran de fácil comprensión para los padres de familia, por otro lado Castro, Perales y Priego mencionan que “las escuelas multigrado tienen una infraestructura escolar insuficiente y escasez de materiales educativos” (2019). Los profesores han tomado las medidas necesarias para poder seguir trabajando de una manera efectiva, con la que se pretende que los estudiantes puedan seguir aprendiendo en compañía de los padres de familia y los recursos con los que se tenga accesibilidad.

#### *Realidad vs escuela multigrado a distancia*

Cuando un profesor realiza una planeación para su grupo, puede llegar a pensar que esta causara un efecto positivo, que no tendrán dificultades o que podrán realizar de una manera idónea cada una de las actividades que se plateo, pero ¿Qué paso en realidad? pues el principio de la pandemia causo una gran controversia desde el cierre de la escuelas y que se prepara un plan para poder atender la educación, desde la perspectivas de los docentes fue temor a lo nuevo, pues al no poder trabajar en un salón de clases, ahora tendría una mayor dificultad, el ser capaz que sus estudiantes generaran una habilidad de autonomía y autorregulación en el aspecto académico. Por ello: “Aprovechar todos los recursos y materiales didácticos disponibles, como el propio cuerpo humano, el entorno escolar, los libros de las Bibliotecas escolar y de aula, videos, fotografías, imágenes, notas de periódico, revistas de divulgación científica, mapas, gráficas, tablas, interactivos, simuladores, páginas electrónicas de instituciones públicas, entre otros, con diferentes fines didácticos. (SEP, 2017, pp. 366)

De acuerdo a entrevistas realizadas a docentes que atienden grupos multigrado, ellos mencionaron que la forma en que ellos dieron seguimiento a la educación, fue mediante cuadernillos de trabajo que este podía variar su temporalidad de responderlo y entregarlo, algunos lo manejaban de manera semana, quincenal o mensual, esto de acuerdo a la normativas con las que operara la institución. Se les hizo una pregunta a 2 docentes, sobre ¿Qué objetos de aprendizaje son los utilizaron para potenciar el aprendizaje de los alumnos a distancia?

Maestra Patricia: El trabajo con padres de familia fue la principal motivación para el aprendizaje de los alumnos, pues ellos eran los que estaban acompañándolos en el proceso de manera más cercana, también el realizar llamadas telefónicas, video llamadas cuando se permitía o mensajes de texto.

Maestro Emilio: Los objetos de aprendizaje que utilice, pues fueron los cuadernillos primero los que yo descargue, después por parte del gobierno del Estado de Guanajuato, diseñaron también unos cuadernillos para estar trabajando a distancia, estaba el programa de aprende en casa bueno resulta que también en la comunidad había televisión pero no se veían esos canales de aprende en casa, entonces solamente estuvieron trabajando con los cuadernillos, y pues en algunas ocasiones yo mandaba otras actividades extras para reforzar los contenidos de los cuadernillos.

Podemos observar que cada docente trabajar de una manera distinta, pero con un mismo objetivo, por otro lado, se tuvo cercanía con el docente Iván que solo atiende a un grupo, el cual nos hace mención a que su forma de trabajo era el hacer videollamadas, proponer videos, audios y el trabajo por proyectos, pues si bien, aunque la organización escolar es distinta se pretendía que la educación persistiera.

#### *Escuela multigrado a distancia: una experiencia*

De acuerdo a relatos y conversaciones de profesores sobre la escuela multigrado desde el enfoque a distancia, si bien el trabajo realizado en el ciclo 2020-2021, se han implementado diversos accionamientos con los que se pudieron obtener diferentes escenarios sobre las actitudes que los alumnos y padres de familia tuvieron al trabajar desde el contexto no presencial, pues si bien una de las principales habilidades que se desarrollaron fue la autonomía, es claro que no fue una tarea sencilla con la que los docentes se enfrentaron, para la SEP “La educación debe aprovechar los avances de la investigación en beneficio de la formación humanista y buscar un equilibrio

entre los valores universales y la diversidad de identidades nacionales, locales e individuales.” ( 2019, pp. 18), por ello es que los maestros usaron todas sus habilidades para desarrollar estrategias que apoyaran al estudiantes. Uno de los objetos de aprendizaje más utilizados fue el uso de cuadernillos de trabajo, los cuales consiste en una serie de actividades bien planteadas y con fácil comprensión, se tomaba un tema en común, pero se utilizaban actividades diferenciadas que atendieran al grado correspondiente de los alumnos, por otro lado el uso de materiales como videos fueron utilizados de manera limitada, con la intención de no afectar a la economía, pues siempre las indicaciones dadas fue trabajar con los materiales que se tenían en casa.

“La educación a distancia tiene dos características: una de ellas es que puede ser asincrónica permitiendo avanzar a tu propio ritmo, horarios, intereses, metas, pero cuidando la temporalidad especificada; la otra es que puede ser sincronizada en tiempo real, participando tanto en videoconferencias, exámenes, chats, foros.” (López, D, 2021, pp.23)

Los cambios que trajo esta pandemia, nos dio una posibilidad de buscar distintas posibilidades para formar ambientes de aprendizaje en casa, nada de esto fue sencillo, pues los docentes fueron los que más se vieron afectados a la hora de asignar una calificación, respecto al programa aprende en casa, no se pudo usar, ya que los televisores de las comunidades no lograban detectar ese canal y no fue una estrategia funcional para los alumnos, por otro lado los padres de familia quienes tomaron el papel de profesores, se llenaron de satisfacción, claro si fueron el apoyo para que sus hijos pudieran adquirir mayor conocimiento.

## V. CONCLUSIONES

Como se pudo percibir en la investigación, la educación multigrado es una tarea llena de retos y áreas de oportunidad, pues los docentes potencian sus habilidades creativas y profesionales, que les apoyan en poder guiar el aprendizaje de las niñas y niños, además de ello la adquisición de la experiencias en poder encontrar mejoras educativas en beneficio de los estudiantes.

Los objetos de aprendizaje son un recurso de suma importancia para el aprendizaje de los estudiantes, pues si bien estos les ayudan a asimilar de mejor manera temas o contenidos que pudieran ser de poca comprensión ante su nivel de desarrollo, aunque si bien “el docente deberá ser un facilitador dentro de la educación a distancia quien cuidadosamente propondrá las estrategias, planificará, motivará a los participantes para continuar en el proceso y les mantendrá vivo el interés por aprender” .” (López, De La Rosa, D.E., 2021, pp.24)

La pandemia trajo miles de cambios, que, si lo vemos desde una perspectiva positiva, nos incita a innovar y estar actualizados ante las necesidades que la educación necesita, aunque, por otro lado, la escuela multigrado no cuenta con los suficientes recursos para poder llevarse una educación digital, pero, por otro lado, aunque si la educación fuera “semipresencial” podría tener beneficios como lo es, aprendizaje autónomo, desarrollo de habilidades y destreza, apoyo socioemocional entre otras.

## VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradecemos a quienes hacen posible el transitar en el análisis y reflexionar en el campo pedagógico, así como la conexión vertebral que es la docencia.

## REFERENCIAS

- [1] SEP, (2017) Aprendizaje clave escuelas multigrado, SEP, Guanajuato, México, pp.3,10,18. Disponible en: <http://rededucacionrural.mx/repositorio/planeacion-evaluacion-reorganizacion-curricular/modelo-educativo-2017-aprendizajes-clave-para-escuelas-primarias-multigrado/> [consultado en agosto 2021].
- [2] Garduño, R, (2005). Objetos de aprendizaje en la educación virtual: una aproximación en bibliotecología, CDMX, México, pp. 164. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ib/v20n41/v20n41a8.pdf> [consultado

en agosto 2021].

[3] Castro, M; Perales C.; y Priego,L. (2019). Las escuelas multigrado: un reto para la igualdad sustantiva. México: Distancia por tiempos. Disponible en: <https://educacion.nexos.com.mx/?p=1783> [consultado en agosto 2021].

[4] SEP.(2019). Aprendizajes clave para la educación integral, CDMX, México, pp. 366. Disponible en: [https://www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/descargables/APRENDIZAJES\\_CLAVE\\_PARA\\_LA\\_EDUCACION\\_INTEGRAL.pdf](https://www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/descargables/APRENDIZAJES_CLAVE_PARA_LA_EDUCACION_INTEGRAL.pdf) [consultado en agosto 2021].

[5] López, D Educar en tiempos de pandemia: La educación a distancia y sus retos en el marco de las políticas internacionales; Boletín Del Centro Regional De Educación Normal “Profra. Amina Madera Lauterio”, pp. 23-24. Disponible en: [https://crenamina.edu.mx/archivos%20pagina%20wordpress/boletin/Educar%20en%20tiempos%20de%20pandemia\(1\).pdf](https://crenamina.edu.mx/archivos%20pagina%20wordpress/boletin/Educar%20en%20tiempos%20de%20pandemia(1).pdf) [consultado en agosto 2021].

## LOS VALORES MORALES EN LA ESCUELA PRIMARIA

Erick René López Ortega

Centro Regional de Educación Normal Profra. Amina Madera Lauterio

Licenciatura en Educación Primaria

Blvd. Manuel José Othón s/n C.P. 78520, Cedral, S.L.P.

*el689420@gmail.com*

Dra. Ma. Cristina Herrera Tovar

Centro Regional de Educación Normal Profra. Amina Madera Lauterio

Licenciatura en Educación Primaria

Blvd. Manuel José Othón s/n C.P. 78520, Cedral, S.L.P.

*criss\_peke10@hotmail.com.*

Resumen — Los valores morales repercuten en el aprendizaje significativo de los alumnos, creando diversas estrategias educativas que puedan sistematizar el conocimiento cognitivo de cada uno de los estudiantes, así mismo favorecer el aprendizaje desde diferentes metodologías que sustentan el trabajo de investigación, es semejante conocer que autores dialogan sobre esta problemática en un paradigma socio crítico en la investigación-acción. Por tanto, los valores son importantes y necesarios, pues son los pilares sobre los que se comenta la identidad humana, nos sirven de guía para poder convivir sobre la base de la sinergia social, y son la condición que forma y distingue a una comunidad para saber implementar nuevas ideologías en los centros educativos y poder transmitirlo a las nuevas generaciones con innovaciones tecnológicas y sociales.

Palabras clave — valores morales, aprendizaje significativo, estrategias educativas, investigación-acción.

Abstract — Moral values have an impact on the meaningful learning of students, creating various educational strategies that can systematize the cognitive knowledge of each student, as well as favor learning from different methodologies that support the research work, it is similar to know which authors dialogue about this problem in a socio-critical paradigm in action research. Therefore, values are important and necessary, since they are the pillars on which human identity is commented, they serve as a guide to be able to coexist on the basis of social synergy, and they are the condition that forms and distinguishes a community for knowing how to implement new ideologies in educational centers and being able to transmit it to new generations with technological and social innovations.

Keywords — moral values, meaningful learning, educational strategies, action research.

## I. INTRODUCCIÓN

Durante la Licenciatura en Educación Primaria, se lleva a cabo un proceso que delimita la formación profesional en donde se ve intervenida la práctica profesional permitiéndole al estudiante normalista interactuar con los niños de la escuela primaria, identificando en ellos sus conocimientos, habilidades, destrezas, aprendizajes, etc., y reflejando en ellos una iniciativa que se vive en cada día en la institución. Así mismo desde la perspectiva humanista y constructivista para enfrentar los retos que se manifiestan cuando se ingresa al servicio profesional.

El presente trabajo de investigación va encaminado a uno de los problemas vistos durante la práctica profesional, en donde se da la accesibilidad para ser parte de una mejora específica, mediante una estricta investigación, además se pretende aplicar diferentes estrategias educativas para los alumnos del cuarto año grupo “A” de la escuela primaria Margarita Maza de Juárez, Turno Vespertino, ubicada en Matehuala, SLP.

Los valores forman parte de los alumnos a través de sus experiencias de vida, en ellos se establecen conductas deseables y no deseables. Estos se fomentan en los estudiantes y transmiten conocimientos significativos, reflexivos y críticos, así mismo determinan el actuar y orientan la conducta. Es por ello, que se involucran emociones, sentimientos, además al estudiarlo se vuelve fundamental comprender y entender la formación en valores, también para que los alumnos mejoren sus habilidades cognitivas y sus buenas acciones a la sociedad.

## II. MARCO TEÓRICO

### *Artículo 3° de la educación*

De acuerdo al artículo 3° Todo individuo tiene derecho a recibir educación. El Estado -Federación, Estados y Municipios- impartirá educación inicial, preescolar, primaria y secundaria. La educación inicial, preescolar, primaria y secundaria es obligatoria. La educación que imparta el estado tenderá a desarrollar armónicamente todas las facultades del ser humano y fomentará en él, a la vez, el amor a la patria y la conciencia de la solidaridad internacional, en la independencia y en la justicia.

### *Ley General de Educación*

La ley general de educación prioriza el interés superior de todos los pupilos que se encuentran en un centro educativo, además se fomenta la participación activa de los alumnos, quiere decir que a través de los valores el educando recibirá educación para adquirir, actualizar, completar y ampliar sus conocimientos, actitudes, aptitudes que le permitan alcanzar su desarrollo personal y profesional para contribuirlo en la sociedad.

La importancia de los valores en la escuela primaria con los alumnos de cuarto año grupo A, es significativo enfatizar los documentos legales que sustentan el trabajo inicial amparando al proceso de investigación en la cual va a permitir tener una mirada pedagógica desde diferentes metodologías proporcionadas por autores que destacaran en la investigación de dicha labor.

### *Programa Sectorial de Educación 2013-2018*

El “Programa Sectorial de Educación 2013-2018, tiene como propósito brindar las herramientas necesarias para que la educación sea de calidad, laica y gratuita para ello propone seis objetivos con sus estrategias y líneas de acción. Este documento se relaciona con los valores porque da a conocer que todos los niños y niñas tienen derecho a una educación de calidad, abriendo las puertas a todo alumno sin ningún tipo de discriminación, equidad de género, o alguna discapacidad.



### *Perfiles, Parámetros e Indicadores para los docentes de Educación Primaria*

Este documento establece las características que debe tener el docente para que desarrolle una buena práctica educativa que garantice aprendizajes de calidad requiera tener un conocimiento sólido de los propósitos, enfoques y contenidos del nivel educativo incluidos en el plan y los programas de estudio, así como de los procesos de aprendizaje y de desarrollo de los alumnos.

#### *Los principios pedagógicos en los valores morales*

El nuevo modelo educativo trae consigo catorce principios pedagógicos que el docente debe aplicar para transformar la práctica educativa (SEP, 2017). Los principios pedagógicos, son referentes para que los docentes transiten a una educación más equitativa, más pertinente y de mayor calidad. Por lo que se retomaron principios integrados en el Plan 2011 y se articulan a nuevos principios dentro del Nuevo Modelo Educativo “Aprendizajes Clave para una Educación Integral”.

#### *Plan de estudios 2011 de Educación Primaria*

En este documento se indaga sobre los perfiles de egreso que deben adquirir los alumnos, el vínculo con el que se relaciona la temática es la clase de los valores en la escuela primaria, por lo tanto los niños han de ser capaces de practicar los valores. La aplicación de estrategias educativas ayudara a los niños a jerarquizar sus procesos cognitivos y moldear sus conductas cumpliendo satisfactoriamente con el perfil de egreso.

### **III. METODOLOGÍA**

#### *Metodología investigación-acción*

La investigación acción realiza simultáneamente la expansión del conocimiento científico y la solución de un problema, mientras aumenta, de la misma manera, la competencia de sus respectivos participantes (sujetos investigadores) al ser llevada a cabo en colaboración, en una situación concreta y usando la realimentación de la información en un proceso cíclico. (Martínez, 2000, p. 28).

#### *Etapas del proceso de la investigación-acción*

La metodología de investigación –acción presentada se inspira en los modelos de Lewin (1946, 1948), Corey (1953), Taba (1957), Ebbutt (1958), Elliott (1981), Kemmis y McTaggart (1982), McNiff (1992) y Martínez (1996b), desde la postura de Lewin 1946.

#### *Etapa 1. Diseño del proyecto*

En esta etapa se define cuando el docente no tiene mucha experiencia sobre la investigación o cuando no tiene cierta capacidad para resolver problemas, antes de hacer la investigación es necesario que el docente aplique un diagnóstico educativo para conocer que herramientas puede utilizar en sus metodologías de investigación. El acercamiento con el grupo fue en la jornada de observación del presente año en sexto semestre, donde se rescataron ciertas actitudes, conocimientos y otras características de los estudiantes, se fue analizando las dificultades que presentaban los alumnos, su rendimiento académico no era tan bueno pues aun no lograban comprender sus modales.

#### *Etapa 2. Identificación de un problema importante*

En esta etapa el docente debería de encontrar que problemas se observan en los estudiantes, en donde debe de enfrentar y solucionar. De acuerdo a diversos autores e investigaciones, el problema debe de ser entendido por las prácticas del problema fundamental, previamente con ayuda de la observación y el diagnóstico de grupo, rescate los conceptos de las materias que presentaban problemas.

#### *Etapa 3. Análisis del problema*

En esta etapa enmarca como se vive el contexto de los alumnos, suscitando las situaciones del problema

central, en ella se determina; el aula, el hogar, la institución, etc., como se menciona anteriormente se efectuara un análisis para concentrar las dificultades de los educandos, realizando una ardua investigación sobre que afecta a los niños.

#### *Etapa 4. Formulación de hipótesis*

La investigación del problema alude a un análisis en general, determinando alternativas de valores morales y ser buenos ciudadanos dentro de la institución y que entre ellos se definan los objetivos que se pretenden ser viables. En esta etapa se dan a conocer diferentes opciones o soluciones para determinar el tipo de problema que se está investigando, y que hipótesis se está utilizando o se va a realizar en el contexto.

#### *Etapa 5. Recolección de la información necesaria*

En esta etapa se ofrecen beneficios para realizar la información y determinar el tipo de problema que se está investigando, creando hipótesis de clase, las ideas que proponen los autores ofrecen las posibilidades de obtener información por medio de instrumentos de observación, el diario de campo permite destacar que es lo que hacen los alumnos y de qué manera, además se resume y sintetiza la expresión de información englobada a los caminos de manejo posterior.

#### *Etapa 6. Categorización de la información*

La información que se está indagando debe de ser categorizada y estructurada al momento de ser descriptivo. La categorización se caracteriza por ser sintetizar las ideas que proponen los autores, denominándose conjunto de información escrita o grabada para que el investigador tenga en mente su agenda para revalorizar la búsqueda pertinente.

#### *Etapa 7. Estructuración de las categorías*

En esta etapa se resume la información y se estructura teóricamente para ello se indaga en diversas fuentes de investigación que permiten ver el desempeño de los estudiantes, las categorías ofrecen diversos métodos de enseñanza, esta fase dirá sobre lo que está pasando. En esta etapa es recomendable dejar que exalte las posibilidades de problema, dejando a los alumnos de cuarto año grupo A mejorar en el ámbito educativo y puedan resolver sus problemas de valores morales.

#### *Etapa 8. Diseño y Ejecución de un Plan de Acción*

De acuerdo con las etapas anteriores y las metodologías investigadas, se puede elaborar el plan de acción, ya que las referencias identifican el problema a solucionar. Cabe señalar que es el sustento para elaborar la hipótesis con una explicación teórica más clara.

#### *Etapa 9. Evaluación de la acción ejecutada*

Esta etapa tiene el objetivo de una formación continua al proceso que se genera, esta etapa es de suma importancia porque se identifican los instrumentos de evaluación más significativos para evaluar las acciones ejecutadas dentro de la escuela primaria. La elaboración de instrumentos de evaluación para las estrategias educativas aplicadas en el plan de acción será para identificar si en realidad funciona o si es necesario modificar la elaboración del producto y ver los resultados más efectivos.

## **IV. RESULTADOS**

En este apartado se describen cada una de las estrategias diseñadas que se llevaron a cabo durante la investigación, en cada apartado se explican las características principales de los resultados obtenidos y con su respectivo nombre del estudiante y la estrategia, además se señala con color en el nivel en el que se encuentra el alumno y se presentan evidencias que permite observar lo descrito en esta investigación. Es de vital ayuda analizar cuidadosamente los resultados obtenidos, puesto que se expresan por datos

numéricos, para tener una mirada más amplia y resumida del avance de los alumnos que tuvieron en el proceso de las estrategias didácticas.

La primera estrategia que se aplicó fue "Libertad de expresión", en la cual tuvo como propósito que los alumnos tomaran confianza en sí mismo para poder expresar lo que sienten y así no tener miedo sobre lo que pueden aportar a la sociedad con las buenas acciones

En la estrategia 2 "Esfuerzo", en la cual tuvo como objetivo que los alumnos realizaran actividades anuales, para promover el esfuerzo, en ella los pupilos tomaron como referente acciones educativas para formarse como buenos ciudadanos.

En la estrategia 3 "Respeto a sí mismo", en esta estrategia se implementaron diversas actividades, pero primero se les preguntó a los alumnos el concepto de respeto, y se hicieron algunas preguntas para favorecer la comprensión del mismo

En la estrategia 4 "Responsabilidad", la cual tuvo un impacto donde se vio la tarea de conocer las características principales y sus influencias en la sociedad

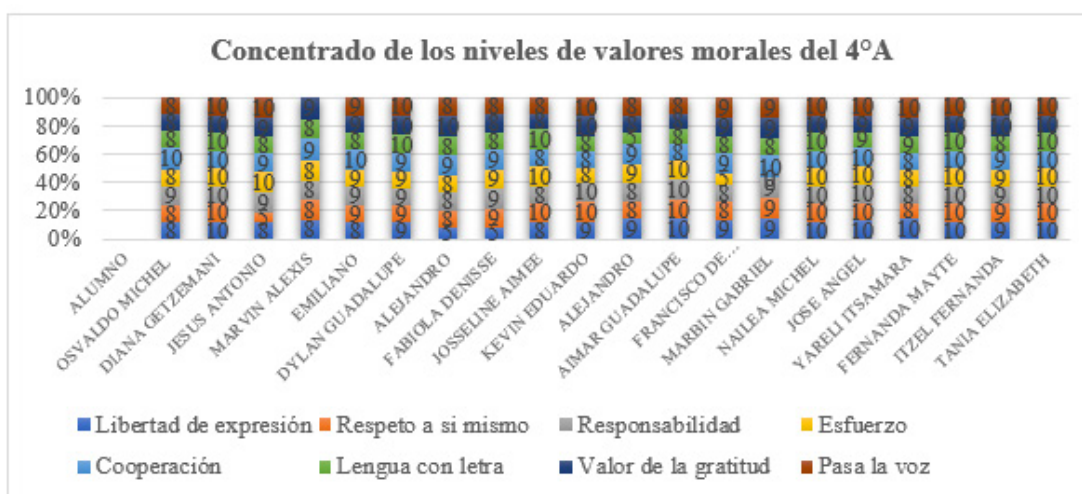
En la estrategia 5, "Cooperación", la cual tuvo una ideología de que los alumnos trabajaran colaborativamente, con el propósito de compartir sus ideas como equipo, resolviendo problemas y adentrarlos a ser competentes para su formación educativa.

La estrategia 6 "Pasa la voz" es una estrategia que tuvo como éxito favorecer la competencia y el aprendizaje a los alumnos que tuvo como objetivo implementar acciones que les permitan tener un vocabulario adecuado.

En la estrategia 7 "Valor de la gratitud", la cual tuvo impacto en la construcción de nuevos conocimientos, en ella se trabajó con tarjetitas de colores, en donde cada alumno mandaría su tarjeta a su destinatario, con la frase "gracias por lo que has hecho por mí", al término de las tarjetas se enviaron a la persona agradecida.

En la estrategia 8 "Igualdad", en esta última estrategia se trabajó con los alumnos implementando actividades diferenciadas y con menor complejidad, en ella se platicó con los estudiantes sobre como las personas deben de tener las mismas oportunidades sin importar su equidad de género.

Gráfica 1. Resultados de las estrategias aplicadas para impulsar los valores



## V. CONCLUSIONES

El docente ha de mostrarse competente en el tema de los valores morales, conocerlos, identificar y diseñar estrategias que permitan fomentarlos en sus alumnos; además de identificar diversas concepciones y metodologías para promover los valores morales en la escuela primaria y aplicar la evaluación en cada uno de los niveles de comprensión valoral.

El tema de valores morales en la actualidad es fundamental, por promover en los estudiantes actitudes y acciones con el fin de obtener un aprendizaje significativo, esto en conjunto genera resultados, aumentando el interés, la motivación, las aptitudes, creatividad y mejoramiento de nuevos aprendizajes en los alumnos de la escuela primaria.

El docente frente a grupo tiene un compromiso y responsabilidad de practicar con los alumnos una tarea de formar buenos ciudadanos, críticos, reflexivos y con buenas intenciones, todo para que agregue al currículo su campo de formación continua a un mejoramiento académico por medio de actividades que conlleven un aprendizaje que los estudiantes tienen que adquirir.

## VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a mi asesora: Dra. Ma. Cristina Herrera Tovar por apoyarme en esta investigación, gracias por el tiempo que me fue destinado para reforzar los conocimientos y habilidades adquiridas. Reitero el reconocimiento a la escuela Normal del Desierto por ser una institución que genera condiciones para que los futuros docentes se inicien en el desarrollo de proyectos de investigación que coadyuven al desarrollo de competencias para aprender a investigar sobre problemas educativos de relevancia social que contribuyen a la mejora de la calidad educativa.

## REFERENCIAS

- [1] SEP. (1993). Ley General de Educación. México.
- [2] SEP. (2011). Estándares curriculares y aprendizajes esperados, en Plan de estudios 2011. México.
- [3] SEP. (2013). Programa Sectorial de Educación 2013-2018. México.
- [4] SEP (2017). Aprendizajes clave para una Educación Integral, Educación Primaria 4° grado. Plan y programa de estudio, orientaciones didácticas y sugerencias de evaluación. México.
- [5] SEP (2018). Perfil, parámetros e indicadores para docentes y técnicos docentes. México.
- [6] Díaz-Bazo, C. (2017). La investigación-acción en la educación básica en Iberoamérica. Una revisión de la literatura Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación, vol. 10, núm. 20, julio diciembre, pp. 159-182 Pontificia Universidad Javeriana Bogotá, Colombia
- [7] Lewin, Kurt (1992): “La investigación-acción y los problemas de las minorías” en M. C. Salazar (ed.): La investigación-acción participativa. Inicios y desarrollos, pp. 13-25. Madrid: Ed. Popular / OEI / Quinto Centenario.
- [8] Martínez, M. (2000). La investigación-acción en el aula. Universidad Simón Bolívar. Agenda académica Vol. 7, N<sup>a</sup> 1. Recuperado de: <http://files.docentia.webnode.es/200000031-e2181e310b/ia.pdf>.

# ESTUDIO EXPLORATORIO DEL IMPACTO EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DURANTE LA CONTINGENCIA DEBIDO AL COVID

Francisco Alfonso Pérez Storms.

Lic. Microbiología, Universidad Autónoma de Querétaro.

*fperez06@alumnos.uaq.mx*

Edgar Oswaldo Berlanga Ramírez\*, Javier Salvador González Salas, Martín Hernández Sustaita.

Cuerpo Académico Enseñanza de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas de la Universidad Politécnica de San Luis Potosí.

*edgar.berlanga@upslp.edu.mx\**

Resumen --- Se realizó una encuesta a los estudiantes de la Universidad Politécnica de San Luis Potosí, que cursaron alguna materia de matemáticas y/o física, con el objetivo de conocer la percepción de los estudiantes durante las clases en línea, poder encontrar las áreas de oportunidad con respecto a la mejora en las dinámicas de enseñanza y aprendizaje, dado el impacto por la contingencia debido al COVID. Al final se generó un markdown con R y se subió a github con el objetivo de que se pueda seguir usando el código generado para el análisis de las bases de datos, e igual se termina proponiendo maneras novedosas para la presentación de la base de datos.

Palabras clave: COVID, Enseñanza, Aprendizaje, Alumnos Matemáticas, Física

Abstract --- A survey was carried out among the students of the Polytechnic University of San Luis Potosí, who studied a subject of mathematics and / or physics, with the aim of knowing the perception of the students during the online classes, to be able to find the areas of opportunity with regarding the improvement in teaching and learning dynamics, given the impact of the contingency due to COVID. In the end, a markdown was generated with R and it was uploaded to github with the aim that the generated code can continue to be used for the analysis of the databases, and it ends up proposing new ways for the presentation of the database.

Keywords: COVID, Teaching, Learning, Mathematics and Physics Subjects

## I. INTRODUCCIÓN

A finales del 2019 inició una epidemia en China, que a partir de entonces se empezó a expandir al punto de que se consideró como pandemia (OMS, 2020, Secretaría de Salud, 2020) , y el mundo comenzó a reaccionar disminuyendo la actividad ciudadana, dentro de las actividades que cesaron, fueron las escolares a mediados de Marzo del 2020, por lo que el 90% de alumnos en 184 países dejaron de asistir (UNESCO News, 2020). A inicios de Mayo se comenzó a retomar clases en modalidad virtual, con el objetivo de que la situación pandémica afectara lo menos posible el proceso educativo en la sociedad (Baptista Lucio et al., 2020).

Se han realizado artículos en los que se plasma como la modalidad virtual ha afectado el proceso educativo, pero no se ha realizado un estudio para poder determinar cuáles son las dinámicas y/o actividades que dan lugar a un mejor desarrollo y aprendizaje durante la modalidad virtual y como área de oportunidad, detectar aquellas herramientas que den lugar a que el alumno tenga un mejor desenvolvimiento en sus materias incluso cuando se retomen las sesiones de manera presencial (Baptista Lucio et al., 2020).

Para abordar esta situación se ha visto que las materias más afectadas, son las que abarcan el área de matemáticas y física (Fagell, 2020), por ello, el Cuerpo Académico Enseñanza de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas de la Universidad Politécnica de San Luis Potosí, realizó una encuesta dirigida a los alumnos que toman sus materias, para de esta manera poder conocer las actividades con mayor potencial para el estudiante.

## II. METODOLOGÍA

Se realizó una encuesta a los alumnos que tomaron alguna materia de matemáticas y a los mismos si aparte tomaban alguna materia de física se les realizaba una encuesta extendida.

Se pasaron los resultados a una tabla de excel, se subieron a R, y de ahí se realizaron las modificaciones pertinentes y análisis posibles (frecuencias, porcentajes, promedio, desviación estándar, varianza, mediana, rango).

## III. RESULTADOS

Se comparte el link de github, para que tengan acceso al código que se usó para poder realizar el análisis de la base de datos (RMarkdown), incluyendo la limpieza de la misma, los datos generales, y posteriormente los datos y gráficas obtenidas. El enfoque se quedó en los estudiantes que tomaron alguna materia del área de matemáticas, mi compañera Hannia abordó en su reporte los que tomaron alguna materia de física. <https://github.com/FrankStorms/Verano-region-2021/blob/main/Matematicas>

## IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

No agrego las gráficas obtenidas, porque la mejor manera para representar las variables pudo haber sido en forma de una red de interacciones, pero no se logró generar una base de datos afín para el análisis. Tampoco se pudo obtener otra manera como lo pudo ser un PCA, porque todas las variables son categóricas y por lo tanto no era posible. Igual se pensó representarlo por medio de un Heat map-Dendrograma, sin embargo no se logró hacer que las preguntas con opciones múltiples se tomará en cuenta cada opción de manera individual, y lo que teníamos era que cada combinación se consideraba como una variable, de tal forma que obteníamos una variable por cada combinación de las opciones seleccionadas por el alumno, por lo tanto, se generaba una base de datos llena variables al punto de que el programa no era capaz de generar la interacción deseada.



## V. CONCLUSIONES

Dada la base de datos, puede que no se puedan extrapolar los resultados, porque solo se recabaron datos para la Universidad Politécnica de San Luis Potosí, y en segunda instancia, puede que estemos tratando con datos anidados, porque aun cuando la variable el profesor no se hubiera agregado, se debe considerar que juega un papel muy importante. Por otro lado, no fue una encuesta simple-ciego ni por parte del emisor y ni del remitente, por lo que deja un sesgo en la veracidad de las respuestas por parte de los alumnos. Otro de los inconvenientes, es que después de la primera semana no se logró llegar a un acuerdo en común junto con los instructores, para tener una reunión y tratar el proyecto. También hubo un problema para obtener una variable continua que era indispensable para la generación de correlaciones, el cual era el objetivo principal propuesto. Se manejó la base de datos de la mejor manera posible, obteniendo la mayor cantidad de resultados posibles, como el promedio, la media, la varianza, desviación estándar, la frecuencia\*; el inconveniente de las respuestas con opciones múltiples, nos perjudicó en la obtención de la frecuencia de las opciones, pero, se pudo saber que tan frecuente era que algunos alumnos eligieron cierta combinación de opciones, que igual es de interés.

Dentro de las propuestas que se esperó tratar, era la generación de una red de interacciones, con base en los datos que habían recabado, el inconveniente era que la base de datos la necesitábamos pasar a un formato de valores booleanos, para que de esta manera se pudiera generar la misma. Se realizaron algunos intentos pero no se obtuvieron los resultados esperados (RMarkdown). <https://github.com/FrankStorms/Verano-region-2021/blob/main/Red%20interacciones.%20intento>

La intención de la red de interacciones, es encontrar los clusters de mayor volumen y con base en ello poder ver cuáles son las características que dan un mayor peso a esos conjuntos, podríamos saber cuántos clusters hay, qué tanto difieren las respuestas entre los alumnos e incluso, podríamos saber qué tan significativo era el papel del profesor, ya que si resultaba haber una correlación entre los cluster y el docente, podríamos destacar la importancia de esa variable.

## VI. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Querétaro y al CONACyT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano virtual.

## VII. REFERENCIAS

1. Baptista Lucio et al. (2020). Encuesta Nacional a Docentes ante el COVID-19. Retos para la educación a distancia. *rlee*. L, 41-88. DOI: <https://doi.org/10.48102/rlee.2020.50.ESPECIAL.96>
2. Fagell, P. (2020). Coronavirus Shutdown. *Phi Delta Kappa*, 101(8), 67-68. <https://doi.org/10.1177/0031721720923799>
3. OMS (2020). Alocución de apertura del Director General de la OMS en la rueda de prensa sobre la Covid-19 celebrada el 11 de marzo de 2020. Obtenido de <https://www.who.int/es/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>
4. UNESCO News (2020). 1.37 billion students now home as Covid-19 school closures expand, ministers scale up multimedia approaches to ensure learning continuity. París: UNESCO. Obtenido de <https://en.unesco.org/news/137-billion-students-now-home-covid-19-school-closures-expand-ministers-scale-multimedia>

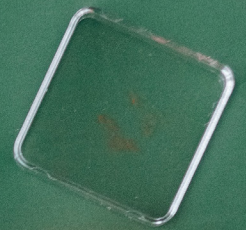
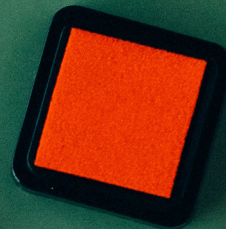
El presente volumen fue editado por el Departamento Editorial del Instituto Tecnológico Superior de Monclova en el marco del Verano de la Ciencia de la Región Centro 2021. Su edición es digital para su descarga y lectura gratuita en línea.



# CIENCIAS SOCIOADMINISTRATIVAS



T A X E S







## Índice

<i>Construcción de estrategias comunitarias en redes sociales para enfrentar la maternidad</i>	
Jimena Gutiérrez González § Rosario Barba González	6
<i>Análisis exploratorio de un programa de promoción de emprendimiento en educación básica.</i>	
Nuaret de Guadalupe Figueroa Hernández § Beatriz Virginia Tristan Monrroy	9
<i>Procedimiento para la investigación de accidente laboral en una empresa de fabricación de calzado</i>	
Valdivia Bravo Betsabee § Laura Marisela Martínez Sánchez	15
<i>Procedimiento para investigación de accidente laboral en una empresa de fabricación de calzado</i>	
Pacheco Muñoz Diana Del Rocío § Martínez Sánchez Laura Marisela	21
<i>Las acciones de sustentabilidad en las Mypes de la ciudad de Torreón Coahuila</i>	
Denisse Esperanza Gomez Martínez § Hilda Haydee Chairez Hernández	26
<i>Decisiones económicas en contextos sociales.</i>	
Emmanuel Trujillo Avila § Luis Domingo Martínez Vázquez	31
<i>Territorialidad Convivialidad, y Autonomía</i>	
Ibrahim Zárate Maldonado § José Javier Maisterrena Zubirán	37
<i>La Innovación organizacional como herramienta de la sustentabilidad en las MYPES en el Municipio de Torreón Coahuila.</i>	
Estephania Gutierrez Reboloso § Lilibet Mendoza Wong	42
<i>Implementacion de la llamada “ley olimpia” contra la violencia digital en méxico.</i>	
Natalia Montserrat Del Bosque Ortiz § Paola De La Rosa Rodríguez	47
<i>Decisiones económicas en contextos sociales</i>	
Julieta Geraldine Rodríguez Rocha § Luis Domingo Martínez Vázquez	53
<i>Innovación Organizacional: Un nuevo camino para las Mypes en la Ciudad de San Pedro, Coahuila.</i>	
Ana Claudia Pérez Secunza § Hilda Haydee Chairez Hernández	58
<i>Criminalidad contra migrantes centroamericanos.</i>	
Nelsy Araceli Alatorre Rangel § Paola Iliana de la Rosa Rodríguez	63
<i>Violencia intrafamiliar y falta de oportunidades como causa de la Criminalidad Femenina</i>	
Sandra Rocío Avalos Negrete § Paola Iliana De la Rosa Rodríguez	68

<i>Muerte violenta de mujeres en el Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, 2019-2020</i>	
Manuel Sixto Ruiz Liñan § Dra. Xochithl Guadalupe Rangel Romero	72
<i>Procedimiento para Investigación de accidente laboral en una empresa de fabricación de calzado</i>	
Mireya Ramírez Martínez § Laura Marisela Martínez Sánchez	78
<i>Nenis y Bros, impacto en las acciones de emprendedurismo de jóvenes universitarios con el uso de redes sociales.</i>	
Alma Paola Lopez González § Xóchitl Hernández Velázquez	83
<i>Ciberviolencia de género Gender cyberviolence</i>	
Andrea Monserrath Ramos de la Torre § Paola Iliana de la Rosa Rodríguez.	93
<i>Acoso laboral femenino en México</i>	
Calderón López Lorena Coral § María Teresa De La Garza Carranza	99
<i>Libro conmemorativo de cuerpos académicos: 20 años de la upslp</i>	
Moisés Meza Cruz § Dra. Gloria Cristina Palos Cerda	105
<i>Libro conmemorativo de cuerpos académicos: 20 años de la upslp</i>	
Yudith Estefanía Rivera Rodríguez § Dra. Gloria Cristina Palos Cerda	112
<i>El emprendimiento en egresados Caso el TecNM campus Monclova</i>	
Paola Azucena Orozco Rangel § Verónica Martínez Vela	119





# CONSTRUCCIÓN DE ESTRATEGIAS COMUNITARIAS EN REDES SOCIALES PARA ENFRENTAR LA MATERNI- DAD

Jimena Gutiérrez González

Universidad Autónoma de Querétaro Cerro de las campanas s/n, Querétaro, Qro.

*jgutierrez46@uaq.mx*

Rosario Barba González

Universidad Autónoma de Querétaro Cerro de las campanas s/n, Querétaro, Qro.

*rosariobarbag@gmail.com*

Resumen — El trabajo tuvo como objetivo detonar el desglose de bibliografía relacionada con el tema, y de este modo completar una base de datos que permita tener un acercamiento multidimensional de las redes sociales, la maternidad, y la comunidad. Asimismo, se comenzó la exploración de herramientas para extraer información de grupos en Facebook de madres en la ciudad de Querétaro, que posteriormente será analizada a través de minería de datos. Los resultados muestran que existe una fuerte correlación entre la comunidad y las redes sociales, en donde las madres buscan relacionarse y compartir experiencias.

Palabras clave — maternidad, redes sociales, comunidad, minería de datos.

Keywords — motherhood, social media, community, data mining.

Abstract — The objective of the work was to detonate the breakdown of bibliography related to the topic, and thus complete a database that allows for a multidimensional approach to social networks, motherhood, and the community. In addition, the exploration of tools to extract information from Facebook groups of mothers in the city of Querétaro was started, which will later be analyzed through data mining. The results show that there is a strong correlation between community and social networks, where mothers seek to relate and share experiences.

## I. INTRODUCCIÓN

La maternidad ha sido entendida como el hecho de gestar y dar a luz un bebé, sumado a una sucesión de secuencias complejas que inician en la pubertad hasta la separación maternofilial (Oberman, 2005 ) [1]; asimismo, son todas las prácticas socialmente asociadas al cuidado del bebé. De esta manera, han surgido interpretaciones y expectativas de la maternidad y el proceso de maternaje que incluyen conceptos como la maternidad intensiva, maternidad extensiva, maternidad postmoderna, “buenas” madres, “malas” madres, entre otras (Villanueva,

2017; Huerta, 2018; García, 2019; Lopestri & Hoban, 2016) [2].

En el ámbito digital, Navarro (2016) sugiere el término “comunidades ecosociales de mujeres” para relacionar las comunidades de mujeres en dónde se busca entender las nuevas formas de ciudadanía entre grupos sociales que trascienden fronteras [3]. Por su parte, Imaquingo (2018) propone analizar las comunidades digitales de crianza como espacios de reflexión de la identidad en la maternidad, siendo así un sitio donde se legitiman los cambios y sentimientos a través de una interacción de comunicación recíproca que a su vez se vuelve un rito de pasaje en su transición hacia el rol de madre [4].

El proyecto busca entender de una manera más amplia las relaciones surgidas en espacios virtuales, principalmente aquellas sucedidas en grupos de madres, que tratan de entender, ayudar y acompañar el proceso de maternidad. Los espacios analizados incluyen

grupos cerrados en la plataforma de Facebook de madres en la ciudad de Querétaro y las interacciones surgidas en su interior. La revisión de la bibliografía busca detonar preguntas y generar un mejor entendimiento del estado de la cuestión.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

A través del estudio y categorización de 42 trabajos académicos, informes, entrevistas y trabajos de grado, se pudo realizar un estado de la cuestión con los términos y trabajos más relevantes. El método utilizado fue el documental, a través de la transcripción y posterior codificación. Los trabajos fueron adquiridos por plataformas de internet, y posteriormente categorizados en una base de datos de Excel. Entre los aspectos a destacar, estaban la referencia bibliográfica (en APA), datos de localización para reubicarlo, tema y objeto, estado de la cuestión, problema (pregunta/ objetivo), hipótesis y objetivos, fundamentos teóricos, fundamentos metodológicos, poblaciones, espacios y tiempos, programación y planificación, dificultades, resultados y conclusiones, referencias y fuentes, y anexos.

Una vez alcanzado este objetivo, se comenzó la exploración de la herramienta R para el análisis y extracción de datos. R, usado a través de la plataforma RStudio, es un software de uso libre desarrollado con la intención de promover tanto el análisis cuantitativo y cualitativo de datos. Al ser una plataforma abierta, esta permite que diferentes usuarios puedan desarrollar programas con objetivos concretos. No obstante, tiene sus limitaciones en cuanto a alcances y facilidad de uso. Para las intenciones de esta investigación, se pretendía usar la herramienta “rfacebook” para la extracción de datos en la plataforma y más adelante completar el análisis con paquetes tales como “ggplot” y “tidyverse” [5]. El programa se encuentra disponible para cualquier computadora y usuarios con acceso a internet y Facebook.

## III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre los resultados obtenidos de la investigación, la base de datos con la información pertinente logró ser completada. Solamente tres textos no pudieron ser incluidos, esto debido a que se encontraban en otro idioma (portugués) o porque resultaron ser poco pertinentes para el análisis. Los demás otorgaron conceptos e ideas claves que derivaron en las siguientes categorías de estudio: apoyo de empleo (o apoyo en general), altruismo comunitario, conceptualización de la maternidad y la crianza, sexualidad, reglas, feminismo/feminidad, tribu o comunidad. Los textos muestran que existe una fuerte correlación entre la comunidad y las redes sociales, en donde las madres buscan relacionarse y compartir experiencias. Estas categorías serán utilizadas en la clasificación de datos extraídos de los grupos de Facebook anteriormente mencionados.

Asimismo, se logró exitosamente la instalación del software R y RStudio para el análisis. Una vez logrado este objetivo, se comenzó a practicar y estudiar para su uso más efectivo a través de cursos especializados o material

disponible en la red. No obstante, a pesar de que es una plataforma amigable y de uso libre, las paqueterías disponibles mostraron ciertas limitaciones. En el caso del programa “RQDA”, creado para el análisis cualitativo de datos, su creador dejó de darle mantenimiento recientemente y forma parte del material archivado y sus capacidades están altamente reducidas. Por otro lado, la herramienta “rfacebook” para extraer datos de minería en la red social Facebook limita el uso en grupos cerrados, mismos que tenían la intención de ser analizados. En resumen, los resultados incluyen un entendimiento más profundo de las comunidades virtuales de mujeres, y de las herramientas disponibles para el análisis cualitativo de los datos.

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En conclusión, la literatura es amplia y se han realizado estudios similares en diferentes partes del mundo con hipótesis distintas. Las comunidades virtuales son un fenómeno novedoso que no han dejado de crecer y tener relevancia en la manera que las personas se relacionan, aún cuando no pertenecen al mismo país o región. En el caso de la maternidad, las madres pueden acercarse a estos espacios por diversas razones: no siempre es en temáticas relacionadas con sus bebés, sino que es una situación que las atraviesa en todos sus contextos y relaciones. Como fue anteriormente mencionada, la plataforma R no resultó completamente pertinente para ser utilizado en este análisis y deberán buscarse otras herramientas o métodos de recolección de datos en los espacios planteados. Algunas sugerencias, encontrados a través del estudio y revisión de la literatura, sugieren la adquisición de programas tales como NVidia. Otra alternativa planteada es la creación de una base de datos de manera manual. Un mayor estudio y entendimiento de las relaciones entre maternidad y redes sociales podrá ampliar la manera en que éstas interactúan según sus particularidades. El desglose de la bibliografía relacionada con el tema permitió la creación de una base de datos que más adelante podrá ser usada con este propósito u otros relacionados. El trabajo con la investigadora permitió que se obtuviera un mayor entendimiento de lo que implica la creación de un estado de la cuestión y que pudieran detonarse preguntas en temáticas afines con los intereses particulares de cada una a través de asesorías virtuales.

#### V. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Querétaro, al comité del Verano de la Ciencia de la Región Centro y demás coordinaciones por las facilidades para la realización de la estancia de verano, en espera de que se siga atendiendo el interés por promover y sostener la investigación en las ciencias sociales o áreas afines.

#### REFERENCIAS

- [1] [4] M. Imbaquingo, “Maternidad en red. Comunidades digitales de crianza como espacios de deconstrucción de la identidad en la maternidad”. *Femeris*, vol. 4 (1), pp. 8-22. [consultado en junio 2021]
- [2] D. Villanueva “La maternidad glorificada: análisis de los discursos sobre maternidad de mujeres que participan en grupos de crianza respetuosa de la región de Valparaíso, Chile”. *Revista Punto Género* (7), p. 138-155; R. Huerta “Construcción conceptual de las “Madres Solteras” en México”. *Revista Punto Género* (10), pp- 60-82; J. García “Discursos sociales sobre la maternidad en torno al parto”. *Encrucijadas*, pp. 1-21; M. Lopestri y A. Hoban “Cuerpos dolientes: un análisis cultural de las imágenes artísticas del parto.” *Actas de Periodismo y Comunicación*, Vol. 2 (1). [consultados en junio 2021].
- [3] A. Navarro “Comunidades ecosociales de mujeres en la red. Detonante para repensar la ciudadanía en el contexto global.” *Caleidoscopio*, p. 69-86. [consultado en junio 2021].
- [5] H. Wickham y G. Grolemond “R for Data Science”. Disponible en: <https://r4ds.had.co.nz/> [consultado en julio 2021].

# ANÁLISIS EXPLORATORIO DE UN PROGRAMA DE PROMOCIÓN DE EMPRENDIMIENTO EN EDUCACIÓN BÁSICA.

Nuaret de Guadalupe Figueroa Hernández

Tecnológico Nacional de México en Celaya Antonio García Cubas 600, Fovissste, C.P. 38010  
Celaya, Gto.

*belifigueroa1234@gmail.com*

Beatriz Virginia Tristan Monrroy

Universidad Autónoma de San Luis Potosí Álvaro Obregón 64, Centro, C.P. 78300 San Luis, S. L. P.

*beatriz.tristan@uaslp.mx*

Resumen — La presente investigación busca describir e identificar la importancia de la modificación de los paradigmas en los niños con relación al emprendimiento y las relaciones interpersonales; la cual se dividió en dos fases; la primera fue una recopilación bibliográfica y la segunda fue una serie de entrevistas realizadas a niños de la primaria “David G. Berlanga” de quinto grado, turno vespertino, en la ciudad de Matehuala S.L.P., quienes tenían como antecedente la participación en un taller de emprendimiento. Los entrevistados mostraban un desconocimiento de los términos relacionados con el emprendimiento en contraposición con los términos de relaciones interpersonales. El presente estudio sirve de base para realizar el desarrollo de un instrumento con un fundamento teórico, que puede ser validado posteriormente.

Palabras clave — Capital social, Emprendimiento, Educación, Familia.

Keywords — Social capital, Entrepreneurship, Education, Family

Abstract — This research seeks to describe and identify the importance of paradigm modification in children in relation to entrepreneurship and interpersonal relationships; which was divided into two phases; the first was a bibliographic compilation and the second was a series of interviews with children from the “David G. Berlanga” elementary school, fifth grade, evening shift, in the city of Matehuala SLP, who had a history of participating in a workshop of entrepreneurship. The interviewees showed a lack of knowledge of the terms related to entrepreneurship as opposed to the terms of interpersonal relationships. The present study serves as the basis for the development of an instrument with a theoretical foundation, which can be subsequently validated.

## I. INTRODUCCIÓN

El emprendimiento ha tomado una importancia fundamental dentro de la economía de los países, debido a que conlleva a las personas el logro de su independencia financiera y estabilidad económica. El emprendimiento surge como una alternativa y una solución óptima de los problemas financieros de las personas debido a los altos niveles de desempleo, la baja calidad de los empleos y los malos salarios.

En el ámbito internacional se ha estado promoviendo la educación orientada al emprendimiento con una fuerza notoria a partir del año 2006 a través de documentos que convocan a la acción a los gobiernos, a los organismos mundiales, a las instituciones, a las asociaciones empresariales, a las ONG, principalmente a las escuelas; como la agenda de Oslo del 2006, actualmente dicha agenda se ha transformado en un calendario cultural y así mismo podemos encontrar el manual de Oslo que nos abre un panorama amplio sobre la innovación y la tecnología. (Rivas & Rovira, 2014).

Dentro del consejo de la Unión Europea en 2009 en el ámbito de la educación y la formación para el 2020, buscan mejorar la creatividad y la innovación aunado al aumento

del espíritu emprendedor, buscando habilitar la competencia emprendedora. En las investigaciones realizadas en torno al emprendimiento desde una postura educacional, el 34.79% pertenecen al ámbito universitario y el 13.30% de los estudios son realizados por España, seguido de unos pocos documentos de Finlandia, Estados Unidos, Turquía, Eslovenia, Noruega y Bélgica. En España la creatividad y la innovación son competencias básicas del emprendimiento para mejorar la educación convirtiéndose rápidamente en iniciativa y espíritu emprendedor (González & María, 2021).

En el caso de Latinoamérica se cuenta con poca información relevante para dar un seguimiento al fenómeno del emprendimiento y el impacto que genera en el plano internacional debido a los factores culturales, sociales y estructurales propios de las culturas latinoamericanas. La Global Entrepreneurship Monitor (GEM) arrojó resultados muy similares para cuatro países: Colombia, Chile, Ecuador y Perú, por lo cual es fácil predecir los niveles y las probabilidades de emprendimiento en dichos países, y esto a consecuencia que las sociedades latinoamericanas tienden a ser muy fragmentadas. Sin embargo, el espíritu emprendedor latinoamericano se encuentra limitado por el constante miedo al fracaso que impacta de forma negativa en su relación con las bases del emprendimiento internacional (Centeno, 2017).

Sánchez, Brizeida & Lizette, (2017) en el caso de México actualmente se encuentra más enfocado a la generación de proyectos emprendedores mediante el apoyo de los programas de gobiernos, el apoyo de financiamiento por parte de empresas privadas e incubadoras de proyectos en las escuelas, principalmente en universidades. Por ello, la Fundación Educación Superior Empresa, iniciaron una colaboración en el año de 2016 con ANUIES y COPARMEX, con la finalidad de trabajar en vincularse, promoviendo el programa Primera Empresa y Emprender Jugando, con el propósito de fomentar el emprendimiento a través del apoyo de jóvenes universitarios con preparación que permitiera habilitar de forma transversal con las competencia emprendedora, en la actualidad el tema del emprendimiento a nivel básico, es decir en el nivel primaria es un tema de discusión muy recurrente, sin embargo se han implementado en algunas escuelas programas como, sobre todo enfocado a los últimos grados de primaria. La educación empresarial en el nivel primaria se dirige mayormente al desarrollo de habilidades y cualidades básicas y necesarias de todo emprendedor como el desarrollo de la creatividad y del espíritu emprendedor; ya que un niño en esa edad absorbe todos los conocimientos de forma rápida (Simón, 2013).

## II. MARCO TEÓRICO

El emprendimiento es un área de oportunidad multidisciplinar donde influyen gran cantidad de factores tanto positivos como negativos que moldean en diferentes aspectos tanto el perfil del emprendedor y el mismo entorno



del emprendimiento, pero dentro del presente marco teórico nos inclinaremos en tres factores principales que serán la educación, la familia y el capital social que se encuentran íntimamente interrelacionados por condiciones sociales.

Martínez, Saavedra & Morones (2020) destacan la actividad emprendedora como creadora de empleos y fuentes de ingreso, promueve el crecimiento y el desarrollo económico, así como la redistribución de las ganancias y los beneficios. Segura-Barón, Novoa-Matallana & Burbano-Pedraza (2019) definen al emprendedor como aquella persona que toma riesgos, que busca la transformación, son líderes, se conducen dentro de ambientes inciertos, poseen habilidades no muy comunes, su comportamiento y ética es diferente.

Por su lado, la educación es la constitución de instrumentos, herramientas y prácticas brindada a una persona generalmente en una etapa de desarrollo. Por todo ello, se define que “la primera infancia es el periodo propicio para potenciar las capacidades cognitivas, comunicativas y sociales”, (Suaza, 2020, 90), por ello dicho desarrollo educacional influye de forma positiva en las siguientes etapas educacionales disminuyendo la deserción escolar. Ahora bien, relacionando la educación con el emprendimiento encontramos que Maldonado, Vicente & Corrales (2015) la educación es una herramienta fundamental porque ayuda a desarrollar cualidades mínimas como la ética y la autenticidad en las personas que dirigen proyectos o lo harán en un futuro convirtiéndolos en líderes transformacionales.

Ahora bien, Ospina & Montoya (2017) definen que la familia se percibe como un todo integral conformado de varias partes, por lo cual algunas instituciones tienen como finalidad cooperar en el desarrollo humano de la vida familiar; por lo cual el fortalecimiento familiar se entiende como aquel en el que cada miembro participa de manera activa en el proceso de cambio familiar, con todas sus habilidades, características, su personalidad y destrezas. La familia es un punto decisivo dentro de los emprendimientos, ya que en México existe una gran presencia de las empresas familiares.

“La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), define al capital social como las redes, normas, valores y opiniones compartidas que facilitan dentro y entre grupos una mejor manera en el actuar económico”, (Martínez, «et al.», 2020). La conformación de las relaciones interpersonales conlleva al desarrollo de contextos que permiten el fortalecimiento del emprendimiento.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se dividió en dos fases. En la primera fase se realizó una revisión bibliográfica de fuentes secundarias consultando grandes bases de datos en español entre ellas Redalyc, Dialnet y Scielo; utilizando las siguientes palabras claves para obtener la información necesaria: Capital social, Emprendimiento, Educación, Familia. Con base en los hallazgos obtenidos se recopilaron aproximadamente un total de 16 artículos de investigación con información relevante en cuanto a bases teóricas, lineamientos, estudios sobre todo del tipo cualitativo y algunos cuantitativos, las herramientas y métodos empleados.

En la segunda fase se empleó el enfoque cualitativo; ya que se realizaron diez entrevistas estructuradas de forma piloto a niños de diferentes edades haciendo uso de una escala Likert del 1 al 5 (1- Totalmente de acuerdo; 2-De acuerdo; 3-Neutral; 4-En desacuerdo y 5-Totalmente en desacuerdo ) para medir la eficacia, la eficiencia y la efectividad de un instrumento realizado en base a la revisión bibliográfica de la primera fase y las bases de un estudio previamente realizado en 2019 en la primaria “David G. Berlanga” turno vespertino.

Después de realizar las pruebas piloto, se realizó una reestructuración a algunas de las preguntas del instrumento de evaluación donde los niños se mostraron más inseguros y con dudas para responder (preguntas 1,2,3 y 4), debido a que no les quedaban claras. Posteriormente se volvió a probar con algunas entrevistas grabadas a niños de la misma primaria. Cabe aclarar que en todas las entrevistas se le permitió a los niños que aportarán su punto

de vista y el por qué a cada pregunta.

Figura 2. Instrumento modificado Fuente de elaboración propia

Items	Preguntas
16	1. ¿Te sientes interesado en crear empresas/negocios? 2. ¿Piensas que la creación de empresas/negocios sean una solución a los problemas de las personas? 3. ¿Crees importante el aprender a crear empresas/negocios en tu escuela? 4. ¿Piensas que es importante que los maestros enseñen el procedimiento de crear una empresa/negocio? 5. ¿Consideras que tener buenos amigos y conocidos ayuda a crear un negocio? 6. ¿Consideras que tener buenos amigos y conocidos ayuda a crear un negocio? 7. ¿Consideras que tener buenos amigos y conocidos ayuda a fortalecer un negocio? 8. ¿Consideras que tu familia te quiere y te acepta cómo eres? 9. ¿Te sientes importante en tu entorno familiar? 10. ¿Consideras que tienes buenos amigos? 11. ¿Confías en tus amigos? 12. ¿Consideras que tu opinión e ideas son tomadas en cuenta? 13. ¿Crees que otras personas influyen en tus opiniones? 14. ¿Siempre ayudas a alguien que está en problemas? 15. ¿Cuándo ayudas a alguien esperas ser recompensado de alguna manera? 16. ¿Siempre acudes a otras personas cuando tienes que tomar una decisión?

#### IV. RESULTADOS

A lo largo de la primera fase, se descubrió que existe una diversidad de programas que promueven el emprendimiento infantil, es evidente que si lo comparamos con los programas y apoyos que tienen las universidades en relación al emprendimiento todavía resulta incipiente al menos en México. Así mismo, dichos programas no cuentan con la correcta difusión ni el impacto requerido por lo cual no se escucha nombrar de ellas como el caso de “Mi primera empresa” y “Emprender jugando”.

Las primeras diez entrevistas fueron piloto se notaba que los niños desconocían la definición de la palabra “emprendimiento”, por lo cual en principio tuvieron complicaciones notorias para responder las preguntas, así mismo las cuatro primeros ítems fueron los más difíciles de responder por el uso de un lenguaje más técnico. Por lo anterior, se hizo una modificación en el instrumento. Durante la segunda fase presentaron varios inconvenientes externos por lo cual no se concretaron la cantidad de entrevistas esperadas.

Las siguientes tres entrevistas que se aplicaron ya con el instrumento modificado, se tuvo mejor fluidez, más sin embargo se notaba que no estaban completamente seguros de sus respuestas y buscaban una aprobación de sus padres para responder con seguridad, a excepción de una entrevista. Se observó en la segunda aplicación de entrevistas que los alumnos tuvieron una mayor oportunidad para realizar aportes que enriquecieran la identificación de aportes relevantes.

#### V. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La revisión bibliográfica muestra la importancia de enseñar desde los niveles más bajos de la educación básica tópicos relacionados al emprendimiento, ya que los negocios familiares son los que mantienen a flote las economías durante las crisis económicas mundiales o nacionales, ya que generan empleos e ingresos propios por lo cual es necesario y pertinente enseñar a los niños a emprender con un enfoque hacia la innovación y el beneficio social por lo que coincide con Sánchez, «et al.» (2017) sin importar el nivel socioeconómico de los países desarrollados y subdesarrollados sin excepción se deben de impartir temas enfocados al emprendimiento, y hacen una gran recomendación de plantearlo desde el primer nivel educativo que sería Preescolar y Primaria.

A lo largo de la aplicación tanto de la primer prueba piloto, como de la realización de la segunda prueba a través de entrevistas, se notó un fuerte desconocimiento por parte de los niños de la palabra “emprendimiento” y por ende términos relacionados con dicha palabra por no ser de uso común dentro del ámbito de la educación básica, a pesar de que los entrevistados contaban con una preparación previa en temas de emprendimiento, se identificó que se deben reforzar constantemente dichos conocimientos lo cual coincide con Simón, (2013) que defiende la idea que se deben cimentar las bases de conocimiento acerca del emprendimiento en nivel primaria, durante la etapa de la secundaria se deben consolidar para en la etapa del bachillerato y universidad se pongan en práctica todos los conocimientos y se apliquen de forma efectiva.

La entrevista que apporto una opinión genuina en cuanto a las respuestas fue la de Blanca sobre todo cuando expresa en la entrevista “okey piensas ¿que la creación de empresas o negocios puede solucionar los problemas de personas?” a lo cual argumento “las empresas dan trabajo y empleo a otras personas que realmente lo necesitan y que tienen una familia para mantener y en ocasiones es importante que haya empresas que ofrezcan trabajo y dinero para darles de comer a sus familias”. Por otro lado, se le inquirió “¿Crees que otras personas influyen en tus opiniones?” a lo cual argumento “realmente no, siempre quiero dar mi opinión y lo que pienso respecto de la situación”. Todo ello enmarca que los niños realmente están conscientes de lo que impacta el desarrollo económico, porque contextualizan las situaciones que se viven; más sin embargo no en todos los casos sus opiniones son propias, por lo general se ven afectadas por distintos factores.

Respecto a las relaciones interpersonales, se identificó que actualmente la mayoría de los participantes tiene una buena relación con sus padre y con sus pares, pero que ellos no consideran que sea relevante la amistad para más adelante en el momento del desarrollo de un proyecto de emprendimiento, esto pueda incidir en el éxito del mismo.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La intervención de programas de emprendimiento en niños de nivel básico es incipiente en México, pero a pesar de ello existen programas que han buscado incidir en promover esta competencia transversal, la cual se identifico requiere de un proceso que implica constancia, para ser adquirida por los estudiantes de nivel básico. Se considera importante estudiar a profundidad el impacto y la difusión con la que cuentan los programas educativos emprendedores existentes en México a nivel primaria, así como buscar alternativas, que generen mejores resultados. Todo ello con el objetivo de conseguir su implantación a nivel nacional y generar un seguimiento de primera mano en los diferentes niveles de educación.

Por otro lado, debido a la actual pandemia mundial se tiene conocimiento de que todas las escuelas de los diferentes grados académicos se encontraban tomando clases en línea, algunas con los inconvenientes de conexión; así como los infantes eran menores de edad, para ser entrevistados y grabados se necesitaba el consentimiento de sus padres y aunado a ello por ser fechas finales de clases y el posterior receso escolar en las escuelas de nivel primaria por esas razones, no se concretaron la cantidad de entrevistas esperadas, por lo cual se recomienda tomar en cuenta para próximas investigaciones esos aspectos.

Se pretende continuar con la investigación para consolidar un instrumento validado con fundamentos teóricos que sirva de base a otros investigadores en relación al emprendimiento en los niños en educación básica específicamente en primaria.

## VII. AGRADECIMIENTOS

Se externan los agradecimientos a los padres y a sus hijos que permitieron la realización tanto de las entrevistas piloto como las segundas entrevistas.

**REFERENCIAS**

- [1] Rivas G. & Rovira S. (2014). Nuevas instituciones para la innovación. Prácticas y experiencias en América Latina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). [https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/36797/S1420026\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/36797/S1420026_es.pdf)
- [2] González Tejerina., S. & María José., V., (2021). La formación en emprendimiento en Educación Primaria y Secundaria: una revisión sistemática. *Revista Complutense de Educación*, 32, 99-111. <https://doi.org/10.5209/rced.68073>
- [3] Centeno Rojas, A., (2017). El emprendimiento internacional en países en desarrollo: Factores determinantes de la predicción del emprendimiento internacional. Universidad Carlos III de Madrid, Departamento de Ingeniería Mecánica, Sección de Organización de Empresas. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=153229>
- [4] Sánchez García, J. C., Brizeida Hernández, A. W. & Lizette Florez, J., (2017). Educación emprendedora: Estado del arte. *Revista de Psicología Educativa*, 5, 401 - 473. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2017.v5n2.190>
- [5] Simón, J. D., (2013). Sistematizando experiencias sobre educación en emprendimiento en escuelas de nivel primaria. *Revista Mexicana de investigación educativa*, 18, 159-190. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14025581008>.
- [6] Martínez Sidón, G., Saavedra Leyva, R. E. & Morones Carrillo, A. L. (2020). Capital Social como factor de emprendimiento en los países de la OCDE: implementación de un modelo con datos de panel. *Revista de métodos cuantitativos para la economía y la empresa* 30, 312- 326. <https://doi.org/10.46661/revmetodoscuanteconempresa.3512>
- [7] Segura Barón, U., Novoa Matallana, H. A., & Burbano-Pedraza, M. D. C. (2019). Hacia un modelo educativo para el emprendimiento. *Revista Escuela De Administración De Negocios*, 87, 173–191. <https://doi.org/10.21158/01208160.n87.2019.2420>
- [8] Suaza Atencio, E. P., (2020). Métodos de Aprendizaje para el Desarrollo de la Dimensión Estética en Estudiantes de Educación Inicial. *CIENCIAMATRIA Revista Interdisciplinaria de Humanidades, Educación, Ciencia y Tecnología*, 1, 84-101. <https://doi.org/10.35381/cm.v6i1.296>
- [9] Maldonado Briegas, J. J., Vicente Castro, F. Corrales Vázquez, J. M. (2015). Análisis de la relación entre inteligencias múltiples y habilidades emprendedoras en personas de éxito. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*. INFAD. *Revista de Psicología*, 2(1), 231- 238. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=349851784021>
- [10] Ospina Botero, M., & Montoya Pavas, E. (2017). Las prácticas educativas con familia desde la escuela. *Zona Próxima*, 26, 31-43. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85352029003>

# PROCEDIMIENTO PARA LA INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTE LABORAL EN UNA EMPRESA DE FABRICACIÓN DE CALZADO

Valdivia Bravo Betsabee

Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón.

Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas, Purísima del Rincón, Gto.

*LMS17110510@purisima.tecnm.mx*

Laura Marisela Martínez Sánchez

Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón.

Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas, Purísima del Rincón, Gto

*laura.ms@purisima.tecnm.mx*

Resumen — La presente investigación se realiza con el objetivo de identificar los accidentes laborales con la realización de las medidas preventivas para resolver el cuidado de los trabajadores y reducir el número de accidentes y enfermedades de trabajo, analizando como caso de estudio la empresa Pazstor mediante la observación y técnicas de recolección de datos. La originalidad de la investigación pretende detectar los principales accidentes con el uso de herramientas especializadas en la seguridad e higiene para un diagnóstico de principales errores que hacen las personas en lo laboral. Los resultados de la investigación en disminuir un 45% los accidentes y evitar riesgos ya que el personal es el elemento más importante en una organización. Las limitaciones del presente estudio se basan en no contar con la disponibilidad de los encargados para proporcionarnos mayor información.

Palabras clave — Accidentes, Medidas preventivas, Herramientas, trabajadores.

Abstract — The present research is carried out with the objective of identifying labor accidents with the implementation of preventive measures to solve the care of workers and reduce the number of accidents and occupational diseases, analyzing as a case study the company Pazstor through observation and data collection techniques. The originality of the research aims to detect the main accidents with the use of specialized tools in safety and hygiene for a diagnosis of the main mistakes that people make at work. The research results in a 45% reduction of accidents and the avoidance of risks, since personnel is the most important element in an organization. The limitations of this study are based on not having the availability of those in charge to provide us with more information.

Keywords — Accidents, Preventive measures, Tools, Workers.



## I. INTRODUCCIÓN

A continuación se presenta el informe de la investigación del “Protocolo para la prevención de accidentes e incidentes laborales” aplicado en la empresa Pazstor ubicada en la ciudad de Manuel Doblado, GTO. Con el propósito de informar los hallazgos vistos en su aplicación y el procedimiento para obtener los datos extraídos y conocer más a fondo como trabaja y aplica la empresa las medidas de prevención.

## II. MARCO TEÓRICO

Según Sornoza Avila, A. E. (2020) El cumplimiento de las normativas de seguridad e higiene ocupacional y como este aporta a la prevención de los riesgos a los cuales están expuestos el personal nos menciona que el objetivo general es verificar la incidencia de un Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional en la prevención de incidentes y accidentes laborales por lo cual los métodos considerados para realizar el análisis fueron inductivos y deductivo en el trascurso de la investigación de campo se utilizó técnicas de recopilación de información tales como: observación, encuestas y entrevistas lo que apporto en la obtención de resultados que permitieron emitir conclusiones y recomendaciones del trabajo mediante las medidas de seguridad, normativas, reglamentos y otros a fines. Con el fin de que a través de la aplicación de dicho reglamento se evite y se prevenga los riesgos labores. Así mismo se determinar el grado de aplicabilidad de las normativas de seguridad e higiene ocupacional mediante métodos para la obtención de información. Las medidas de prevención que aplican para evitar accidentes incluye la socialización de las normas internas sobre la seguridad e higiene ocupacional, entrega de equipos y materiales para realizar sus funciones con las protecciones adecuadas, mantener el ambiente ventilado, entre otros que permiten al personal laborar con seguridad y evitar posibles accidentes a los cuales pueden estar expuestos. Los factores de riesgo psicosocial en el trabajo-Identificación, análisis y prevención señalan la importancia de la distinción de la exigencia emocional para dar correcto cumplimiento a la norma. Teniendo como objetivo verificar el cumplimiento de la normativa de seguridad e higiene ocupacional y su incidencia en los riesgos laborales. La realización de este estudio de seguridad e higiene ocupacional está dirigida a diagnosticar, evaluar y analizar el conocimiento de normativas de seguridad establecidas por la OIT Y OMS. Procurando que a lo largo de toda su vida de trabajo el personal se vea libre de cualquier daño a su salud e integridad física ocasionado por las sustancias que manipulan; los equipos, maquinarias o herramientas que utilizan; o por las condiciones en que desarrollan sus actividades. Es muy importante que toda institución independientemente de su tamaño garantice a los trabajadores un ambiente de trabajo seguro, libre de accidentes y enfermedades que pueden ocasionar un deterioro en su salud. (Sánchez, C. C. 2020)

Romero, M. L. (2020). Nos dice que la Prevención de accidente laboral nos menciona que la seguridad en el trabajo es un tema importante en la agenda mundial. Por ello, cada 28 de abril se celebra el Día Mundial de la Seguridad y Salud en el Trabajo, en homenaje a las víctimas de accidentes y enfermedades ocupacionales. Esto es indiferente ya que una empresa tan importante como lo es PDV Mantenimiento Filial de PDVSA se registra mensualmente 22 accidentes laborales aproximadamente. La seguridad y la salud son muy importantes en una organización. Cuando los empleados están seguros y libres de riesgos de accidentes de trabajo, son más productivos, están más motivados y realizan sus labores sin inconvenientes y con satisfacción. Para reducir los casos de accidentes laborales, lo más importante es la prevención. Para eso existe la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, por la que la empresa está obligada a promover una cultura de prevención de riesgos laborales y garantizar la salud de los trabajadores. Ésta se basa en una serie de principios, entre los que destacan los siguientes:  Principio de prevención: el empleador garantiza las condiciones para proteger la vida e integridad de los trabajadores. También de quienes prestan servicios dentro del centro de trabajo incluso sin tener un vínculo laboral. Aquí no hay distinción de sexo, género, edad u otros factores.  Principio de cooperación: el Estado, los empleadores y



los trabajadores forjan mecanismos para colaborar y coordinar en materia de seguridad.  Principio de capacitación: los empleados reciben información y capacitación preventiva. Se pone énfasis en los factores de riesgo más propensos según el sector del centro de labores.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación en su globalidad se ha organizado como un estudio longitudinal que ha permitido llevar a cabo dentro de la organización “La Pazstor”. Se ha hecho uso de metodología cualitativa recogiendo información de los encargados de área de reclutamiento y enfermería. En el caso de la metodología cuantitativa, el diseño ha sido de tipo descriptivo- exploratorio (formato de accidentes), comparativo-causal y correlacional. Se han realizado un formulario cualitativo, y para ello la observación. Así mismo, se han recogido fotografías, y videos de cómo estos interactúan dentro de sus áreas de trabajo como se muestra en anexos.

Para conocer los datos y los resultados presentados en los instrumentos aplicados por los autores de la investigación se realizó de manera presencial la visita a la empresa Pazstor dirigiéndonos con:

Coordinadora de reclutamiento y selección.

Enfermero de la organización.

Gerente de recursos humanos.

Todo esto se realizó de una forma ordenada y tranquila teniendo apoyo por parte de los dos entrevistados para la realización de la investigación y obtener resultados.

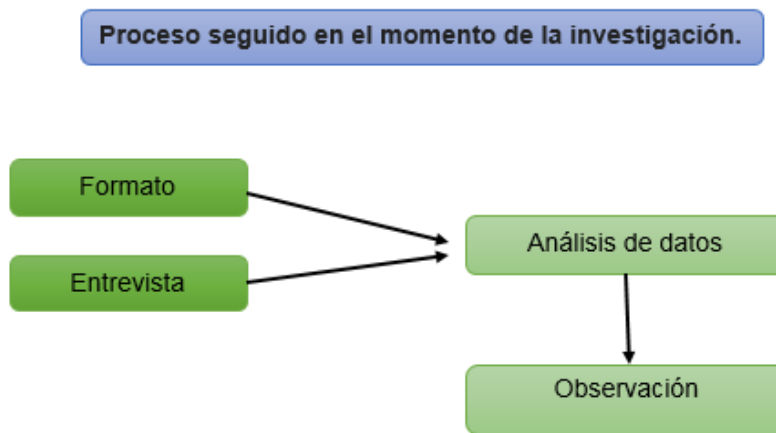
A continuación el formato aplicado:

FORMATO DE INVESTIGACION DE INCIDENTES Y ACCIDENTES DE TRABAJO PARA EMPRESA DE CALZADO PAZSTOR																						
<b>01/JULIO/2021</b>																						
ACCIDENTE _____			ACCIDENTE GRAVE _____			ACCIDENTE MORTAL _____			ACCIDENTE LEVE _____		INCIDENTE _____											
I. INFORMACIÓN DE LA PERSONA QUE SE ACCIDENTO																						
PRIMER APELLIDO			SEGUNDO APELLIDO			PRIMER NOMBRE			SEGUNDO NOMBRE													
TIPO DE IDENTIFICACIÓN				NÚMERO		FECHA DE NACIMIENTO				SEXO												
CC	CE	NU	TI	PA		D	D	M	M	A	A	A	A	M	F							
DIRECCIÓN										TELÉFONO		FAX										
DEPARTAMENTO				MUNICIPIO		CANA		CIVIL														
OCUPACIÓN HABITUAL				CÓDIGO OCUPACIÓN HABITUAL		TIEMPO DE OCUPACIÓN HABITUAL AL MOMENTO DEL ACCIDENTE																
FECHA DE INGRESO A LA EMPRESA				SALARIO U HONORARIOS (MENSUAL)		JORNADA DE TRABAJO HABITUAL																
	D	D	M	M	A	A	A	A	(1) DIURNA	(2) NOCTURNA	(3) MIXTO	(4) TURNOS										
II. INFORMACIÓN SOBRE EL ACCIDENTE																						
FECHA DEL ACCIDENTE				HORA DEL ACCIDENTE (0-23 HRS)				DÍA DE LA SEMANA EN EL QUE OCURRIÓ EL ACCIDENTE														
	U	U	M	M	A	A	A	A		LU	MA	ME	JU	VI	SA	DO						
JORNADA EN QUE SUCEDE				ESTABA REALIZANDO SU LABOR HABITUAL?																		
(1) NORMAL	(2) EXTRA	(1) SI	(2) NO	¿CUAL? (Indicar sólo en caso negativo)				CÓDIGO														
TOTAL TIEMPO LABORADO				TIPO DE ACCIDENTE																		
PREVIÓ AL ACCIDENTE				H	H	M	M	(1) VIOLENCIA	(2) TRÁNGITO	(3) DEPORTIVO	(4) RECREATIVO O CULTURAL	(5) PROPIO DEL TRABAJO										
CAUSÓ LA MUERTE AL TRABAJADOR?			DEPARTAMENTO DEL ACCIDENTE			FECHA DE LA MUERTE			MUNICIPIO DEL ACCIDENTE			LUGAR DONDE OCURRIÓ EL ACCIDENTE										
INDIQUE CUAL SITIO (Indique dónde ocurrió)						TIPO DE LESIÓN (MARQUE CON UNA X CUAL O CUALES)																
(1) ALMACÉN O DEPÓSITOS	(2) ÁREAS DE PRODUCCIÓN	(3) ÁREAS RECREATIVAS O PRODUCTIVAS	(4) CORREDORES O PASILLOS	(5) ESCALERAS	(6) PARQUEADEROS O ÁREAS DE CIRCULACIÓN VEHICULAR	(7) OFICINAS	(8) OTRAS ÁREAS COMUNES	(9) OTRO. (Especifique)	(10) FRACTURA	(11) LUXACIÓN	(12) TORSIÓN, ESQUELÉ, DISGARRO MUSCULAR, HERNIA O LACERACIÓN DE MÚSCULO O TENDÓN SIN HERIDA	(13) CONTUSIÓN O TRAUMA INTERNO	(14) AMPUTACIÓN O ENUCLEACIÓN (Exclusión o pérdida del ojo)	(15) HERIDA	(16) TRAUMA SUPERFICIAL (Incluye rasguño, punción o pinchazo y lesión en ojo por cuerpo extraño)	(17) ENVENENAMIENTO O INTOXICACIÓN AGUDA O ALERGIA	(18) EFECTO DEL TIEMPO, DEL CLIMA U OTRO RELACIONADO CON EL AMBIENTE	(19) ASFIDIA	(20) EFECTO DE LA ELECTRICIDAD	(21) EFECTO NOCIVO DE LA RADIACIÓN	(22) LESIONES MÚLTIPLES	(23) OTRO. (Especifique)

		(35) GOLPE, CONTUSIÓN O APLASTAMIENTO		
		(40) QUEMADURA		
<b>PARTE DEL CUERPO APARENTEMENTE AFECTADO:</b> (1) CABEZA (2) CUELLO (3) TRONCO (Incluye espalda, columna vertebral, médula espinal, <b>pecho</b> ) (3.1) TÓRAX (3.2) ABDOMEN (4) MIEMBROS SUPERIORES (4.4) MANOS (5) MIEMBROS INFERIORES (5.5) PIES (6) LESIONES MÚLTIPLES (7) LESIONES GENERALES U OTRAS		<b>AGENTE DEL ACCIDENTE: (CON QUÉ SE LESIONÓ EL TRABAJADOR)</b> (1) MÁQUINAS Y/O EQUIPOS (2) MEDIOS DE TRANSPORTE (3) APARATOS (3.6) HERRAMIENTAS, IMPLEMENTOS O UTENSILIOS (4) MATERIALES O SUSTANCIAS (4.4) RADIACIONES (5) AMBIENTE DE TRABAJO (Incluye superficies de tránsito y de trabajo, muebles, tejados, en el exterior, interior o subterráneo) (6) OTROS AGENTES NO CLASIFICADOS (6.6) ANIMALES (Vivos o productos animales) (7) AGENTES NO CLASIFICADOS POR FALTA DE DATOS	<b>MECANISMO O FORMA DEL ACCIDENTE</b> (1) CAÍDA DE PERSONAS (3) PESADAS, CHOQUES O GOLPES (4) ATRAMBES (5) SOBRESFUERZO, ESFUERZO EXCESIVO O FALSO MOVIMIENTO (6) EXPOSICIÓN O CONTACTO CON TEMPERATURA EXTREMA (7) EXPOSICIÓN O CONTACTO CON LA ELECTRICIDAD (8) EXPOSICIÓN O CONTACTO CON SUSTANCIAS NOXIVAS, RADIACIONES O SALPICADURAS (9) OTRO: (Especifique)	
<b>III. DESCRIPCIÓN DEL ACCIDENTE</b> DESCRIBA DETALLADAMENTE EL ACCIDENTE, QUE LO ORIGINÓ O CAUSÓ (Responda a las preguntas qué, cómo, cuándo, dónde, cómo y por qué)		<b>PERSONAS QUE PRESENCIARON EL ACCIDENTE</b> ¿HUBO PERSONAS QUE PRESENCIARON EL ACCIDENTE?    SÍ    NO    EN CASO AFIRMATIVO, SUBMITIR LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:		
		APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS _____ DOCUMENTO DE IDENTIDAD _____ CC    CE    NI, U    TI    PA		
		CARGO _____ No: _____		
		DECLARACION _____		
		APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS _____ DOCUMENTO DE IDENTIDAD _____ CC    CE    NI, U    TI    PA		
		CARGO _____ No: _____		
		DECLARACION _____		

### III. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el primer momento de la investigación siguen el mismo orden en que fueron recogidos y como se presentan en el diseño del formato en la metodología. Específicamente se analiza la información recogida en la empresa Pazstor planta 3. Para tal fin consideramos los datos recogidos a través de un formato de investigación de incidentes y accidentes de trabajo, la cual fue aplicada a dos personas la encargada de reclutamiento y el enfermero de la empresa mediante una tipo entrevista, (la combinación de estos dos instrumentos ha permitido ofrecer datos suficientes para la descripción del contexto) el registro de incidentes y accidentes dentro de esta y las visitas realizadas nos han apoyado en el proceso de investigación en la Pazstor. Para iniciar el diagnóstico se aplica un formato que tiene por objetivo conocer los tipos de accidentes que han ocurrido en el lapso del año pasado y del presente. Se informó a las dos partes seleccionadas el objetivo para que este se pudiera desarrollar ágilmente y por su parte estuvieron de acuerdo con compartir la información. A continuación la figura que muestra el proceso seguido en el momento de la investigación.



Por lo tanto el diagnóstico y resultados que nos arrojó la aplicación del formato en investigación indica que en la fábrica “La Pazstor” planta 3 por lo regular los accidentes más comunes son rasguños, cortaduras y pequeños golpes los cuales son presentados habitualmente en el área de producción en bandas tenido un tipo de herida leve, regularmente la zonas afectadas son las manos todo esto con los implementos, utensilios y herramientas de trabajo, la gravedad del accidente es leve en todos los aspectos. Por lo cual se comentó que el mes anterior también hubo un accidente con una herramienta la cual provocó fuertes lesiones con fractura de dedo de mano por distracciones. Todo esto en horas de labor en los horarios de 9 a 1 pm según lo que se informa. También mediante la observación de pudo notar que la empresa les da los equipos de protecciones necesarios tanto desde tapones de oídos como el uniforme que representa la empresa.

#### **IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)**

De acuerdo con la aplicación del formato realizado por las estudiantes para conocer los accidentes que ocurren en la empresa y aplicado el jueves 01 de julio del 2021 se obtuvo los siguientes resultados.

Dicho formato se aplicó a la encargada de reclutamiento y enfermero de la empresa donde se dio a conocer un accidente más significativo que ocurrían por mes. Los accidentes mencionados que ocurren en la empresa son los siguientes:

#### **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

1. Un trabajador de una de las bandas de producción sufrió un accidente con un instrumento (martillo) que usa para realizar su trabajo ya que este choco con la banda provocando que rebotara en su dedo pulgar ocasionando un esguince.

2. Un trabajador de producción también sufrió un accidente con un des cocedor y tuvo una cortadura leve. Se puede concluir que los accidentes principales que se dan en la empresa Pazstor son leves o medios de cortaduras, fracturas, quemaduras etc. Son más propensos en sufrir un accidente en el área de producción con un promedio de 3 a 4 accidentes, esto quiere que la prevención de riesgos laborales engloba todas aquellas actividades o medidas de seguridad adoptadas en una empresa, con el fin de reducir o evitar los riesgos derivados del trabajo. Cuidar y proteger la salud de todos los trabajadores garantiza el buen funcionamiento de cualquier empresa, contribuyendo así a la mayor calidad del trabajo realizado y a un ambiente mucho más sano y agradable.

Por lo que se recomienda que la empresa debe implementar estrategias que beneficien la seguridad de sus trabajadores como reglamentos, vigilancia, verificar que sus trabajadores cuenten con su equipo de seguridad, platicas informativas de lo importante que es su salud y bienestar en el trabajo.

#### **VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)**

El presente trabajo de investigación fue realizado bajo la supervisión de la Mtra. Laura Marisela Martínez Sánchez a quien me gustaría expresar mi más profundo agradecimiento, por hacer posible la realización de esta investigación. Además, de agradecer su paciencia, tiempo y dedicación en la realización de este mismo.

A la institución por el apoyo económico que nos brindó y a mis compañeras que me acompañaron en la realización de este verano de ciencias.

## VII. ANEXOS



## REFERENCIAS

Tesis:

Sornoza Avila, A. E. (2020). El cumplimiento de las normativas de seguridad e higiene ocupacional y su incidencia en la prevención de riesgo laboral en el Distrito de Salud N° 13D03 Jipijapa–Puerto López (Bachelor's thesis, Jipijapa. UNESUM.

Artículo científico:

Sánchez, C. C. (2020). La inclusión del salario emocional en México Norma Oficial Mexicana NOM- 035-STPS-2018. Factores de riesgo psicosocial en el trabajo-Identificación, análisis y prevención. Revista Cambios y Permanencias, 11(1), 602-624.

Tesis:

Romero, M. L. (2020). Prevención de accidente laboral. Noticias CIELO, (3), 4.

# PROCEDIMIENTO PARA INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTE LABORAL EN UNA EMPRESA DE FABRICACIÓN DE CALZADO

Pacheco Muñoz Diana Del Rocío  
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón  
Blvd. del Valle 2301, Guardarrayas, Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413.  
*lms17110401@purisima.tecnm.mx*

Martínez Sánchez Laura Marisela  
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón  
Blvd. del Valle 2301, Guardarrayas, Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413.  
*laura.ms@purisima.tecnm.mx*

Resumen - La presente investigación que se ha realizado en la fabrica de calzado Pazstor ubicada en Cd. Manuel Doblado, GTO, tiene como objetivo examinar la utilización de estrategias de la seguridad industrial en el ámbito laboral y para mejor exactitud se realizó la aplicación de un instrumento de recolección de la información como lo fue el formato de investigación de accidentes al interior de la institución que permitió recopilar datos acerca de los accidentes e incidentes ocurridos durante el año del 2021.

Se pretende disminuir el 45% los accidentes y evitar riesgos ya que el personal es el elemento más importante en una organización. Dando prioridad a determinar si la empresa de calzado Pazstor implementa medidas de seguridad en su establecimiento.

Palabras clave — Accidentes, Instrumento, datos, seguridad, medida, prevenir.

Abstract - The present investigation that has been carried out in the Pazstor footwear factory located in Cd. Manuel Doblado, GTO, aims to examine the use of industrial safety strategies in the workplace and for better accuracy the application of an instrument of Collection of information such as the accident investigation format within the institution that allowed the collection of data about accidents and incidents that occurred during the year 2021. It is intended to reduce accidents by 45% and avoid risks since personnel is the most important element in an organization. Giving priority to determining if the Pazstor footwear company implements security measures in its establishment.

Keywords — Accidents, Instrument, data, security, measure, prevent.

## I. INTRODUCCIÓN

Los accidentes de trabajo en general, varían en función a la frecuencia, a la gravedad y a las consecuencias, pero de cualquier forma dejan consecuencias. Lo mismo se puede decir de las enfermedades laborales, que se presentan cada vez con mayor frecuencia. Lo expuesto lleva como consecuencia directa a comprender la importancia de la Seguridad y la Higiene en el trabajo, la alta competitividad de las empresas las ha llevado a desarrollar programas de Higiene y Seguridad en el trabajo con el fin de aumentar la productividad y la calidad entre otras variables que interesan a las empresas en función a su desarrollo, junto con la contaminación ambiental y la ecología. Los peligros, los riesgos, representan una probabilidad de sufrir un accidente o contraer una enfermedad. A menudo, se presta menos atención a los problemas de salud laboral que a los de seguridad laboral, porque generalmente es más difícil resolver aquéllos. Ahora bien, cuando se aborda la cuestión de la salud, también se aborda la de la seguridad, porque, por definición, un lugar de trabajo saludable es también un lugar de trabajo seguro. En cambio, puede que no sea cierto a la inversa, pues un lugar de trabajo considerado seguro no es forzadamente también un lugar de trabajo saludable. Lo importante es que hay que abordar en todos los lugares de trabajo los problemas de salud y de seguridad. En términos generales, la definición de salud y seguridad laborales que hemos dado abarca tanto la salud como la seguridad en sus contextos más amplios.

## II. MARCO TEÓRICO

Revisión histórica de la salud ocupacional y la seguridad industrial

La seguridad industrial estudia los accidentes y los riesgos laborales con un enfoque preventivo y de investigación, en tanto que la salud ocupacional estudia las enfermedades ocupacionales basándose en el diagnóstico precoz y el tratamiento pertinente. Asimismo, la salud ocupacional abarca la higiene industrial, la medicina del trabajo y la salud mental ocupacional; mientras que la seguridad industrial abarca la ergonomía y el análisis de ambiente. Laboralmente, los oficios artesanales fueron reemplazados por la producción en serie. Los campesinos migrantes no recibían el sueldo que esperaban, pero se veían obligados a trabajar en condiciones infrahumanas porque no tenían otra opción. Como la cantidad de personas migrantes sobrepasaba la capacidad de las ciudades, la densidad poblacional aumentó y con ello cundió el hacinamiento y proliferaron las enfermedades y las epidemias. Los mayores aportes sobre medicina ocupacional en Grecia, se dieron en el campo del trabajo de minas y el de las enfermedades por intoxicación. El padre de la medicina, Hipócrates (460- 370 a.c.) escribió un tratado sobre las enfermedades de los mineros, a quienes recomendaba tomar baños higiénicos para evitar la saturación de plomo.

En Roma, la toxicidad por mercurio fue descrita por Plinio y Galeno 10, así como los efectos del plomo en los trabajadores de mina Plinio (62-113 d.c.) fue el primero en describir las ‘enfermedades de los esclavos’. Hizo referencia a los peligros del manejo del azufre y el zinc y enunció varias normas preventivas para los trabajadores de minas de plomo y mercurio. Por ejemplo, recomendó a los mineros, el uso de respiradores fabricados con la vejiga de animales. Karl Marx (1818-1883) y Frederic Engels (1820-1895), quienes se interesaron por los derechos de los trabajadores, son los promotores de la sindicalización que serviría como un canal para la mejora de las condiciones de trabajo, incluyendo la seguridad. Dos años más tarde comienzan las inspecciones para verificar el cumplimiento de las normas, que tendrían sustento legal.

Las primeras referencias sobre el daño a la audición humana causada por ruido se encuentran en el Regimen Sanitatis Salerenitarum que fue escrito en 1150.

Para 1960, la seguridad industrial es ya una ciencia y una profesión, cuyos aportes a la industria y el trabajo, son valorados en tanto que se eliminan o minimizan los riesgos ocupacionales, permitiendo reducir los costos económicos que afectan la producción.



En la actualidad, la seguridad industrial viene generando gran interés de parte de los empresarios, los trabajadores y los políticos. En particular, los gobiernos han invertido dinero en la difusión de normas de seguridad y en la inspección periódica de empresas, fábricas e industrias a través de diversos organismos de control. (Gallegos, 2012)

#### Teorías de las causas de los accidentes

Los accidentes se definen como sucesos imprevistos que producen lesiones, muertes, pérdidas de producción y daños en bienes y propiedades. Es muy difícil prevenirlos si no se comprenden sus causas. Ha habido muchos intentos de elaborar una teoría que permita predecir éstas, pero ninguna de ellas ha contado, hasta ahora, con una aceptación unánime. Investigadores de diferentes campos de la ciencia y de la técnica han intentado desarrollar una teoría sobre las causas de los accidentes que ayude a identificar, aislar y, en última instancia, eliminar los factores que causan o contribuyen a que ocurran accidentes. En el presente artículo se ofrece un breve resumen de las diferentes teorías sobre sus causas, además de una estructura de los accidentes.

La Teoría sobre la prevención de accidentes Fue por W. H. Heinrich (1931), quien desarrolló la denominada teoría del “efecto dominó”. De acuerdo con esta teoría un accidente se origina por una secuencia de hechos. Heinrich propuso una “secuencia de cinco factores en el accidente”, en la que cada uno actuaría sobre el siguiente de manera similar a como lo hacen las fichas de dominó, que van cayendo una sobre otra. He aquí la secuencia de los factores del accidente:

Herencia y medio social.

Acto inseguro.

Falla humana.

Accidentes.

Lesión.

Heinrich propuso que, del mismo modo en que la retirada de una ficha de dominó de la fila interrumpe la secuencia de caída, la eliminación de uno de los factores evitaría el accidente y el daño resultante, siendo la ficha cuya retirada es esencial la número 3. Si bien Heinrich no ofreció dato alguno en apoyo de su teoría, ésta presenta un punto de partida útil para la discusión y una base para futuras investigaciones.

(Botta, 2010)

#### Seguridad e higiene industrial

Se puede definir como aquella ciencia y arte dedicada a la participación, reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores o elementos estresantes del ambiente presentados en el lugar de trabajo, los cuales pueden causar enfermedad, deterioro de la salud, incomodidad e ineficiencia de importancia entre trabajadores. La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional, (OSHA) reunió en efecto la seguridad y la higiene. La higiene industrial es la especialidad profesional ocupada en preservar la salud de los trabajadores en su tarea. Es de gran importancia, porque muchos procesos y operaciones industriales producen o utilizan compuestos que pueden ser perjudiciales para la salud de los trabajadores.

Para conocer los riesgos industriales de la salud es necesario que el Responsable de Seguridad e Higiene tenga conocimiento de los compuestos tóxicos más comunes de uso en la industria, así como de los principios para su control. Se debe ofrecer protección contra exposición a sustancias tóxicas, polvos, humos que vayan en deterioro de la salud respiratoria de los empleados. La ley (OSHA) exige que las organizaciones conserven registros precisos de exposiciones de los trabajadores a materiales potencialmente tóxicos. Las empresas están en la obligación de mantener el lugar de trabajo limpio y libre de cualquier agente que afecte la salud de los empleados. (Kayser, 2017, págs. 180-207)

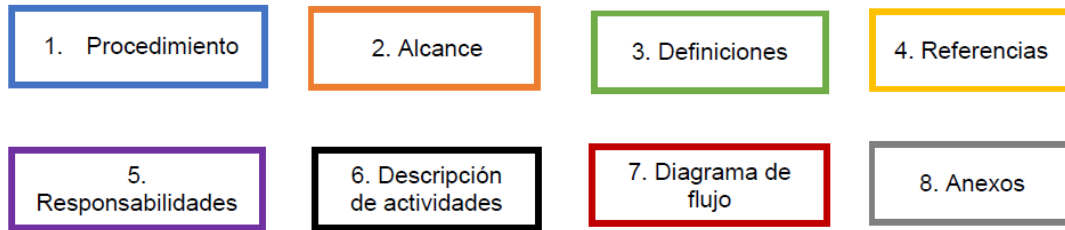
### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 1) Diseño de procedimiento

El diseño del proyecto tiene como objetivo crear nuevos procesos o mejorar los ya existentes. Debe quedar claro que, a diferencia del análisis, el diseño del proceso está orientado hacia el futuro y es imposible llevar a cabo esta actividad de manera competente y correcta sin haber sido hecho el debido análisis.

La estructura de los procedimientos queda de la siguiente manera:

Fig. 1.1 Diseño de procedimientos



Los procedimientos son una serie de pasos seleccionados en el trabajo ejecutados por más de una persona que constituyen una forma reconocida y aceptada. Por lo tanto se considera que para poder llevar a cabo un estudio sistemático de los procedimientos, el analista debe considerar una serie de aspectos que son de vital importancia y de los cuales dependerá el éxito de su labor, tales aspectos son los que se presentan en la figura 1.1.

#### 2) Formato de investigación de accidentes

Para presentar los resultados de este trabajo de investigación de manera escrita, se utilizó un formato de investigación de accidentes que fue aplicado a la encargada y al doctor de la fábrica de calzado Pazstor tal cual como se presenta en la figura 1.2.

Fig. 1.2 Formato de investigación de accidentes

### IV. RESULTADOS

El diseño de procedimientos nos ayudó a una mejor organización del proyecto ya que nos mostraba desde donde partir para cumplir con nuestros objetivos y para dar recomendaciones de acerca de cuáles medidas puede implementar en un futuro para prevenir accidentes.

Por otra parte, el formato de investigación de accidentes nos dio más claridad acerca de aquellos accidentes que han pasado durante el año 2021 que realmente son mínimos pero es importante poner ciertas medidas de seguridad.

#### **V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)**

Es importante establecer medidas de prevención de accidentes y más en el área de producción pues aunque llegan a ser leves quitan tiempo de producción. Las distracciones pueden llegar a causar un accidente aún más fuerte y como distracción se ha catalogado los usos de celular en horario laboral o ingerir alimentos en su área de trabajo.

#### **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Es importante que se realicen medidas de prevención dentro de esta empresa pues aunque los accidentes sean los más mínimos se recomienda firmemente que sigan manteniendo el orden y la disciplina conforme al uso de celular en su área de trabajo, estos descuidos no solo pueden provocar un accidente en ellos, si no en los compañeros que los rodean.

#### **VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)**

Mis agradecimientos son principalmente para la maestra Marisela que nos apoyó en cada una de nuestras dudas al igual que mantener su apoyo diariamente y mantenernos motivadas con este proyecto.

#### **REFERENCIAS**

- Botta, N. (2010). Teorías y Modelización de los Accidentes. Red Proteger, 3
- Gallegos, W. L. A. (2012). Revisión histórica de la salud ocupacional y la seguridad industrial. Revista cubana de salud y trabajo, 13(3), 45-52.
- Kayser, B. (2017). Higiene y seguridad industrial. Recuperado el, 9, 180-207.

## LAS ACCIONES DE SUSTENTABILIDAD EN LAS MYPES DE LA CIUDAD DE TORREÓN COAHUILA

Denisse Esperanza Gomez Martínez

Facultad de Administración Fiscal y Financiera Carr. Torreón – Matamoros km. 7.5,

Cd Universitaria Torreón Coahuila

*denisse.martinez@uadec.edu.mx*

Hilda Haydee Chairez Hernández

Facultad de Administración Fiscal y Financiera Carr. Torreón – Matamoros km. 7.5,

Cd Universitaria Torreón Coahuila

*hichairezh@uadec.edu.mx*

Resumen — Se realiza la siguiente investigación que tiene como objetivo conocer las actividades de sustentabilidad en las Mypes de la ciudad de Torreón Coahuila. La metodología empleada tiene un enfoque mixto, utilizando un muestreo no probabilístico a conveniencia, y tomando como criterio el acceso a la información debido a la pandemia. Con el análisis de los resultados obtenidos se pudo observar que en la presente investigación se encontró con una gran escases de cultura dentro de las empresas, como se muestra en el grafico 3, refiriéndose con un poco más de la mitad de las Mypes no cuenta con algún tipo de capacitación, dejando de lado el cuidado y conocimiento de los recursos que se utilizan, viendo claramente la gran necesidad de incorporar la materia de sustentabilidad tanto en escuelas como en casa tomándolo mas como una necesidad

Palabras clave — Sustentabilidad, Mypes, Torreón

Abstract — the following investigation is carried out with the purpose of knowing the sustainability activities in the MSEs of the city of Torreon. The methodology used has different approaches. Using an unlikely sample for convenience. Taking as a criterion acces to information due to the pandemic. Thanks to the results obtained, it can be observed that in this research o great shortage of culture was found in coompanies. As shown in graph 3. A Little more tan half, they don't have capacitation. Leaving aside the care and knowledge of the resources used, leaving aside the care and knowledge of the resources that are used, clearly seeing the great need to incorporate the subject of sustainability both in schools and at home, taking it more as a necessity

Keywords — Sustainability, MSEs, Torreon

## I. INTRODUCCIÓN

El cambio climático ha sido un tema muy importante que todos conocen, pero pocos tienen acciones para poder ayudar a frenarlo, las nuevas generaciones están más conscientes de lo importante que es cuidar el planeta, por ello hay más emprendedores nuevos y responsables de cuidar los recursos, las generaciones pasadas dejaron escasos los recursos y esto conlleva a que sea difícil y casi imposible poder reparar el daño que se ha hecho.

Esto hace de suma importancia la sustentabilidad, el cuidado de los recursos que quedan y el poder alargar la vida útil de las cosas, ya es más que un hecho que no hay excusa para ser responsables de nuestros consumos con tantas alternativas amigables con el planeta que hasta se han incorporado materias para concientizar lo importante que es, y lo real que se ha vuelto este problema.

Los recursos son cada vez más escasos y se debe encontrar la manera de cumplir con las necesidades sin afectar de manera abusiva estos mismos, se comienza desde lo personal hasta lo laboral con la educación que se ha dado a lo largo de los años a cada persona. Se deberá estar consiente de cómo se han obtenido esos recursos, como se cumplen nuestras necesidades y que es lo que puede hacer para contrarrestar, regresar lo que se consume. Las Mypes que se han seleccionado para esta investigación son por ser las más vulnerables a los cambios de la globalización dentro de la ciudad de Torreón Coahuila. Aquel desarrollo que satisface las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (Brundtland, 1987) Así mismo La sustentabilidad es algo que se puede sostener a lo largo del tiempo sin agotar sus recursos o perjudicar el medio ambiente (Cohelo, 2021)

Para determinar los países más sostenibles se analizaron 99 países mediante siete pilares como la sustentabilidad ambiental, social y el transporte con estas mismas características. También se ha considerado el interés a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. La mayoría de los países sostenibles se concentran en Europa, región donde las naciones escandinavas concentran al menos la mitad figuran en los primeros 10 lugares. Aunque no ocupa ninguna de las primeras posiciones, latinoamérica también figura con países como Bolivia, Perú, Panamá, Chile, Uruguay, Argentina o Ecuador. México ocupó la posición 75 en el listado del reporte emitido por la agencia de análisis de mercado.

Los Países como Suecia, Finlandia, Austria, Estonia y Noruega ocupan las primeras cinco posiciones del listado. Lo que deja algo claro: los escandinavos son la punta de lanza de los nuevos modelos de turismo. “Escandinavia es ejemplar en su compromiso y conciencia de sustentabilidad, donde 65% de los negocios de viajes ya han implementado una estrategia sostenible”, indica el reporte sobre la región que incluye también a Islandia. (Garrido, 2021).

Norma ISO 14001

La norma internacional ISO 14001 nace como respuesta a la preocupación mundial por el medio ambiente y la proliferación de normativas ambientales regionales. Es en este contexto, surge la necesidad un indicador universal para evaluar los esfuerzos de una organización por alcanzar una protección ambiental confiable y adecuada. La Organización Internacional para la Estandarización (ISO) ISO se compromete a crear normas ambientales internacionales, después denominadas, ISO 14000 de la que actualmente forma parte la norma certificable ISO 14001:2015.

Se debe tener presente que las normas estipuladas por ISO 14001 no fijan metas ambientales para la prevención de la contaminación y la protección del medio ambiente, ni tampoco se involucran en el desempeño ambiental a nivel mundial, sino que, establecen herramientas y sistemas enfocados a los procesos de producción al interior de una empresa u organización, y de los efectos o externalidades que de estos deriven al medio ambiente, ayudando de esta forma a reducir los riesgos ambientales. (Normas-iso, 2021).

Empresas certificadas ISO 14000: ACER Peripherals Mexicana SA de CV, Advance Transformer, Advance

Transformer, AGA SA de CV, Agronitrogenados, Airpax de México, SA de CV, ALTEC, Altos Hornos de México, S.A. de C.V. (AHMSA), Entre otras. Esta investigación tiene como propósito conocer las actividades de sustentabilidad dentro de las Mypes en la ciudad de Torreón Coahuila.

## II. METODOLOGÍA

La presente investigación tiene enfoque mixto iniciando con una revisión de literatura, artículos, libros y posteriormente la formación del marco teórico, para continuar con la aplicación de un instrumento realizando encuestas a los encargados de las empresas, el objetivo de estudio seria las empresas pequeñas y micros de Torreón. El padrón de empresas que se considero fue el 'SIEM' (Sistema de Información empresarial mexicano). Donde se tiene una muestra no probabilística conveniencia tomando como criterio la relevancia del negocio y la circunstancia de la pandemia. Se realizaron 53 encuestas a Mypes en la ciudad de Torreón.

## III. RESULTADOS

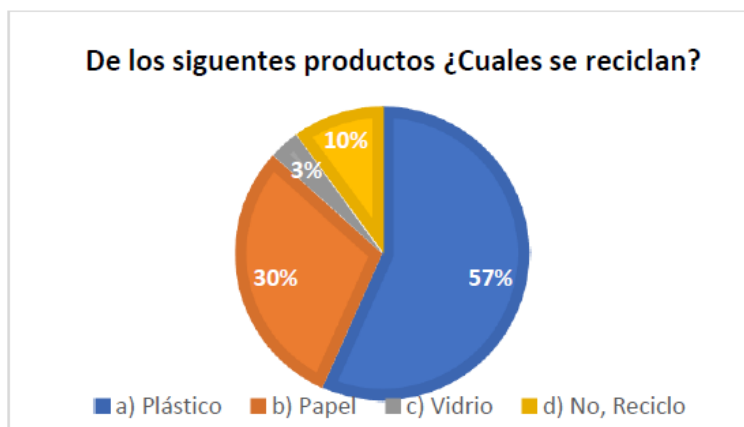
En los siguientes datos que se proporcionan y se analizara los resultados de la aplicación del instrumento como son: reciclaje y la sustentabilidad en las Mypes.

Gráfica 1. Conocimiento sobre reciclaje. Fuente: Elaboración Propia



Como se puede observar en la Grafica 1 el 4% de los encuestados no conocen el concepto de reciclaje, ya que hay una ausencia de responsabilidad ambiental en las empresas, por lo tanto, con un 96% las Mypes son responsables y consientes de la contaminación en su entorno.

Gráfica 2. Clasificación de productos. Fuente: Elaboración Propia

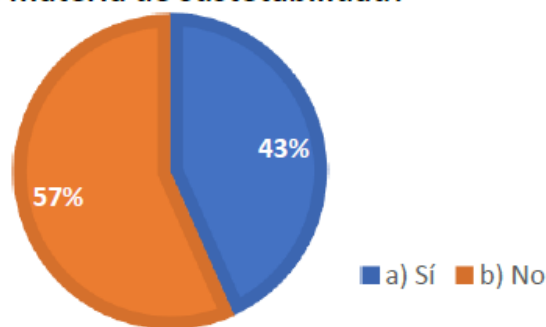




En la gráfica 2 el 57% el producto que más se recicla es el plástico, y con un 30% lo ocupa el papel ya que es uno de los principales productos y con un 2% de participación el vidrio, el 10% de las Mypes no emplea el reciclaje ya que pudiera ser que no se tiene una concientización ambiental.

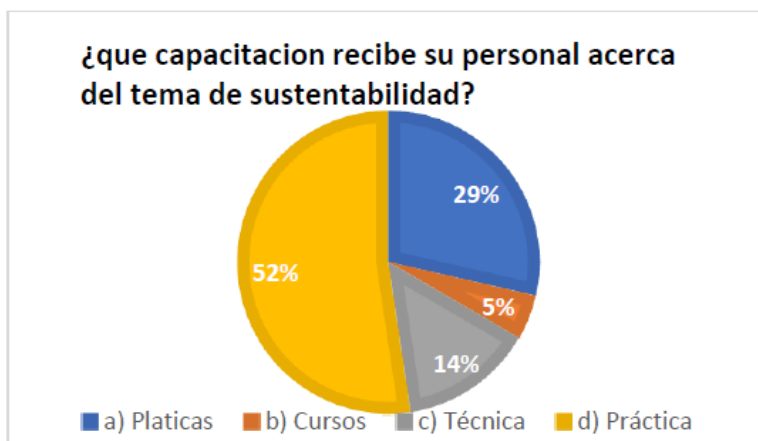
Gráfico 3. Capacitación de personal. Fuente: Elaboración Propia

### ¿La empresa cuenta con capacitación a su personal en materia de sustentabilidad?



Como podemos observar en el gráfico 3 el concepto de sustentabilidad es importante, así como la capacitación al personal de las empresas, por eso tenemos una participación del 43% de las Mypes, el cual debemos generar una mayor conciencia sobre este tema ya que el 57% no proporciona tal capacitación a su personal.

Gráfico 4. Tipos de capacitación. Fuente: Elaboración Propia



Al analizar el gráfico 4 la mayoría de las empresas realiza prácticas para la capacitación de su personal.

#### IV. CONCLUSIONES

En esta investigación se encontró que una gran escases de cultura dentro de las empresas, como se muestra en el gráfico 3, un poco más de la mitad no cuenta con algún tipo de capacitación, dejando de lado el cuidado y conocimiento de los recursos que se utilizan, aunque es poco el porcentaje que si implementa métodos, se trata de hacer un pequeño cambio, en un punto de vista distinto y pudiendo justificar esta falta de conocimiento es que estas empresas son manejadas por personas mayores, y en otra parte los más consientes son jóvenes emprendedores que saben lo importante que es el cuidado de los recursos que se utilizan para sus materias primas ya que recibieron la escases de recursos en estos últimos años gracias a la sobre explotación de tantos materiales naturales.

## V. RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Coahuila y a las empresas por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

## REFERENCIAS

Coelho F. (2021), significado de sustentabilidad, recuperado de <https://www.significados.com/sustentabilidad/> 1 Junio

Garrido I. (2021), Los 10 países más sustentables para visitar al menos una vez en la vida, recuperado de <https://www.gq.com.mx/estilo-de-vida/articulo/paises-mas-sustentables-del-mundo-para-visitar> 04 Julio

Brundtland. (2021), ¿Qué es el desarrollo sostenible?, recuperado de <https://www.un.org/spanish/conferences/wssd/desarrollo.htm> 04 Julio

Normas-iso. (2021), ISO 14001 Gestión Medio Ambiental, recuperado de <https://www.normas-iso.com/iso-14001/> 04 Julio

## DECISIONES ECONÓMICAS EN CONTEXTOS SOCIALES.

Emmanuel Trujillo Avila

Universidad Autónoma de Coahuila Facultad de Administración Fiscal y Financiera Carretera Torreón - Matamoros Km. 7.5 s/n, Cd Universitaria, C.P.27087, Torreón, Coah.

*emmanuel\_trujillo\_avila@hotmail.com*

Luis Domingo Martínez Vázquez

Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Juriquilla

Boulevard Juriquilla 3001, Querétaro, 76230, México

*Ldmv82@gmail.com*

Resumen — Las decisiones económicas en la población suelen buscar el sustento de las necesidades básicas de estas, llevando a tomar decisiones de acuerdo a la situación. Diversas variables como el incentivo, la edad o el interés de la situación experimentada llevan a una resolución de acuerdo con sus diferentes tipos de impulsividad. En este trabajo se buscó estudiar la población femenina en un rango de edad entre 18 a 43 años. Recolectando diversos datos de esta población, se aplicó un juego de bienes comunes para evaluar sus reacciones e impulsividades y como estas tiene correlación con diversa información de las participantes y discutir que factores son los que más intervienen entre la sociedad.

Palabras clave — Decisiones económicas, diferentes tipos de impulsividad, juego de bienes comunes, sociedad.

Keywords — Economic decisions, different types of impulsivity, common goods game, society.

Abstract — The economic decisions in the population, seek to cover their basic needs, leading to make decisions according to the situation. Diverse variables, such as incentive, age, or interest in the experienced situation, lead to a resolution according to their different types of impulsivity. This work study the female population in an age range between 18 and 43 years. We got data from this population, and applied a game of common goods, to evaluate their reactions and types of impulsivity, and how these correlate with participant's traits. Finally, we discuss which factors are the most influential in society.

## I. INTRODUCCIÓN

Generalmente, las decisiones económicas individuales se encargan principalmente en cubrir las necesidades básicas del individuo como el consumo, inversión, ahorro y protección, permitiendo decidir de acuerdo a lo que busca cubrir el sujeto [1]. Las decisiones en las cuales un sujeto puede llegar a concluir cierta resolución están relacionadas por diversos medios conductuales para llevar a cabo este proceso.

Diferentes situaciones pueden llevar a tomar decisiones no planeadas y, dependiendo de ciertos factores influyentes, como serían los incentivos, necesidades, pensamientos y hasta tiempo, pueden repercutir al pensamiento del individuo.

Es por esto que esta investigación trabajó con mujeres entre 18 y 43 años para estudiar estas limitaciones e identificar de manera cuantitativa qué es lo que influye en sus decisiones económicas en un ambiente social.

## II. MARCO TEÓRICO

De acuerdo con “Behavioral Economics: When Psychology and Economics Collide” de Scott Huettel [2]: “Nosotros solo necesitamos un momento de introspectiva, y así podremos reconocer nuestras propias limitaciones. Pero necesitamos la ciencia para ayudarnos a comprender esas limitaciones e identificar maneras de superar nuestras limitaciones; y volvernos mejores tomadores de decisiones.”

En un sentido cuantitativo, se busca encontrar las correlaciones que inciden en la reacción y acción de las decisiones tomadas en mujeres de 18 a 43 años en conceptos económicos influyentes sobre la cuestión social.

Se tuvieron en cuenta que diversos factores como la edad, variedad de impulsividades y el gusto a ciertos incentivos propuestos, son influyentes para las diversas reacciones y decisiones de la población.

Ciertas correlaciones relevante, como lo son por ejemplo lo referente a la impulsividad motora y no mencionados en esta presente lograrían entrar al análisis y resultados si su probabilidad de que fuesen respuestas al azar (Calculadas mediante método Spearman por RStudios) no fuese tan alta.

## III. METODOLOGÍA

### A. Enfoque.

Esta investigación se enfocó en analizar el razonamiento femenino en personas con escolaridad mínima de nivel secundaria con un rango de edad entre 18 y 43 años.

### B. Recolección.

Se invito a 13 sujetos de sexo femenino, que tuvieran una escolaridad mínima de secundaria, con un rango de edad entre 18 a 43 años; los cuales debían de cumplir con entregar un consentimiento informado y haber contestado un cuestionario de impulsividad.

Los sujetos fueron sometidos a un tratamiento sobre un juego de los bienes comunes. En esta práctica participaban el sujeto, un moderador y dos cómplices; uno que siempre contribuía y otro que en la ronda final traicionaba el trato acordado entre las participantes. Se llevó por medio de la plataforma de Zoom y el juego consistía con resolver cinco matrices con nueve números donde solo dos de estos daban un diez sin decimales. Las participantes debían de encontrar estos dos números de nueve ofrecidos para obtener un puntaje. Por cada matriz completada, obtenían un punto.

Una vez resueltas estas cinco matrices, se les mostraba una tabla de puntaje y otra tabla donde se registran la inversión de los puntos que acordaban las participantes con un aumento del puntaje del 20%, el total más el puntaje y la repartición equitativa por persona, sin importar la inversión que hacía cada una, siempre recibirá un puntaje de la inversión hecha. Se manejaba un incentivo de chocolates, se les explicaba que cada tres puntos equivalían un chocolate, siendo estos calculados al final del juego y enviados por paquetería. Cuando se les daba a conocer su puntaje, disponían de un minuto para discutir el sujeto y las dos cómplices y llegar a un acuerdo

sobre el manejo de sus puntos. Una vez terminado el tiempo escribían por el chat su inversión acordada y enviaban el mensaje de manera general en una cuenta de tres segundos.

Este proceso se repetía por cuatro rondas, siendo la última o cuarta ronda donde una de los cómplices decide no invertir sus puntos. Esta acción generaba una reacción de disgusto

para el sujeto a estudiar y al no invertir sus puntos, la inversión total es menor, dando como resultado un menor puntaje para las que invirtieron y un aumento del puntaje para la cómplice que no invierte.

Luego de terminar el juego y explicar cuántos chocolates gana cada participante, el sujeto es sometido a un cuestionario donde se le propone diversas incógnitas sobre usar cierta cantidad de sus chocolates obtenidos a cambio de una penalización en porcentaje de los chocolates de la cómplice que traiciona. Se le miente al sujeto que, de las preguntas hechas en el cuestionario, se escogerá al azar una de las respondidas positivamente y esa se tomara en cuenta para la penalización.

Al final de ese cuestionario se procede a someterla a una entrevista en donde se le cuestiona diversas incógnitas las cuales son referentes a su grado de enojo por la traición, su gusto por los chocolates, la edad y que pregunta escogería del cuestionario sometido.

Una vez terminada la entrevista, se le explicó, al sujeto que sus dos compañeras eran cómplices y explicarle que en realidad gana una caja completa de chocolates por su participación y se le pregunta si no tiene dudas de lo experimentado antes de despedirse.

### C. Procedimiento.

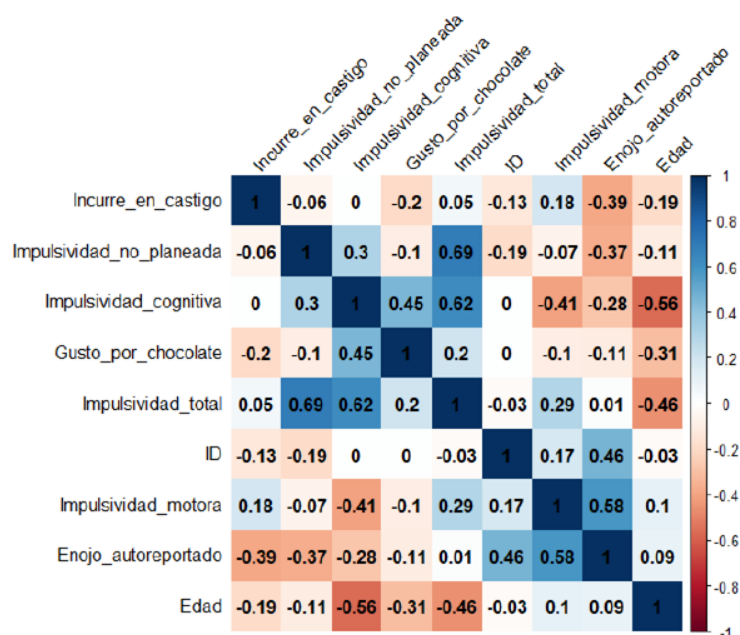
El registro de resultados se tradujo a un programa llamado Rstudio, que es un software que usa el lenguaje de programación R, con el fin de obtener resultados cuantitativos a la incógnita planteada de la investigación. Se calculó la correlación con el método Spearman, con los rangos de la tabla 1, las incógnitas y la probabilidad de que fuesen reales y asegurar que sus respuestas no hayan sido de manera aleatoria. [3]

Tabla 1. Interpretación del coeficiente de correlación de Spearman.

Valor	Significado
-1	Correlación negativa grande y perfecta.
-0.9 a -0.99	Correlación negativa muy alta.
-0.7 a -0.89	Correlación negativa alta.
-0.4 a -0.69	Correlación negativa moderada.
-0.2 a -0.39	Correlación negativa baja
-0.01 a -0.19	Correlación negativa muy baja
0	Correlación nula
0.01 a 0.19	Correlación positiva muy baja
0.2 a 0.39	Correlación positiva baja
0.4 a 0.69	Correlación positiva moderada
0.7 a -0.89	Correlación positiva alta
0.9 a 0.99	Correlación positiva muy alta.
1	Correlación positiva grande y perfecta.

## IV. RESULTADOS

Cuadro 1. Resultados de correlaciones.



Cuadro 2. Significancias.

	ID	Incurrir en castigo	Edad	Enojo autoreportado	Gusto por chocolate	Impulsividad cognitiva
ID	NA	0.30	0.53	0.01	0.53	0.60
Incurrir en castigo	0.30	NA	0.49	0.24	0.88	0.68
Edad	0.53	0.49	NA	0.08	0.03	0.00
Enojo autoreportado	0.01	0.24	0.08	NA	0.73	0.12
Gusto por chocolate	0.53	0.88	0.03	0.73	NA	0.01
Impulsividad cognitiva	0.60	0.68	0.00	0.12	0.01	NA
Impulsividad motora	0.46	0.52	0.19	0.09	0.24	0.13
Impulsividad no planeada	0.02	0.07	0.10	0.03	0.49	0.09
Impulsividad total	0.28	0.21	0.06	0.29	0.14	0.03
	Impulsividad motora	Impulsividad no planeada	Impulsividad total			
ID	0.46	0.02	0.28			
Incurrir en castigo	0.52	0.07	0.21			
Edad	0.19	0.10	0.06			
Enojo autoreportado	0.09	0.03	0.29			
Gusto por chocolate	0.24	0.49	0.14			
Impulsividad cognitiva	0.13	0.09	0.03			
Impulsividad motora	NA	0.49	0.83			
Impulsividad no planeada	0.49	NA	0.00			
Impulsividad total	0.83	0.00	NA			

## A. Correlación con la edad y la impulsividad cognitiva.

La edad con la impulsividad cognitiva está negativamente y medianamente correlacionadas: mientras más jóvenes son los sujetos, más impulsividad suelen tener.

La impulsividad cognitiva se guía con el pensamiento de los jóvenes, llegando a veces con la imprudencia.

## B. Correlación con la impulsividad no planeada y el enojo auto reportado.

La impulsividad no planeada y el enojo auto reportado se encuentran negativamente y moderadamente correlacionados. El enojo auto reportado que se registra suele diferir con su impulsividad, reportándose reacciones no acordes con sus reacciones.

La reacción que tienen al momento no suele ser auto reportada por diversas razones, dependiendo del sujeto y su comportamiento.



### C. *Correlación con el gusto por el chocolate y la edad.*

La edad y el gusto por el chocolate están negativamente y moderadamente baja correlacionados: ocasionalmente, mientras el sujeto sea más joven, suele atraer más por los chocolates.

La edad suele ser un factor para el gusto por los dulces y afectar las respuestas por tener este elemento como incentivo.

### D. *Correlación con el gusto por el chocolate y la impulsividad cognitiva.*

El gusto por el chocolate y la impulsividad cognitiva se encuentran positivamente y moderadamente correlacionados: mientras el sujeto tenga una atracción mayor por los chocolates, mayor será su impulsividad cognitiva o una reacción consciente.

### E. *Correlación con el enojo auto reportado y la impulsividad cognitiva.*

El enojo auto reportado y la impulsividad cognitiva están negativamente y poco correlacionadas: situacionalmente, el enojo auto reportado no concuerda con la reacción del sujeto.

Algunos sujetos tienden a reportar su reacción de manera incoherente con sus acciones conscientes por cuestiones individuales.

### F. *Correlación con la impulsividad total y la impulsividad cognitiva.*

La impulsividad cognitiva y la impulsividad total logran estar positivamente y moderadamente fuerte correlacionadas: la reacción consciente del sujeto comúnmente es acorde a sus respuestas y registros generales.

### G. *Correlación con la impulsividad no planeada y la impulsividad total.*

La impulsividad no planeada y la impulsividad total se encuentran positivamente y moderadamente alta correlacionadas.

Por otro lado, en cuestión de su impulsividad cognitiva, sus reacciones y respuestas inconscientes suelen ser ligeramente más consistentes con sus registros generales.

## V. DISCUSIÓN

Como se mostró anteriormente, la edad en las mujeres es un factor decisivo para la toma de decisiones, ya que mayormente esta se correlaciona con diversas impulsividades y atracciones.

La impulsividad cognitiva en las mujeres es el elemento con mayor participación para la toma de decisiones; de este varían diversos resultados en los que se correlacionan con diversas impulsividades e incentivos, dándonos a entender que su decisión depende de su interés a la situación o el incentivo.

Comúnmente, se suelen concordar sus respuestas acordes sus reacciones, es por eso que su impulsividad cognitiva y su impulsividad no planeada están estrechamente correlacionadas de manera positiva con su impulsividad total.

## VI. CONCLUSIONES

Las diversas correlaciones encontradas en esta investigación nos hablan de cómo estas son influenciadas principalmente por la situación y el incentivo que tienen la población femenina entre 18 y 48 años de edad en las decisiones económicas.

El estilo de vida es como la persona se comporta ante la sociedad, como escoge gastar su tiempo, dinero, esfuerzos, es decir, sus elecciones. [4]

Como se presentó anteriormente, diversos factores como la edad o el incentivo influyen en el interés del sujeto para la toma de decisiones económicas. Estos resultados serán aplicados en una resonancia magnética para encontrar qué función tiene en el cerebro estas decisiones y poder plantearnos cómo esta resonancia se relaciona con los resultados actuales y obtener más información respecto a las decisiones económicas que enfrenta la sociedad.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de Coahuila y la Facultad de Administración Fiscal y Finanzas por la oportunidad de ser partícipe de esta estancia de verano. Agradezco al doctor Domingo Martínez por permitirme participar en su investigación y a mi compañera de verano, Julieta, por apoyarme para la elaboración teórica del trabajo.

## REFERENCIAS

- [1] Garay, G. “Las Finanzas Conductuales, el Alfabetismo Financiero y su Impacto en la Toma de Decisiones Financieras, el Bienestar Económico y la Felicidad.” *Perspectivas*, Vol. 36, pp 7-34. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/4259/425943146001.pdf> [consultado en 2021].
- [2] Huettel, S, *Behavioral Economics: When Psychology and Economics Collide*. Ed. The Teaching Company. Chantilly, 2014.
- [3] Martínez, R., & Campos, F. “Correlación entre Actividades de Interacción Social Registradas con Nuevas Tecnologías y el grado de Aislamiento Social en los Adultos Mayores.” *Revista mexicana de ingeniería biomédica*, Vol. 36, no. 3 pp 33-50. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmib/v36n3/v36n3a4.pdf> [consultado en 2021].
- [4] João, C., & Samuel, M. “La segmentación del mercado por el criterio psicográfico: un ensayo teórico sobre los principales enfoques psicográficos y su relación con los criterios de comportamiento.” *Visión de Futuro*, Vol. 19, pp 33-50. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5232058.pdf> [consultado en 2021].

## TERRITORIALIDAD CONVIVIALIDAD, Y AUTONOMÍA

Ibrahim Zárate Maldonado

Centro Regional de Educación Normal “Profra. Amina Madera Lauterio”

Prolongación Manuel José Othon s/n, C.P. 78520, Cedral S.L.P.

*ibrayomerozemo@gmail.com*

José Javier Maisterrena Zubirán

El Colegio de San Luis

Parque de Macul #155 Colinas del Parque, C.P. 78249, San Luis Potosí, S.L.P.

*javier.maisterrena@colsan.edu.mx*

Resumen — Este trabajo presenta la relación de la territorialidad, convivialidad y la autonomía en las comunidades del Altiplano Potosino. Explica cómo estos juegan un papel importante para su supervivencia y desarrollo de los pueblos. Se presentan diversos análisis y opiniones acerca del manejo y organización comunal para la conservación y obtención de sus intereses. Cómo tales situaciones hace cuestionarse acerca de los problemas presentados en las comunidades que mantienen una voz e identidad propia que es importante se respete, por ello es importante el análisis de Illich y su nueva sociedad para ampliar la visión hacia nuevas formas de vivencia. Resalta tener como ejemplo las nuevas sociedades como lo son los pueblos zapatistas.

Palabras clave — Territorialidad, Convivialidad, Autonomía.

Abstract — This work presents the relationship of territoriality, conviviality and autonomy in the communities of the Potosino Altiplano. Explain how these play an important role for the survival and development of the peoples. Various analyzes and opinions are presented about community management and organization for the conservation and obtaining of their interests. How such situations raises questions about the problems presented in the communities that maintain their own voice and identity that is important to be respected, which is why the analysis of Illich and his new society is important to broaden the vision towards new ways of living. It stands out to have as an example the new societies such as the Zapatista peoples.

Keywords — Territoriality, Conviviality, Autonomy.

## I. INTRODUCCIÓN

Se hacen evidentes las desigualdades nacionales y mundiales derivadas por el Covid-19. La pérdida del empleo o la fuente de ingresos donde millones se vieron obligados a reinventarse para sobrevivir. Dada la desigualdad en la revolución tecnológica donde solo el 20% de la población es necesaria para la producción. Con ello creándose una nueva clase social: la de los seres humanos desechables, descritos como el precariado.

Por lo que el análisis de diversas situaciones obligan a sociedades enteras a luchar por conseguir algo de autonomía por la pérdida de territorialidad. Se disminuye el control del Estado que se desapega de las necesidades de tales pueblos. Se crean zonas que se gobiernen de una manera distinta, con su cultura y características específicas, sin cambiar el gobierno completo. La lucha por conseguir una forma de autonomía donde se satisfaga de mejor manera las necesidades específicas de la comunidad resulta de una coordinación comunitaria que ayuda a trabajar en el desarrollo autogestivos.

Es inexistente algo por conquistar, ni un gobierno ni poder, es uno propio por construir. Un autogobierno total en cada comunidad que ayude al desarrollo de un “nuevo mundo donde quepan muchos mundos” (Esteve 2019 p.10). Como predicen los Zapatistas mencionado en La Insurrección en curso de Gustavo Esteve por lo que la territorialidad, convivialidad y autonomía juegan un papel importante en los pueblos campesinos para su supervivencia y desarrollo.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. *Convivialidad*

Illich (1978 p.5) describe que la convivialidad es una sociedad la cual genera herramientas al servicio de la persona integrada a la colectividad y no al servicio de un cuerpo de especialistas. Una sociedad donde el hombre controla la herramienta.

El ser humano es social y vive en varios tipos de sociedades con diversas diferencias. Aunque al ser un ente social, cada individuo tiene derecho a afirmar su individualidad sin perjudicar a los demás. Una convivialidad engloba a prácticas eficientes para la vida, mejorando la convivencia y la habilidad para vivir en conjunto relacionándose de una forma sana.

### B. *Territorialidad*

La territorialidad es una característica común de los seres humanos y animales, cada una con sus diferencias, los seres humanos mantienen limitaciones a nivel personal y en la sociedad de lo que cuenta como propiedad de nosotros para que este no sea irrumpido por otros.

Es una identificación de los individuos con un área determinada que consideran propia. El hombre es territorial y marca límites intangibles, siendo un comportamiento característico del ser humano mediante el cual logran determinada identidad de control y dominio efectivo o simbólico sobre un determinado entorno.

### C. *Autonomía*

El autogobierno es la autonomía de una jurisdicción que se rige a sí misma. En filosofía política el término autogobierno es usado para referirse a una nación o democracia. Por otro lado, cuando el término se refiere al proyecto político del anarquismo, se refiere al orden legal voluntario de una sociedad sin Estado, basado en la soberanía individual.

Derivado de lo anterior la autonomía será una forma de autogobierno donde contemplan el control de tierras, producción, gobierno, impartición de justicia, salud y educación, una forma de autogobierno que contemple y satisfaga las necesidades específicas de cada pueblo, donde ningún poder externo tiene autoridad sobre éste.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

Se inició el primer contacto con el Dr. José Javier Maisterrena Zubirán el 21 de junio del 2021 por medios virtuales dada la situación de la pandemia, a partir de ese momento se comenzó con el análisis del XIII Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de Estudios Rurales.

En tal evento se observaron tres ejes temáticos: Despojo, conflictos socioterritoriales y resistencias donde la Investigadora del Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias UNAM María Fernanda Paz Salinas (2021) mencionaba diversos causantes del despojo o destrucción de territorios. Algunos de ellos son la apertura comercial, proyectos de infraestructura, de producción, conducción y distribución, proyectos industriales, proyectos turísticos y procesos de urbanización.

El despojo o destrucción de los territorios de agua, tierras de cultivo, ríos, bosques y humedales es lo que genera conflictos con las zonas campesinas. Sin este territorio se imposibilita la existencia de la economía, la forma de vida y la existencia comunal. El despojo no siempre genera conflicto, ya que en muchas ocasiones es aceptable tal despojo para la expansión del capital e inversión. Sin embargo, el problema radica cuando se realiza este despojo a zonas campesinas cuyo sustento se basa en el trabajo de campo. Necesariamente en sus tierras para la sobrevivencia; la lucha en contra de mineras; y construcción e instalaciones destructoras de bosques, ríos y contaminantes de agua.

El Segundo eje fue Persistencia y cambios en las dinámicas sociales y productivas en la cual la participación de la investigadora Helda Eleonora de Guadalupe Morales de El Colegio de la Frontera Sur (2021) mencionaba acerca del tianguis de San Cristóbal de las Casas. Éste es una forma de control de tierras, producción y venta de manera autónoma, además de ser una manera de adquisición y consumo de alimentos sanos cuya producción en campo beneficiaba tanto a las comunidades como a las demás personas cercanas a San Cristóbal.

Esta idea de venta directa del productor y consumidor sin ningún tipo de intermediario representa la base para la creación de la Red Mexicana de Tianguis y Mercados Orgánicos. Para los pequeños y medianos productores es una oportunidad para ofrecer una mayor calidad de alimentos sanos y forma de vivir, con una visión de construir desde abajo comunidades que tiendan hacia el buen vivir.

El tercer Eje siendo Resistencias y autonomías en el desierto chihuahuense donde diversos representantes de comunidades mostraron su inconformidad por la forma de gobernación en sus comunidades que son regidas por cabeceras municipales. Mismas que se desatienden y se desprecupan por las necesidades de cada comunidad. Durante este eje se trató el tema del Ejido el Cedazo, municipio de Charcas, San Luis Potosí. El ejido mantuvo durante décadas problemas de territorialidad con terratenientes que se hacían pasar por dueños de tierras que fueron otorgadas al ejido el 25 de junio de 1925. Con la finalidad de beneficiar a campesinos se dio la devolución de las tierras después de que terratenientes fueron incapaces de demostrar papeles de compra y venta de tales tierras, lo que dio como resultado un levantamiento del Ejido del Cedazo y alrededores el día 23 de julio del 2011. El problema del agua fue lo que motivó a todas las personas del Cedazo para la recuperación de las tierras. Mismas que eran ricas en agua y que, al carecer de acceso a tal recurso, tenían problemas tanto en el pueblo como para los animales. Lo que resultó en una dificultad común de esta región: el agua y las tierras.

El sábado 26 de junio se celebró el décimo aniversario de la recuperación de las tierras del Tajo del Ejido del Cedazo. Oportunidad que se dio para conocer al Dr. José Javier, conversamos y cruzamos ideas acerca de temas educativos en pueblos, teniendo comentarios sobre que existen pueblos que nunca ocupan los aprendizajes que son otorgados en la escuela, y que su verdadera escuela siempre son las personas mayores de su mismo pueblo, que les enseñan el manejo de tierras y ganado. Actividades que mayoritariamente terminan desempeñando en la etapa adulta.

Para el conversatorio del día 26 de junio fue necesario la lectura de la “la sociedad desescolarizada” (Illich 1971).

Este autor considera la escuela una manera de negocio donde el saber era la mercancía que el maestro llevaba a los consumidores, los alumnos. Éstos debían pagar por conseguir aprendizaje inservible para la vida o para la contribución de la sociedad. Pues se crean solo alumnos obedientes y sumisos preparados para el trabajo. Illich estaba en contra de la educación obligatoria ya que consideraba que el mayor conocimiento útil se aprende fuera de ésta.

Illich, (1971) defendía la idea de que todos los ciudadanos tuvieran las mismas posibilidades para aprender o para transmitir conocimientos. Esto permite eliminar el control que se tiene para considerar como competentes a aquellas personas que tuvieran los recursos necesarios para conseguir un título universitario y así competir solo por conocimiento práctico y servible. Esto desprestigia/prestigia a los ciudadanos a través de un diploma o papel. Se ejercen evaluaciones de manera cualitativa por conocimientos y habilidades, conocimientos y habilidades prácticas que serán transmitidas libremente. El ciudadano tiene la libertad de escoger sus maestros, asesores pedagógicos y orientación intelectual con ello dejando de obligar a los individuos a adaptarse a las exigencias establecidas.

También fue necesario el análisis de “La Insurrección en curso” de Esteva (2019) para dialogar durante la estancia en el Cedazo, donde la lectura nos habla de los zapatistas de 1994 donde pensaban acerca de construir un mundo donde quepan muchos mundos. Se contraponen a la disolución de pueblos y culturas para integrar a todos en un diseño universal y uniforme al priorizar formas de coexistencia armónica.

Unos veían la globalización como promesa y otros como amenaza, pero todos como una realidad que era preciso aceptar. Los zapatistas fueron los primeros en sostener firmemente un rechazo radical convirtiéndolos en el claro ejemplo de que lo que dicen lo hacen y hacen lo que dicen. Su resistencia y empeño político, la sociedad por la que luchan, el sentido anticapitalista de su empeño, se expresa en condiciones creadas dentro de su realidad inmediata. Sus tejidos sociales, formas de organización y de vida anticipan claramente la sociedad que intentan construir.

Se aterriza en la idea de una sociedad que independiente su territorialidad mantenga una autonomía suficiente para su crecimiento y desarrollo. Capaz de crear una convivialidad basada en el tipo de amistad que es descrita por Gustavo Esteva (2021), donde la amistad debe verse como una inversión, un compromiso y empatía intelectual ante las prácticas que generen una atmósfera en la cual se pueda crecer en conjunto.

Actos presentados en el Ejido el Cedazo que, dado a las problemáticas con los terratenientes, tuvieron que unirse para recuperar un espacio que les pertenecía. Territorio rico en agua que ayudaba en la autonomía del pueblo para su sustento en el trabajo de las tierras de manera agrícola y la ganadería, actividades económicas principales de las comunidades de la región del Altiplano Potosino.

#### IV. RESULTADOS

La observación de diversas problemáticas en comunidades dio pauta a una reflexión crítica acerca de la forma en cómo se relacionan los pueblos en diferentes latitudes, especialmente los del altiplano potosino.

Con la intención de analizar cómo se transforman los pueblos en una acción colectiva, crecen en conjunto, siendo una revolución no solo conseguir el poder, sino que va aún más allá, el cambio de pensar, de vivir. El Cedazo comunidad del municipio de Charcas San Luis Potosí siendo una comunidad de 138 habitantes, que nos mostró que un cambio no solo se consigue yendo a votar, sino que el cambio verdadero ocurre cuando se trabaja en comunión, es ahí cuando se puede cambiar al mundo.

#### V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Es durante la estancia en el Cedazo durante su celebración del décimo aniversario de la recuperación de unas



tierras del ejido que se observa una unión del pueblo, una convivencia que generó lazos fuertes ese 25 de junio del 2011, fecha que marcaron de nuevo una territorialidad en tierras que fueron luchadas durante décadas.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este proyecto se analizaron diversas lecturas, conversatorios, videos para la reflexión sobre las problemáticas de las comunidades, además participando en el décimo aniversario de la recuperación de unas tierras del Ejido el Cedazo, aprendizajes significativos para la realización del proyecto.

Teniendo como finalidad la reflexión crítica acerca del trabajo y organización de las comunidades. Cómo este tipo de relaciones les permite a los habitantes de una determinada región organizar y dirigir al capital humano en la concreción de un objetivo común. La recuperación de los recursos naturales y del propio suelo es un tema que ocurre a lo largo del territorio nacional. El trabajo realizado en el altiplano es un claro ejemplo del anarquismo puro que, paradójicamente, conduce al autogobierno.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Expreso mi agradecimiento al Centro Regional de Educación Normal “Profra. Amina Madera Lauterio”, al Colegio de San Luis, al Dr. Jose Javier Maisterrena Zubirán y a mis padres por las atenciones y apoyo brindado para la realización del verano de la ciencia.

## REFERENCIAS

Esteva, G. (2019). La Insurrección en Curso. 1–51.

Illich, Ivan. (1978). La convivencia.

Illich, Iván. (1971). La sociedad desescolarizada. In Biblioteca anarquista.

# LA INNOVACIÓN ORGANIZACIONAL COMO HERRAMIENTA DE LA SUSTENTABILIDAD EN LAS MYPES EN EL MUNICIPIO DE TORREÓN COAHUILA.

**Estephania Gutierrez Reboloso**

Universidad Autónoma de Coahuila Carretera Torreón Matamoros Km 7.5  
*esphanireboloso@gmail.com*

**Lilibet Mendoza Wong**

Universidad Autónoma de Coahuila Carretera Torreón Matamoros Km 7.5  
*lilibetmendoza1@hotmail.com*

Resumen — Se realiza la presente investigación que tiene como propósito conocer las actividades de innovación organizacional y sustentabilidad en las Mypes de la ciudad de Torreón Coahuila. La metodología empleada tiene un enfoque mixto, utilizando un muestreo no probabilístico a conveniencia, tomando como criterio el acceso a la información debido a la pandemia. Dado los resultados obtenidos se pudo observar que la mayor parte de las Mypes encuestadas, realizan actividades aplicadas en los conceptos antes mencionados, sin embargo, muchas de ellas desconocen el concepto como tal. Por lo tanto se concluye en esta primera etapa que existe una falta de cultura en las Mypes lo cual, les impide impactar en su competitividad.

Palabras clave —Sustentabilidad, Innovación, Mypes, Torreón.

Abstract — The purpose of this research is to know the activities of organizational innovation and sustainability in the MSMEs of the city of Torreon Coahuila. The methodology used has a mixed approach, using a non-probabilistic convenience sampling, taking as a criterion the access to information due to the pandemic. Given the results obtained it could be observed that most of the surveyed MSMEs, perform activities applied in the concepts mentioned above, however, many of them do not know the concept as such. Therefore, it is concluded in this first stage that there is a lack of culture in the MSMEs, which prevents them from having an impact on their competitiveness.

Keywords — Sustainability, Innovation , MSMEs, Torreón.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la implementación de Innovación y sustentabilidad representan grandes ventajas competitivas para las empresas, el concepto de empresa sustentable e innovadora es un factor de diferenciación en el mercado requerido por las sociedades en las que operamos, este proceso se presenta como un elemento estratégico para el éxito organizacional de las empresas. (Gilligan, 2021), por ello esta investigación tiene como objetivo conocer que acciones realizan las mypes en estos aspectos, en la ciudad de Torreón Coahuila. Actualmente la sociedad demanda una competitividad más alta de las empresas, como consecuencia de esto, la innovación representa una ventaja competitiva para ellas, aunado a eso la preocupación creciente en actividades que promuevan el cuidado del medio ambiente ha favorecido la permanencia y su crecimiento. En este mismo sentido la innovación ha impactado en acciones que se relacionan con el equilibrio ecológico y en consecuencia ha disminuido el deterioro ambiental. Por lo cual es importante trabajar esos dos conceptos para ser implementados en las empresas. Hablando del aspecto ambiental se conoce como sustentabilidad al proceso que busca el equilibrio entre el medio ambiente y el uso de los recursos naturales (Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad, S.F). Por otra parte la Secretaria de Turismo(2017) menciona que la sustentabilidad es satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer el derecho de las generaciones futuras a satisfacer las propias. Con estas definiciones queda claro que con esto se busca un desarrollo ecológico que beneficie y proteja al medio ambiente pero al mismo tiempo que tenga un desarrollo económico y social, se debe de trabajar en conjunto con los avances tecnológicos y la innovación para lograr el equilibrio. Por ello la Innovación puede ser una herramienta para promover la sustentabilidad, esta interacción puede influir en el éxito de la empresa. Por otra parte la OCDE menciona que la innovación es un concepto extenso que comprende una amplia gama de actividades y procesos: mercados, actividades empresariales, redes y competencia, pero también las habilidades y organizaciones, la creatividad y la transferencia de conocimientos. (OCDE, 2012). La innovación para el manual de OSLO es la concepción e implantación de cambios significativos en el producto, el proceso, el marketing o la organización de la empresa con el propósito de mejorar los resultados.

Existen algunos tipos de Innovación, como lo son, la innovación de producto, de proceso, en Marketing y la innovación organizacional, en la cual se enfoca este trabajo, debido a que este tipo de Innovación contempla todos los cambios en las prácticas y procedimientos en las empresas. (Oslo, 2005) Nuestra investigación está dirigida a las micro y pequeñas empresas, debido a que este sector de empresas es más vulnerable ante la globalización. Actualmente, para que un país sea considerado sostenible existe el índice de desempeño Ambiental, que incluye 20 factores que determinan que tan sustentable es una nación tomando en cuenta la relación de los países con la practicas sustentables.

Dentro de los diez países más sustentables del mundo se encuentra Suiza como número uno, ya que cuenta con muy bajos niveles de contaminación del aire, excelente calidad de sus aguas y optimización de recursos naturales. Sus habitantes están entre las personas que tiene más cultura del medio ambiente y son incapaces de tirar basura o de ensuciar sus aires o sus aguas, dentro de la lista también se encuentran países como, Luxemburgo, Singapur, Alemania, República Checa, Suecia y Noruega. (CSRSTAFF, 2019). Por lo que se puede observar, México no se encuentra en la lista de los primeros 20 países más sustentables por lo que es importante este tipo de estudios. La compañía Bloomberg creo un índice global de innovación para mostrar los países más innovadores del mundo, dentro de este índice se encuentran aspectos como, el registro de patentes, la inversión en educación o la productividad. En la lista que se presenta, como primer lugar se encuentra Corea del Sur, algunos de los aspectos más relevantes que hacen que Corea del Sur sea considerado el país más innovador, es que este país cuenta con algunas empresas tecnológicas que son consideradas las más importantes del mundo, además, invierten en la educación y esta genera que en país haya más investigación, dentro de los que lideran esta lista se encuentran

países, como Alemania, Finlandia, Suiza, Israel, Singapur, Suecia, Estados Unidos, Japón y Francia. (Bloomberg, 2020)

En el mundo se tiene una preocupación por el cuidado del medio ambiente, y es por eso que Europa ha sido pionero en proponer un nuevo modelo económico que contempla todos los aspectos de prevención y cuidado ecológico, dentro de este sistema se incluye el concepto de economía circular.

**Economía circular**

Una economía circular es reconstituyente y regenerativa por diseño, y se propone mantener siempre los productos, componentes y materiales en sus niveles de uso más altos. Una economía circular es un ciclo de desarrollo continuo positivo que preserva y aumenta el capital natural, optimiza los rendimientos de los recursos y minimiza los riesgos del sistema, gestionando stocks finitos y flujos renovables. Funciona de manera efectiva a cualquier escala. (Cerdá, S.F)

La economía circular es un paradigma que tiene como objetivo generar prosperidad económica, proteger el medio ambiente y prevenir la contaminación, facilitando así el desarrollo sostenible, proponiendo diferentes estrategias en toda la cadena de producción y uso de los productos y servicios. (Prieto-Sandoval, 2017)

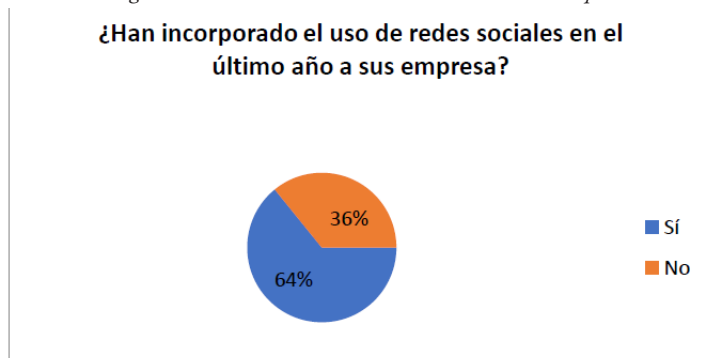
## II. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente Investigación tiene enfoque mixto iniciando con una revisión de literatura, revistas, libros, artículos y posteriormente la formulación del marco teórico, para continuar con la aplicación de instrumento, realizando encuestas a los encargados de las micros y pequeñas empresas: el objetivo de estudio son las micro y pequeñas empresas dedicadas al sector comercio en la ciudad de Torreón. Se seleccionó una muestra no probabilística a conveniencia. Tomando como criterio las empresas de mas fácil acceso debido a la pandemia Se realizaron 53 encuestas a micro y pequeñas empresas del sector comercio.

## III. RESULTADOS

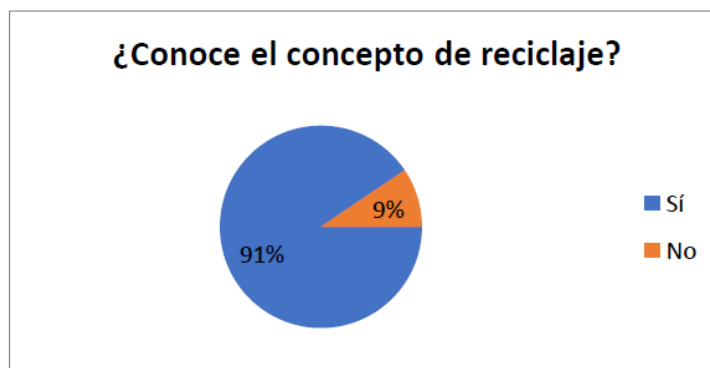
En base a la información recopilada de la aplicación del instrumento, se obtuvieron los siguientes resultados: el uso de las redes sociales en las empresas como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Uso de redes sociales. Fuente: Elaboración Propia



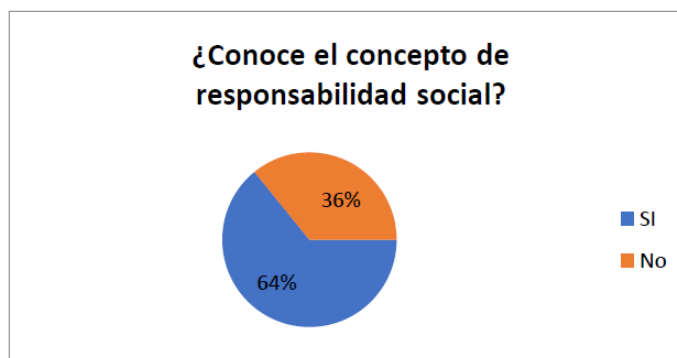
Como se puede observar la mayoría de las empresas han adoptado las ventajas que ofrece incorporar redes sociales a la empresas, como la nuevas formas de hacer publicidad o la facilidad de comunicación entre empresa y cliente. La subcontratación forma parte de algunas formas de innovar, como lo pudimos observar en los resultados de las encuestas, los cuales menciona que el 91% no realiza este proceso y solo el 9% si lo hacen. Además no se tiene el capital para invertir en este tipo actividades. Dentro de las acciones de sustentabilidad se encuentra la del reciclaje, como se puede observar en la figura 2.

Figura 2. Reciclaje Fuente: Elaboración Propia



El reciclaje es una parte fundamental de la sustentabilidad, debido al impacto en el medio ambiente. En esta figura se muestra que la mayoría de las empresas conoce el concepto, a pesar de que solo un porcentaje muy bajo desconoce este concepto, no significa que el porcentaje mayor lo implemente, ya que solo el 50% comentó que reciclan algunos productos. Entre los que más reciclan las Mypes se encuentra el plástico. Otro concepto importante dentro de la sustentabilidad es la responsabilidad social, como se muestra en la figura 3.

Figura 3. Responsabilidad social. Fuente: Elaboración Propia



En la figura anterior se observa que la mayoría de las Mypes conocen el concepto de responsabilidad social, lo cual es muy importante ya que esto impacta positivamente en lo social, económico y ambiental.

#### IV. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

En base a la información que se encontró se puede observar que la innovación y la sustentabilidad son conceptos que la mayoría de las Mypes desconocen, a pesar de esto algunas de ellas implementan acciones en este sentido, como el uso de redes sociales, capacitación y reciclaje, estas acciones forman parte de la innovación como se mencionado anteriormente en la introducción.

#### V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con los resultados obtenidos de esta investigación se concluye que las Mypes si realizan algunas de las acciones de Innovación organizacional y sustentabilidad, sin embargo estas empresas no están conscientes de lo que esto significa, ni el impacto que tiene sobre la sociedad y el medio ambiente, se recomienda sensibilizar a las Mypes a través de cursos de capacitación para que puedan realizar estas acciones de un forma más estandarizada y medir el impacto que pueden tener en la competitividad y desarrollo de su empresa además de que el implementar estas acciones les proporcionaría muchos beneficios, como lo son el generar una buena imagen, reducir sus costos,

ahorrando recursos naturales y al mismo tiempo innovando. Con los resultados que se obtuvieron de la presente investigación, Se contempla una segunda etapa, para poder analizar las causas del porque las mypes no implementan las acciones de innovación y sustentabilidad.

## VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Los autores hacen agradecimiento a la Universidad Autónoma de Coahuila, y a todas las Mypes de la ciudad de Torreón Coahuila que contribuyeron con esta investigación.

## REFERENCIAS

Bloomberg. (2020). Bloomberg Innovation Index.

Cerdá, E. (S.F). ECONOMÍA CIRCULAR, ESTRATEGIA Y COMPETITIVIDAD EMPRESARIAL . European University, Barcelona.

CSRSTAFF. (2019). Cuáles son los 10 países más sustentables del mundo.

CSRCONSULTING.

Gilligan, V. (2021). Sustentabilidad e innovacion, el rol de las empresas en la postpandemia. COLUMNISTAS..

OCDE. (2012). Innovación en las empresas Una perspectiva microeconómica. México: centro de la OCDE en México para América Latina.

Oslo, M. d. (2005). Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación .

EUROSTAT, OCDE.

Prieto-Sandoval, V. (2017). Economía Circular: Relación con la Evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación . MINECO/FEDER, 85. Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad. (S.F). Sustentabilidad: qué es, definición, concepto, principios y tipos. Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad.

Secretariade Turismo. (2017). 2017: Año del Turismo Sustentable. GOBIERNO DE MÉXICO.



# IMPLEMENTACION DE LA LLAMADA “LEY OLIMPIA” CONTRA LA VIOLENCIA DIGITAL EN MÉXICO.

Natalia Montserrat Del Bosque Ortiz  
Universidad Autónoma de Coahuila Boulevard Venustiano Carranza, UAdeC.  
República Oriente, 25280 Saltillo, Coah.  
*Natalia01.ndb@gmail.com*

Paola De La Rosa Rodríguez  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí Álvaro Obregón 64, Centro, 78300 San Luis, S.L.P.  
*paorosro@hotmail.com*

Resumen — Este trabajo intenta plasmar los avances legislativos en materia de la violencia digital en contra de las mujeres, plasmando como en México se empezó por la tipificación de este delito y cuales han sido los Estados que han adoptado la denominada “Ley Olimpia”, de la misma manera intentaremos abordar las razones por las cuales existía la urgente necesidad de la tipificación de este delito, así como destacar las nuevas modalidades de violencia en contra de la mujer de acuerdo con los avances tecnológicos de los últimos años, por medio de la recolección de datos, la investigación de informes y de las últimas reformas legislativas en materia de violencia contra las mujeres.

Palabras clave — Violencia digital, violencia mediática, ciberdelincuencia, Ley Olimpia, porno venganza.

Abstract — This work tries to capture the legislative progress in matter of digital violence against women, showing how in Mexico it began with the classification of this crime and which have been the States that have adopted the so-called the “Olimpia Law”; on the same way, we will try to address the reasons why there was an urgent need to classify this crime, as well as highlight the new forms of violence against women in accordance with the technological advances in recent years involving social media and internet; this through a process of data collection, research reports, newspaper news, and the latest legislative reforms in Mexico on violence against women.

Keywords— Digital violence, media violence, cybercrime, “Olimpia Law”, revenge porn.

## I. INTRODUCCIÓN

La denominada “Ley Olimpia” surge a raíz de la difusión de un video de contenido sexual no autorizado de una mujer en el estado de Puebla; derivado de ello se impulsó una iniciativa para reformar el Código Penal de dicha entidad y tipificar tales conductas como violación a la intimidad; acción que se ha replicado en 17 entidades federativas.

La “Ley Olimpia” no se refiere a una ley como tal, sino a un conjunto de reformas legislativas encaminadas a reconocer la violencia digital y sancionar los delitos que violen la intimidad sexual de las personas a través de medios digitales, también conocida como ciberviolencia. [1]

Con 446 votos a favor y uno en contra, el 29 de Abril del presente año los y las diputadas avalaron en lo general la reforma al Código Penal y a la Ley General de Acceso de las Mujeres a una Vida Libre de Violencia que fue aprobada por el Senado en noviembre pasado. [2]

La presidenta de la Comisión para la Igualdad de Género, Martha Lucía Micher Camarena, señaló que ésta era una deuda con las mujeres, niñas y adolescentes que han sido víctimas de estas modalidades de violencia, cuyos casos no han prosperado por la falta de una adecuada tipificación del delito.

Blanca Estela Piña Gudíño, legisladora de Morena, afirmó que la aprobación de esta Ley es el resultado de la lucha histórica de las mujeres mexicanas para tener una vida libre de agresiones. Además, reconoció la labor de las organizaciones civiles, quienes trazaron la ruta para que la violencia digital y mediática sea considerada un delito. La minuta que remitió la legisladora sólo incluía el tipo de violencia digital en la Ley General de Acceso de las Mujeres a una Vida Libre de Violencia.

Los senadores precisaron que esta modalidad es toda acción dolosa realizada mediante el uso de tecnologías de la información y la comunicación, por la que se exponga, distribuya, difunda, exhiba, transmite, comercialice, oferte, intercambie o comparta imágenes, audios o videos reales o simulados de contenido íntimo sexual de una persona sin su consentimiento, aprobación o autorización.

Hechos que le cause a dicha persona daño psicológico, emocional, en cualquier ámbito de su vida privada o en su imagen propia. Así como aquellos actos dolosos que causen daño a la intimidad, privacidad y/o dignidad de las mujeres, que se cometan por medio de las tecnologías de la información y la comunicación.

Además, incorporaron la violencia mediática como todo acto a través de cualquier medio de comunicación, que promueva estereotipos sexistas, haga apología de la violencia contra las mujeres y las niñas, produzca o permita la producción y difusión de discurso de odio sexista, discriminación de género o desigualdad entre mujeres y hombres, que cause daño a las mujeres y niñas de tipo psicológico, sexual, físico, económico, patrimonial o feminicida. [3]

## II. MARCO TEÓRICO

Estos han sido los Estados de la República Mexicana que han adoptado en sus Códigos Penales el tipo penal de la violencia digital o análoga por cronología.

Fig. 1. Reformas a los códigos penales

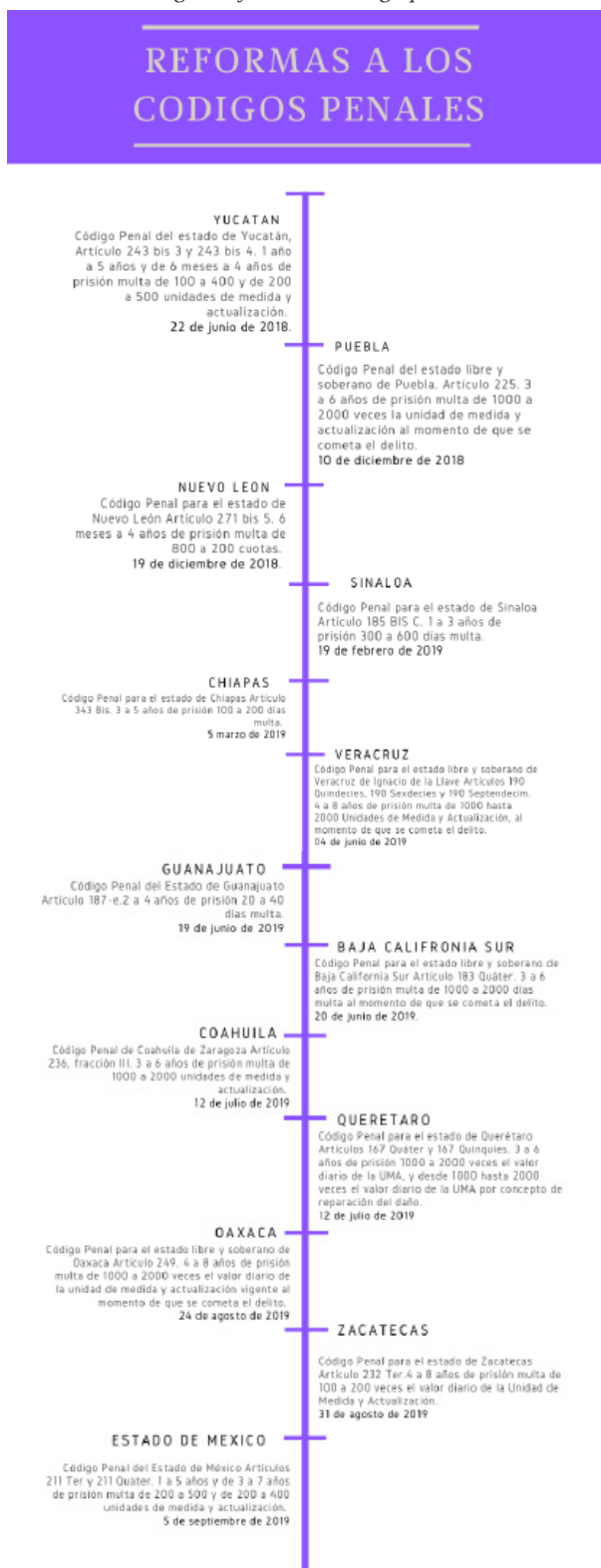
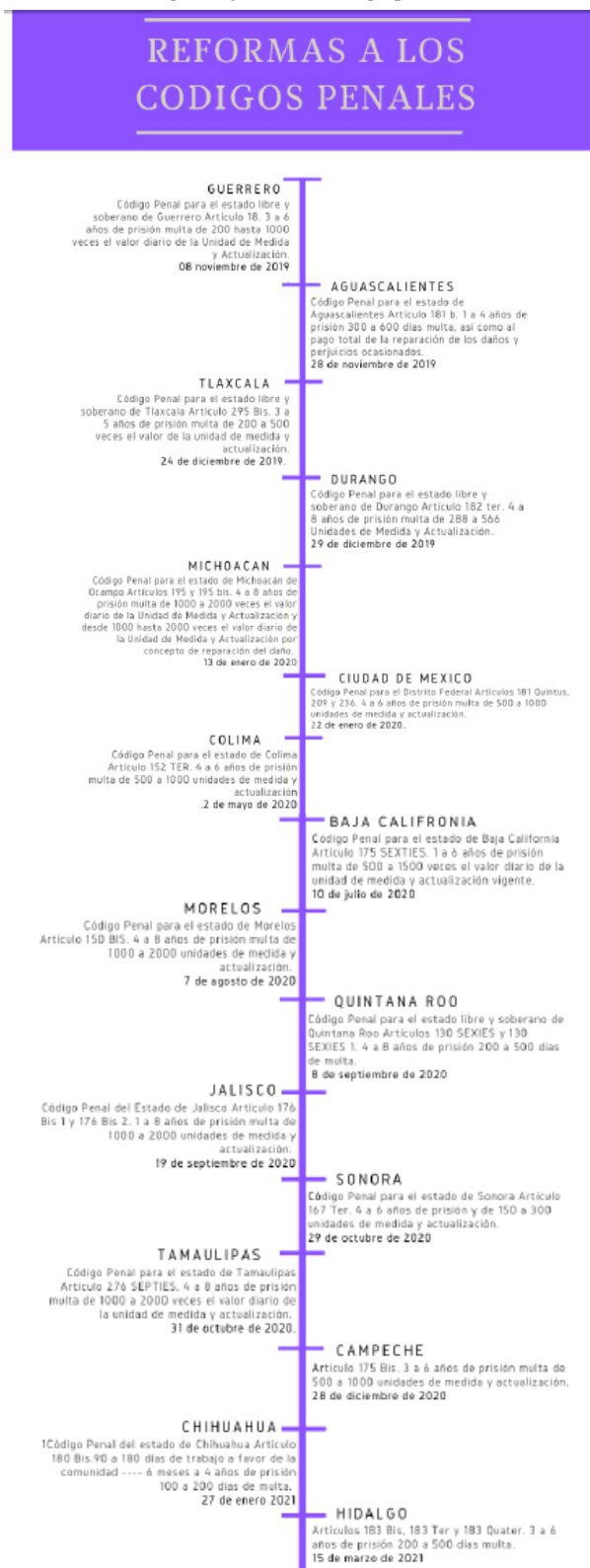


Fig. 2. Reforma a los códigos penales



### III. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología empleada en la investigación consistió en un sistema de búsqueda en el Diario Oficial de la Federación para ver las últimas reformas en los ordenamientos jurídicos, así como investigar los Códigos Penales de cada Estado. Además, se busco dentro de la minuta de la exposición de motivos del denominado proyecto de “Ley Olimpia” antes de ser aprobada por la cámara de diputados. Finamente se buscaron en noticias e informes sobre la violencia digital.

### IV. RESULTADOS

La reforma al Código Penal Federal sobre la Violación a la Intimidad Sexual contenía que: “Comete el delito de violación a la intimidad sexual, aquella persona que divulgue, comparta, distribuya o publique imágenes, videos o audios de contenido íntimo sexual de una persona que tenga la mayoría de edad, sin su consentimiento, su aprobación o su autorización. Así como quien videografe, audiografe, fotografíe, imprima o elabore, imágenes, audios o videos con contenido íntimo sexual de una persona sin su consentimiento, sin su aprobación, o sin su autorización. Estas conductas se sancionarán con una pena de tres a seis años de prisión y una multa de quinientas a mil Unidades de Medida y Actualización.” Además de incluir otro artículo relativo a las sanciones que obtendrán por incurrir en este delito: “Se impondrán las mismas sanciones previstas en el artículo anterior cuando las imágenes, videos o audios de contenido íntimo sexual que se divulguen, compartan, distribuyan o publiquen no correspondan con la persona que es señalada o identificada en los mismos”, “.- El mínimo y el máximo de la pena se aumentará hasta en una mitad: I.- Cuando el delito sea cometido por el cónyuge, concubinario o concubina, o por cualquier persona con la que la víctima tenga o haya tenido una relación sentimental, afectiva o de confianza; II.- Cuando el delito sea cometido por un servidor público en ejercicio de sus funciones; III.- Cuando se cometa contra una persona que no pueda comprender el significado del hecho o no tenga la capacidad para resistirlo; IV.- Cuando se obtenga algún tipo de beneficio no lucrativo; V.- Cuando se haga con fines lucrativos, o VI.- Cuando a consecuencia de los efectos o impactos del delito, la víctima atente contra su integridad o contra su propia vida.”

En cuanto a la Ley General de Acceso de las Mujeres a una vida libre de violencia, sobre la violencia digital y mediática reformo lo siguiente: “Violencia digital es toda acción dolosa realizada mediante el uso de tecnologías de la información y la comunicación, por la que se exponga, distribuya, difunda, exhiba, transmita, comercialice, oferte, intercambie o comparta imágenes, audios o videos reales o simulados de contenido íntimo sexual de una persona sin su consentimiento, sin su aprobación o sin su autorización y que le cause daño psicológico, emocional, en cualquier ámbito de su vida privada o en su imagen propia. Así como aquellos actos dolosos que causen daño a la intimidad, privacidad y/o dignidad de las mujeres, que se cometan por medio de las tecnologías de la información y la comunicación. Para efectos del presente Capítulo se entenderá por Tecnologías de la Información y la Comunicación aquellos recursos, herramientas y programas que se utilizan para procesar, administrar y compartir la información mediante diversos soportes tecnológicos. La violencia digital será sancionada en la forma y términos que establezca el Código Penal Federal, “Violencia mediática es todo acto a través de cualquier medio de comunicación, que de manera directa o indirecta promueva estereotipos sexistas, haga apología de la violencia contra las mujeres y las niñas, produzca o permita la producción y difusión de discurso de odio sexista, discriminación de género o desigualdad entre mujeres y hombres, que cause daño a las mujeres y niñas de tipo psicológico, sexual, físico, económico, patrimonial o feminicida. La violencia mediática se ejerce por cualquier persona física o moral que utilice un medio de comunicación para producir y difundir contenidos que atentan contra la autoestima, salud, integridad, libertad y seguridad de las mujeres y niñas, que impide su desarrollo y que atenta contra la igualdad.”, “Tratándose de violencia digital o mediática para garantizar la integridad de la

víctima, la o el Ministerio Público, la jueza o el juez, ordenarán de manera inmediata, las medidas de protección necesarias, ordenando vía electrónica o mediante escrito a las empresas de plataformas digitales, de medios de comunicación, redes sociales o páginas electrónicas, personas físicas o morales, la interrupción, bloqueo, destrucción, o eliminación de imágenes, audios o videos relacionados con la investigación previa satisfacción de los requisitos de Ley. En este caso se deberá identificar plenamente al proveedor de servicios en línea a cargo de la administración del sistema informático, sitio o plataforma de Internet en donde se encuentre alojado el contenido y la localización precisa del contenido en Internet, señalando el Localizador Uniforme de Recursos. La autoridad que ordene las medidas de protección contempladas en este artículo deberá solicitar el resguardo y conservación lícita e idónea del contenido que se denunció de acuerdo a las características del mismo. Las plataformas digitales, medios de comunicación, redes sociales o páginas electrónicas darán aviso de forma inmediata al usuario que compartió el contenido, donde se establezca de forma clara y precisa que el contenido será inhabilitado por cumplimiento de una orden judicial. Dentro de los cinco días siguientes a la imposición de las medidas de protección previstas en este artículo deberá celebrarse la audiencia en la que la o el juez de control podrá cancelarlas, ratificarlas o modificarlas considerando la información disponible, así como la irreparabilidad del daño.”

## V. CONCLUSIONES

En este proyecto es que se ve reflejado una de las tantas formas de violencia que existe hacia nosotras las mujeres, nos muestra un panorama general sobre las acciones que se han tomado por parte de los legisladores de nuestro país para frenar una violencia que ha evolucionado incluyendo ahora las nuevas tecnologías, que aunque por mucho tiempo fue subestimada las repercusiones han sido tan graves y han afectado en los derechos humanos de muchas mujeres víctimas de este fenómeno.

Debido al gran contexto de violencia hacia las mujeres en el que México se ve envuelto, esto ha sido un avance para tratar de frenar el fenómeno que nos envuelve como mujeres, y que aunque no es el único paso que se deba de tomar por parte de nuestras autoridades, si significa un reconocimiento hacia la lucha a la que muchas nos unimos para frenar la violencia.

Sin duda alguna, debemos seguir luchando como sociedad, como estado y nosotras como mujeres para lograr el respeto y dignidad de nuestros derechos, acabar con la cultura del machismo, corrupción e impunidad que invade a nuestro país que permite que se nos violenten derechos diariamente.

## IV. RECONOCIMIENTOS

Agradezco a todas las mujeres que diariamente luchan por hacer sus derechos, aquellas madres que nos han criado para que podamos lograrlo.

## REFERENCIAS

- [1] GOB, Ficha técnica, Ley Olimpia, Disponible en: <http://ordenjuridico.gob.mx/violenciagenero/LEY%20OLIMPIA.pdf>
- [2] FORBES MEXICO, “Aprueban la Ley Olimpia contra el acoso digital; habrá penas de hasta 6 años de cárcel”, abril 29, 2021, Disponible en: <https://www.forbes.com.mx/politica-aprueban-ley-olimpia-acoso-digital-penas-6anoscarcel/#:~:text=%2D%20La%20C3%A1mara%20de%20Diputados%20de,consentimiento%20de%20la%20persona%20implicada.>
- [3]. “Aprueban la Ley Olimpia; hasta seis años de cárcel a quien viole la intimidad sexual” Senado de la República, Coordinación De Comunicación Social, Jueves, 05 Noviembre 2020, Disponible en: <http://comunicacion.senado.gob.mx/index.php/informacion/boletines/49590-aprueban-la-ley-olimpia-hasta-seis-anos-de-carcel-a-quien-viole-la-intimidad-sexual.html>



## DECISIONES ECONÓMICAS EN CONTEXTOS SOCIALES

Julieta Geraldine Rodríguez Rocha

Universidad Autónoma de Aguascalientes. Centro de ciencias económicas y administrativas.

Avenida Universidad # 940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.

*al246711@edu.uaa.mx*

Luis Domingo Martínez Vázquez

Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM, Unidad Juriquilla

Campus UNAM 3001, 76230 Juriquilla, Qro.

*ldmv82@gmail.com*

Resumen — El presente trabajo, de carácter cualitativo, tiene por objetivo conocer el principal motor para las mujeres de 18 a 43 años que induce a la aplicación del castigo social, para ello, las variables utilizadas fueron el grado de castigo elegido y sus motivaciones. Así, a través de la experimentación, se analizaron las decisiones económicas que toma la población femenina al ser partícipe del juego de los bienes comunes. Las proposiciones iniciales de investigación fueron: 1) El principal motor de castigo para la población es el sentimiento de enojo por traición e injusticia, y 2) El grado del castigo elegido por la población es mayormente severo. Encontrando dos principales motores de castigo y descartando la segunda proposición.

Palabras clave — Motor de castigo, juego de los bienes comunes, decisiones económicas, grado de castigo.

Abstract — The present work, of a qualitative nature, has the objective of finding out the main driving force for women between 18 and 43 years of age that induces the application of social punishment, for this, the variables used were the degree of punishment chosen and their motivations. Thus, through experimentation, the economic decisions made by the female population when participating in the game of the commons were analyzed. The initial research propositions were: 1) The main driver of punishment for the population is the feeling of anger for betrayal and injustice, and 2) The degree of punishment chosen by the population is mostly severe. Finding two main drivers of punishment and discarding the second proposition.

Keywords — Engine of punishment, game of the commons, economic decisions, degree of punishment.

## I. INTRODUCCIÓN

Los agentes económicos se enfrentan regularmente al problema de los bienes comunes, en donde se presentan personas que gozan de los beneficios que proporcionan estos bienes sin pagar por los mismos. Es por ello, que el presente trabajo de investigación se centra en conocer los principales motivos que inducen a la aplicación de un castigo cuando se tiene la percepción de haber violado alguna norma social.

El estudio acuña dos proposiciones formuladas para la investigación, las cuales son: 1) El principal motor de castigo para la población es el sentimiento de enojo por traición e injusticia, y 2) El grado del castigo elegido por la población es mayormente severo. Con el propósito de corroborar las proposiciones realizadas, el experimento estudió la toma de decisiones de mujeres con un rango de edad de entre 18 a 43 años con escolaridad mínima de secundaria al participar en un juego de bienes comunes.

## II. MARCO TEÓRICO

Primeramente, la economía busca explicar el comportamiento humano y cabe destacar que uno de los supuestos básicos es que los seres humanos toman decisiones de manera racional. Sin embargo, el estudio de la toma de decisiones es un proceso cognitivo complejo por lo que la economía en sí misma no es capaz de explicarla a fondo. Es aquí donde entra en juego la psicología que explica que la toma de decisiones es implica una mezcla de factores, incluyendo las interacciones sociales, educación y emociones [1].

Ahora bien, para el desarrollo del experimento es importante tener nociones respecto a teoría de juegos, que es una rama de la economía que se conjunta con las matemáticas para estudiar la elección de la conducta óptima de un sujeto frente a escenarios en los que se enfrenta a la toma de decisiones que implican beneficios y costos que afectan conjuntamente a los participantes del juego [2].

Dentro de la clasificación que se tiene respecto a los bienes, los bienes comunes tienen la característica de ser recursos de uso común no excluibles, lo que quiere decir que todas las personas existentes de una comunidad pueden disponer y beneficiarse de estos. Ejemplo de los bienes públicos son las calles y avenidas que transitamos, el alumbrado público, etc. [3].

De este modo al conjuntarse estas ideas, de la aplicación de la teoría de juegos en este sentido surge el juego de los bienes públicos y el problema del polizón o free rider. Es así que, cuando se lleva a la práctica este problema, el castigo al polizón implica incurrir en costos personales para castigar a quienes no cooperan o rompen alguna otra norma social, lo que se conoce como castigo costoso o castigo altruista y que dentro del estudio se llamará castigo social [4].

## III. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Características y requisitos de la muestra

El experimento analizó 13 mujeres, las cuales debían referir con una escolaridad mínima de secundaria, una edad de entre los 18 a los 43 años, y, debido a que el procedimiento de experimentación se realizó de manera remota, era indispensable que la muestra contara con una computadora con cámara web y una conexión a internet estable.

Como parte de los procedimientos previos a la experimentación con sujetos era necesario que cada uno de ellos firmara un consentimiento informado en el que autorizaba la participación dentro del experimento, de igual manera, se requería que cada participante respondiera unos cuestionarios relativos a la impulsividad y enojo de la persona.

### B. Descripción del método: procedimiento para desarrollar la experimentación en línea

Las participantes fueron sometidas a experimentaciones individuales de manera remota, a través de la plataforma

de Zoom. Se citaron a los sujetos de estudio a participar en un juego de bienes comunes en conjunto con dos cómplices secretas de la investigación, nombradas Ana y Ximena, así, la dinámica consistió en resolver las cinco matrices de suma que conformaron cada una de las papeletas proyectadas, de modo que, en cada matriz de nueve cifras debían encontrarse dos de ellas que sumadas dieran exactamente diez y por cada matriz resuelta correctamente, cómplices y participantes recibían un punto, es decir, cinco puntos por cada papeleta.

Posterior a la resolución de la papeleta se procedía al tablero de inversión, donde se daba la opción de depositar los puntos ganados en su fondo personal o en un fondo común que generaba el 20% de rendimiento, y que, independientemente de las aportaciones individuales que hiciera cada una, al final de las inversiones el monto invertido más el rendimiento se repartía exactamente igual entre las tres. Se dispuso de una ronda de ejemplo, para entendimiento del sujeto y se procedió a las 4 rondas del juego, en las que se repitió el proceso de resolución de papeletas e inversión de los puntos obtenidos, igualmente se explicó que el juego consistía en obtener la mayor cantidad de puntos posibles, que al final, serían intercambiados por chocolates (cada tres puntos equivalían a un chocolate de la marca Ferrero Rocher).

Se disponía de un minuto a solas, cómplices y sujeto, para tomar la decisión de inversión de sus puntos ganados, luego de ese minuto, todas debían enviar la cantidad de puntos a invertir al mismo tiempo, de manera que, a través de las cómplices, se incentivó la cooperación del sujeto de estudio para que en cada momento de inversión todas acordaran depositar el total de sus puntos ganados en el fondo común. No obstante, la cómplice nombrada Ana, decidía jugar la estrategia de free-rider en la cuarta y última ronda, traicionando el acuerdo establecido y aumentando deshonestamente sus ganancias y reduciendo las de la otra cómplice y las del sujeto de estudio, asimismo, al final del juego se indujo el estado de enojo en el sujeto al remarcar el engaño de Ana.

Al finalizar el juego, se hacía mención de que se requería responder un breve cuestionario de salida de manera individual y los turnos eran repartidos de tal forma que siempre pasara primero el sujeto de estudio. Una vez a solas con ella, se le presentaba la opción de conservar el total de sus chocolates ganados o cambiar algunos de ellos para castigar a Ana, de acceder, se le presentaban diversas opciones de cantidades a ofrecer de chocolates (de 0 en adelante) a cambio de penalizar a Ana con un porcentaje de pérdida en sus ganancias (0%, 20%, 40%, 60%, 80% o 100%). Para que las decisiones del sujeto de estudio al castigar fuesen honestas, se le comentó que de las respuestas elegidas se tomaría una al azar para hacerla válida, de modo que sus decisiones al penalizar tuviesen consecuencias reales.

Luego de la tarea de decisión se pasó a un cuestionario de salida en el que se le preguntó al sujeto respecto al nivel de enojo al final del juego, el gusto por los chocolates, el precio de estos, lo que hará con los chocolates ganados, el nivel de castigo que elegiría y el porqué de este. Para concluir la experimentación se revelaba la participación de las cómplices dentro del estudio y se le informaba a la participante que los chocolates que serían enviados a su domicilio correspondían a una cantidad mayor a la que habían ganado en el experimento.

### *C. Registro de resultados*

Este procedimiento se centró en las respuestas obtenidas en el cuestionario de salida, respecto al castigo que elegiría aplicar cada sujeto de estudio a la cómplice que traiciona y el motivo por el cual escogía el mismo. Para ello, se transcribieron las respuestas proporcionadas en los cuestionarios de salida de cada sujeto de estudio para esas dos preguntas, posteriormente, los grados de castigo y los motivos del mismo fueron clasificados por códigos, como se muestra en las tablas 1 y 2.

Tabla 1. Grado del castigo

Código	Descripción
Severo	Penalizar quitando el 100%
Medio	Penalizar quitando entre el 60 y 80%
Leve	Penalizar quitando entre el 20 y 40%
Nulo	Penalizar quitando el 0% / No penalizar

Tabla 2. Motores de castigo

Código	Descripción
Rosa	Incumplimiento solo en una ronda / Participación existente en las rondas pasadas
Azul	No querer perder chocolates
Morado	No le parece justo / correcto dejarla sin chocolates
Naranja	Igualar
Amarillo	Incumplimiento
Verde	Sin interés o necesidad de venganza.

#### IV. RESULTADOS

Respecto al grado de castigo se encontró que las participantes tendían mayormente a aplicar castigos leves, seguido de castigos medios, severos y únicamente se reportó un sujeto que no deseaba incurrir en el castigo social. A pesar de los diversos grados de castigo elegidos, los sujetos solo presentaron disposición al pago por el castigo a cambio de dar entre cero y tres chocolates de su ganancia.

A partir de la clasificación en códigos de las respuestas obtenidas, se obtuvo la figura 1, en la que se aprecian los motivos que incentivaron en la muestra estudiada, la aplicación del castigo social, y lo cual se aprecia de manera más detallada en la figura 2. Cabe resaltar que al momento de realizar la experimentación en línea por motivos de fallas en la conexión se descartaron dos sujetos de estudio correspondientes a los números 4 y 12.

Fig. 1. Motores de castigo reportados.



Fig. 2. Distribución de los motores de castigo.



## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

En relación con proposición inicial 1, se encontró que el principal motor de castigo para la población de estudio refiere a: 1) No querer perder chocolates, y, 2) Incumplimiento solo en una ronda / Participación existente en las rondas pasadas. Además, se observó que con frecuencia los castigos empleados son leves y la disposición al pago del mismo es nula, difiriendo así de la segunda proposición inicial.

Los resultados observados son consistentes con la teoría y los resultados del mismo estudio realizado en su modalidad presencial [4], además únicamente se reportó un caso de un sujeto que decidió no incurrir en el castigo social.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La presente investigación ha logrado conocer el principal motor para las mujeres de entre 18 a 43 años que les induce a la aplicación del castigo social, e igualmente ha conseguido descubrir el grado de castigo que se elige comúnmente, encontrando además, que independientemente del grado de castigo elegido, la disposición al pago por el castigo es nula o mínima. Remarcando los aportes en el área el conocimiento al revelar los incentivos en la aplicación del castigo social cuando se enfrentan a una toma de decisiones económicas explorando la racionalidad de la población de estudio.

Asimismo, es pertinente señalar que existe la posibilidad de realizar una mayor contribución en el tema y ampliar el estudio, debido a que, a partir de los resultados obtenidos resulta factible pasar al estudio que integra el análisis de resonancia magnética para explorar las áreas del cerebro que influyen en la toma de decisiones en este ámbito.

## VII. AGRADECIMIENTOS

Deseo extender mis agradecimientos al Dr. Domingo Martínez y su equipo, así como a Emmanuel, mi compañero de verano, por permitirme conocer y apoyar en este maravilloso trabajo de investigación. Igualmente, expreso mi gratitud hacia mi familia, pareja y amistades por siempre motivarme a crecer y acompañarme en este proyecto.

## REFERENCIAS

- [1] Maldonado, P. (2010). Neuroeconomía: la nueva ciencia de la toma de decisiones. Disponible en: [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=documentos/10221.1/36156/1/Pedro\\_Maldonado.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=documentos/10221.1/36156/1/Pedro_Maldonado.pdf) [consultado en agosto 2021].
- [2] Teoría de juegos: análisis matemático de conflictos. Disponible en: <https://imarrero.webs.ull.es/sctm05/modulo1lp/5/ffernandez.pdf> [consultado en agosto 2021].
- [3] Braña, F. (2004). Teoría de los bienes públicos y aplicaciones prácticas. Presentación de un número monográfico sobre “Bienes públicos”. Disponible en: [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=documentos/10221.1/36156/1/Pedro\\_Maldonado.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=documentos/10221.1/36156/1/Pedro_Maldonado.pdf) [consultado en agosto 2021].
- [4] L. Martínez, La impulsividad cognitiva como modulador del castigo altruista: un estudio experimental [PhD Tesis]. Universidad Autónoma de Querétaro, Santiago de Querétaro, 2019.

# INNOVACIÓN ORGANIZACIONAL: UN NUEVO CAMINO PARA LAS MYPES EN LA CIUDAD DE SAN PEDRO, COAHUILA.

Ana Claudia Pérez Secunza

UADEC Facultad de Administración Fiscal y Financiera

Carr. Torreón-Matamoros Km 7.5 Cd. Universitaria, Torreón, Coah

*anaperezsecunza@uadec.edu.mx*

Hilda Haydee Chairez Hernández

UADEC Facultad de Administración Fiscal y Financiera

Carr. Torreón-Matamoros Km 7.5 Cd. Universitaria, Torreón, Coah

*hichairezh@uadec.edu.mx*

Resumen En la presente investigación realizada en la ciudad de San Pedro, Coahuila y con la participación de las Mypes, de diferentes giros empresariales, se pretende conocer si las empresas implementan el concepto de innovación organizacional, ya que es un elemento clave dentro de cada empresa por lo tanto con dicha investigación, se realizó una encuesta en línea a las Mypes a través de redes sociales más comunes, y de acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que se hagan invitaciones a profesionales en el tema de emprendedores para facilitar conferencias, cursos relacionados con la innovación organizacional a los negocios, para dicha actualización ya que es una medida de crecimiento y poder adentrarse más al mercado competitivo de hoy en día.

Palabras clave Innovación organizacional, Mypes, empleados, San Pedro

Abstract In this research conducted in the city of San Pedro, Coahuila and with the participation of Mypes, of different business lines, it is intended to know if companies implement the concept of organizational innovation, as it is a key element within each company therefore with such research, an online survey was conducted to the Mypes through social networks more common, and according to the results obtained it can be concluded that invitations are made to professionals in the field of entrepreneurship to facilitate conferences, courses related to organizational innovation to businesses, for this update as it is a measure of growth and to enter more into today's competitive market.

Keywords Organizational innovation, MSEs, employees, San Pedro



## I. INTRODUCCIÓN

La innovación se ha convertido en uno de los elementos clave dentro de una empresa. Hoy en día todas las organizaciones deben innovar para ser competitivas y añadir valor a sus clientes, empleados, proveedores. Para las empresas, hacer las cosas de manera diferente, con anticipación y sabiendo adaptarse a las necesidades que marca el mercado laboral predominante es la verdadera aplicación de la innovación.

No es algo que se reduzca al ámbito de las grandes empresas y de los países desarrollados, sino es algo que se está convirtiendo en un elemento crucial para la supervivencia de las mipymes, en especial en épocas de crisis como la actual.

Existe en la literatura una diversidad de estudios que analizan la innovación en las pymes, de los cuales se han obtenido importantes resultados que identifican la importancia que tiene este concepto en las empresas. (Cinco Días, EL PAIS, 2011) es por eso que esta investigación tiene como objetivo conocer si las Mypes de la ciudad de San Pedro, Coahuila implementan la innovación organizacional o la han utilizado para diferentes acciones. La innovación empresarial u organizacional implica desarrollar nuevas tecnologías o mejorar las existentes, los procesos, diseños y marketing para resolver problemas, aumentar la eficiencia, llegar a nuevos clientes y, en última instancia, aumentar las ganancias. Al final, el objetivo es revitalizar un negocio, creando un nuevo valor e impulsando el crecimiento y / o la productividad. (NBC, 2020)

## II. MARCO TEÓRICO

### Innovación organizacional

Este tipo de Innovación está orientado a la actividad productiva, ya sea en la empresa, en el sector gubernamental o bien en el ámbito de la academia, centros de investigación o universidades. Se caracteriza principalmente por la posibilidad de tener mayor acceso al conocimiento y a un mejor aprovechamiento de los recursos como pueden ser los financieros y materiales (OMTTIC, 2021)

### Características de la innovación organizacional

En la actualidad, uno de los aspectos de la innovación empresarial que requiere de mayor atención es el proceso de digitalización. No hay que olvidar que más del 60% de los usuarios ya conocen y contactan con una marca a través de internet, convirtiendo al canal digital en una herramienta de comunicación idónea entre empresa y consumidor. (Argudo, 2017)

Promueve la productividad: cuando tu equipo domina las estructuras o soluciones implementadas, llega el aumento de la productividad y de la eficiencia. Los miembros del equipo se motivan y concluyen sus tareas en un tiempo de trabajo menor. Optimiza los procesos internos: la mejora organizacional o de los procesos de gestión permite brindar un servicio mejor a los clientes. Además, ayuda a reducir las pérdidas económicas por errores humanos, en parte por la implementación de soluciones tecnológicas donde hay un control y una gestión más fluidos.

Fomenta la retención de clientes: las innovaciones comerciales se adaptan a los consumidores, por lo que es más factible que continúen adquiriendo tus productos o servicios. Aumenta el reconocimiento de marca: destacarte por algún tipo de innovación empresarial puede ayudar a convertir a tu empresa en un referente. (Sordo, 2020).

### Tipos de Innovación

**Innovación de Producto:** Corresponde a la introducción de un bien o de un servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o en cuanto al uso al que se destina. Incluye la mejora significativa de las técnicas, de los componentes y los materiales, de la informática integrada, de la facilidad de uso u otras características funcionales.

**Innovación de Proceso:** Es la Introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, proceso de producción

o de distribución. Con esto implica cambios significativos en las técnicas, los materiales y/o los programas informáticos. Este tipo de innovación puede disminuir los costos unitarios de producción o de distribución, mejorar la calidad.

**Innovación de mercadotecnia:** Es la aplicación de un nuevo método de comercialización que implique cambios significativos del diseño o el envasado de un producto, su posicionamiento, su promoción o su tarificación. Estos cambios tratan de satisfacer las necesidades de los consumidores, abrir nuevos mercados, y aumentar sus ventas.

**Innovación de organización:** Es la introducción de un nuevo método organizativo en las prácticas, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores de la empresa. Tienen por objeto mejorar los resultados reduciendo costos administrativos o de transacción, mejorando el nivel de satisfacción en el trabajo de los empleados y facilitar el acceso a bienes no comercializados o reducir costos de los suministros. (OCDE, 2006). La capacitación de personal dentro del mundo empresarial son las acciones de formación que una empresa pone a disposición de sus trabajadores para que obtengan más conocimientos y habilidades a la hora de desarrollar su puesto de trabajo. (Malasaña, 2020).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

La reciente investigación tiene un enfoque mixto iniciando con la formación del marco teórico, para continuar con la aplicación de un instrumento en línea a 30 Mypes a través de las redes sociales (Facebook, WhatsApp e Instagram) y realizando encuestas a los encargados ó representantes de las empresas, contando con el objetivo de este estudio si las Mypes de San Pedro Coahuila han implementado la innovación organizacional. Ya que se tomó una muestra no probabilística a conveniencia tomando como criterio la relevancia del negocio.

### IV. RESULTADOS

En esta parte se exponen en las siguientes gráficas que se generaron de acuerdo a las respuestas de cada una de los encuestados. Donde se facilitó hacer el estudio de campo a pesar del confinamiento a través de la tecnología con esto se observa que tan actualizado está el mercado laboral.

Gráfica 1 La Importancia de Innovación Organizacional. Fuente: Elaboración propia



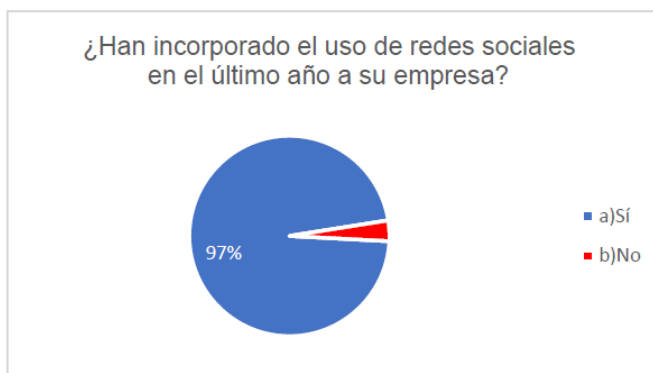
Como se puede observar en la gráfica 1 muestra que el 50% de los encuestados conocen el concepto de innovación organizacional y lo han implementado dentro de su negocio y el resto de las empresas no lo conoce o no lo ha relacionado, y corren el riesgo de no crecer o cerrar.

Gráfica 2 Capacitación al personal de las Empresas Fuente: Elaboración propia.



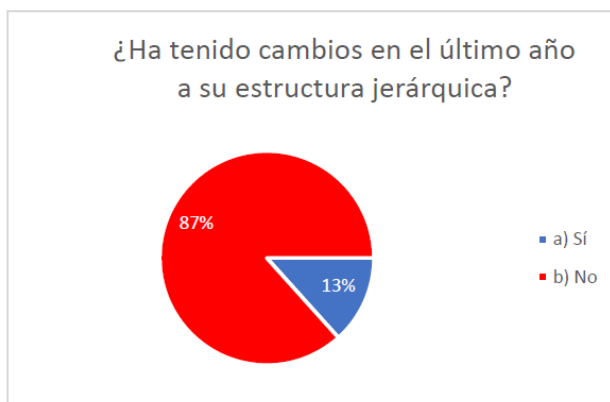
De acuerdo con la gráfica 2 nos dimos cuenta que el 70% de los encuestados contestó que si ha recibido capacitación en el último año, por lo que el 30% no ha recibido ningún tipo de capacitación.

Gráfica 3 Incorporación de Redes Sociales en las Empresas Fuente: Elaboración propia



Como se puede observar en la gráfica 3 se obtuvo el mayor porcentaje con el 97% de los encuestados maneja el uso de las redes sociales ya que las empresas si saben manejar el uso de la tecnología y el 3% no lo conoce o no lo utiliza, por lo que les cuestiono a cerca las redes sociales que más usan y la más común es Facebook ya que su medio de publicidad otra red usada es WhatsApp e Instagram.

Gráfica 4 Cambios En Estructura Jerárquica. Fuente: Elaboración propia



Esta grafica que el 87% contestó que si realizo cambios en su organigrama ya que si lo ponemos a lo actual debido a la pandemia global enfrentaron problemas de despidos o nuevos integrantes y el resto de la población encuestada no tuvo ningún cambio dentro de su empresa.

#### V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

La innovación organizacional es un elemento clave dentro de la empresa ya que se necesita innovar para poder mantenerse en un mercado competitivo así mismo fue de gran ayuda la aplicación del instrumento donde algunas de las empresas desconocen el término de outsourcing, y no cuentan con buzón de sugerencias, en consecuencia esto es de gran importancia para una mejora de la empresa. De igual manera si han implementado estrategias para reducir el tema de costo-beneficio y el manejo de distintas estrategias como inventarios, cambio de giro, organización de sus compras ya que es parte de la misma innovación organizacional para el incremento de sus ventas.

#### VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a esta investigación se puede observar que algunas de las empresas están empleando el concepto de innovación organizacional porque es un punto clave para mejorar la competitividad, se propone hacer conferencias, foros relacionados con el tema de emprendedores, impartido por profesionales expertos y conocedores del tema, para compartir entre en los micro y pequeños empresarios sus experiencias al implementar la innovación organizacional que trae consigo la mejora de sus negocios.

#### VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco a la Universidad Autónoma de Coahuila por esta oportunidad de estar en estas semanas investigando acerca de temas de actualidad y también a las empresas que fueron encuestadas por su tiempo y sus respuestas registradas.

#### REFERENCIAS

- Argudo, C. (22 de Septiembre de 2017). *Emprende Pyme*. Recuperado el 28 de Jun de 2021, de <https://www.emprendepyme.net/innovacion>
- Cinco Días, EL PAIS. (23 de Jun de 2011). Recuperado el 28 de Jun de 2021, de [https://cincodias.elpais.com/cincodias/2011/06/23/economia/1308941749\\_850215.html](https://cincodias.elpais.com/cincodias/2011/06/23/economia/1308941749_850215.html)
- Malasaña, S. (13 de julio de 2020). *eldiario.es*. Recuperado el 05 de julio de 2021, de [https://www.eldiario.es/madrid/somos/malasana/que-es-la-capacitacion-de-personal-ejemplos-practicos-para-tu-empresa\\_1\\_6412812.html](https://www.eldiario.es/madrid/somos/malasana/que-es-la-capacitacion-de-personal-ejemplos-practicos-para-tu-empresa_1_6412812.html)
- Murillo, B. (18 de Noviembre de 2020). *Netquatro*. Recuperado el 28 de Jun de 2021, de <https://netquatro.com/que-es-la-innovacion-organizacional/>
- NBC, N. B. (2020). *Neetwork Business School*. Recuperado el 2 de Jun de 2021, de <https://neetwork.com/innovacion-empresarial/>
- OCDE. (2006). *Manual de Oslo*. Comunidad Europea : Grupo Tragsa.
- OMTTIC. (2021). Recuperado el 02 de Jun de 2021, de <http://omttic.mx/que-es-innovacion/>
- Sordo, A. I. (17 de Marzo de 2020). *Blog Hubspot*. Recuperado el 28 de Jun de 2021, de <https://blog.hubspot.es/sales/innovacion-empresarial>

## CRIMINALIDAD CONTRA MIGRANTES CENTROAMERICANOS.

Nelsy Araceli Alatorre Rangel.

Universidad Autónoma de San Luis Potosí Facultad de Derecho.

Av. Cuauhtémoc 184, Tequisquiapan. C.P. 78233, San Luis Potosí, S.L.P.

*A301152@alumnos.uaslp.mx*

Paola Iliana de la Rosa Rodríguez.

Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Facultad de Derecho.

Av. Cuauhtémoc 184, Tequisquiapan. C.P. 78233, San Luis Potosí, S.L.P.

*paola.delarosa@uaslp.mx*

Resumen — En el presente trabajo de investigación se presenta e investiga el fenómeno migrante y la criminalidad contra migrantes centroamericanos, las condiciones y riesgos a los que se enfrentan y encuentran expuestos durante la trayectoria migrante por el Estado Mexicano misma que es una ruta para llegar a la frontera con Estados Unidos, se exponen las principales causas las cuales obligan a la persona a abandonar sus países, así como se visualizan los grupos que resultan de mayor vulnerabilidad en esta ruta migratoria del mismo modo en base a una investigación documental se podrán encontrar cifras de la cantidad de migrantes que año tras año llegan a tierras mexicanas buscando refugio.

Palabras clave — Criminalidad, migrantes centroamericanos, migración.

Keywords — Crime, Central American migrants, migration.

Abstract — This research paper presents and investigates the migrant phenomenon and criminality against Central American migrants, the conditions and risks they face and are exposed to during the migrant trajectory through the Mexican State, which is a route to reach the border with the United States, The main causes that force people to leave their countries are exposed, as well as the groups that are most vulnerable in this migratory route are visualized. In the same way, based on a documentary research, figures of the number of migrants that year after year arrive to Mexican lands seeking refuge can be found.

## I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas el fenómeno de la migración ha ido en aumento debido a diferentes circunstancias. En la actualidad no es posible determinar una causa específica acerca del porqué ocurre este fenómeno, es decir, la multicausalidad de este fenómeno dependerá de las condiciones de cada país de origen. Tal es el caso del Triángulo Norte de Centroamérica, el cual se encuentra comprendido por los países de Guatemala, Honduras y El Salvador en el cual condiciones ambientales, estructurales, sociales, económicas, así como cambios dentro de la vida social han sido factores que han impulsado la migración internacional. A las condiciones de desigualdad, pobreza y falta de empleos se le suma el escalamiento de violencia que viven estos países en gran parte de su territorio, así como factores de tipo ambiental (sequía, terremotos, huracanes, etc.) Sin embargo, los factores predominantes que generan la migración son aquellos contextos que generan una mayor vulnerabilidad y riesgo para las personas migrantes como lo son factores económicos y de violencia. Como ejemplo de esto, se estima que en el año de 2017 países como El Salvador, Guatemala y Honduras fueron los principales países con mayor origen de inmigrantes de Centroamérica. Siendo El Salvador el mayor con 1,402,000 personas inmigrantes, seguido por Guatemala con 959,000 migrantes y por último Honduras con una cantidad de 655,000 migrantes. Sin embargo, el fenómeno migratorio actual al que ahora nos enfrentamos padece de la exposición frecuente por parte de las personas migrantes en sus lugares de destino, origen y retorno. Siendo un foco de especial atención los lugares de tránsito. La región entre México y los países centroamericanos son escenario de una serie de riesgos que atentan en contra de la integridad y la dignidad de las personas migrantes. En el transcurso de la travesía migratoria las personas migrantes pueden verse inmersas en múltiples situaciones de riesgo, tales como lo son los robos, los accidentes, así como la posibilidad de encontrarse con estructuras criminales.

Uno de los principales grupos que resultan de relevancia dentro de la ruta migrante son los niños, debido a que se ven expuestos a los mismos riesgos que asumen los adultos migrantes y otros que son específicos en base a su condición de edad. El informe “La infancia en peligro. Desarraigados en Centroamérica y México” realizado por UNICEF en el año 2018 menciona que la migración de niños, niñas y adolescentes es una experiencia difícil de enfrentar, social y emocionalmente, especialmente si viajan solos. Están expuestos a muchos riesgos durante el tránsito migratorio, particularmente la extorsión, el secuestro, la trata de personas y la violencia sexual.

Los niveles de migración, y el incremento en el número de niños, niñas y adolescentes migrantes no acompañados, se asocian también al auge de la trata con fines de explotación sexual, en especial de niñas y adolescentes. El hecho que muchos niños, niñas y adolescentes viajen no acompañados los sitúa en una situación de especial vulnerabilidad que los hace presas fáciles de traficantes y explotadores. En la frontera entre Guatemala y México, por ejemplo, los carteles de narcotraficantes controlan también el tráfico de migrantes y las redes de trata y explotación sexual.

Año con año son miles de migrantes quienes comienzan la travesía migratoria con la esperanza de que su solicitud como refugiados sea aceptada en el estado mexicano. Según estadísticas de la COMAR, fue solo en el año de 2016 que la resolución emitida por esta institución que, de 8131 personas, se otorgó la condición de refugiado y protección complementaria a 2848 y 692 personas respectivamente. Mientras que a 2200 personas se les negó esta condición, 2110 abandonaron su solicitud, 279 desistieron y 2 quedaron pendientes de repuesta. Mientras que de 222 NNA acompañados y no acompañados 98 y 26 obtuvieron refugio y protección complementaria respectivamente, mientras que a 34 se les negó esta condición, 46 abandonaron su solicitud, 17 desistieron y solo una persona quedo pendiente de resolución. -sin embargo, el año 2020 resultó ser el más crítico en cuanto a cantidad de personas migrantes. Este mismo año la COMAR registró 76 295 personas mayores de edad, de las cuales 35 741 eran procedentes de Honduras, 31 479 de Guatemala, 8 179 de El Salvador, 842 de Nicaragua, 27 de Belice, 20 de Costa Rica y solo 7 de Panamá. Mientras que en este mismo año fueron presentados 10 500



menores de edad (acompañados y no acompañados) ante la autoridad migratoria, de los cuales 4 382 procedían de Honduras, 4 930 de Guatemala, 1 092 de El Salvador, 77 de Nicaragua, 10 de Belice, 5 de Costa Rica y 4 de Panamá.

## II. MARCO TEÓRICO

En las últimas décadas el fenómeno de la migración ha ido en constante aumento, esto debido a diferentes razones como sociales, políticas o económicas. Se ha considerado a la migración como un proceso de movilidad espacial que busca mejorar las condiciones de vida.

Migración. Para Ruíz (2002) la migración se entiende como los desplazamientos de personas que tienen como intención un cambio de residencia desde un lugar de origen a otro destino, esto atravesando algún límite geográfico que generalmente es un límite político – administrativo (frontera).

Migrante. Persona que se traslada fuera de su lugar de residencia habitual, ya sea dentro de un país o a través de una frontera internacional de manera temporal o permanente, puede ocurrir por diversas razones.

Menores no acompañados. En base a padres y parientes. Estos no se encuentran al cuidado de ningún adulto quien por ley o costumbre le corresponde esta responsabilidad.

Criminalidad. Conjunto de infracciones de incidencia social cometidas en contra del orden público.

## III. METODOLOGÍA

la definición del artículo 1 de la Convención sobre los Derechos del Niño son aquellos menores que se encuentran separados de ambos

El presente trabajo de investigación fue realizado utilizando un enfoque mixto, es decir cualitativo y cuantitativo debido a la revisión de documentos y a la vez de cifras estadísticas. mediante las técnicas de revisión de documentos y el análisis de contenido estadístico referentes a la cantidad de personas que emigran desde Centroamérica y la solicitud de condición de refugiados en México. Contando de tres etapas la cuales consistieron en

1. Búsqueda de documentos. Se realizó la búsqueda de documentos referentes al tema de migración centroamericana para entender el panorama.
2. Revisión de documentos. Se seleccionaron los documentos que resultasen más relevantes para el presente trabajo de investigación.
3. Recopilación de información. Posterior a la lectura y revisión de los documentos, se seleccionó la información que resultó relevante para el presente trabajo de investigación. Del mismo modo dentro de esta recopilación de información se recopilaban cifras estadísticas relacionadas al fenómeno migrante centroamericano.

## IV. RESULTADOS

Con la finalidad de visibilizar el fenómeno migrante, las condiciones y la criminalidad a la que se enfrentan, así como las posibles violaciones a derechos humanos que padecen las personas migrantes en su trayectoria migrante se realizó una investigación de carácter documental en la cual se encontró:

El fenómeno migrante es usualmente causado debido a cuestiones políticas, sociales y económicas dependiente de cada país de procedencia. Siendo el Triangulo Norte de Centroamérica el cual es compuesto por los países de Honduras, Guatemala y El Salvador aquel que tiene mayor cantidad de personas migrantes. Siendo

Dentro de este fenómeno migrante y en la trayectoria migratoria las personas migrantes

se encuentran expuestas a diversos riesgos y posibles violaciones de derechos humanos, pueden verse expuestas a situaciones como asaltos, robos, accidentes, extorsiones, secuestros, etc. Los grupos que presentan una mayor vulnerabilidad son mujeres y niños, haciendo un énfasis especial en los menores que no se encuentran acompañados por ningún adulto durante su trayectoria, mujeres y menores se encuentran especialmente expuestos a la

explotación sexual por parte de bandas criminales, mismas que crean redes de trata de personas. Siendo vulnerados inclusive en sus necesidades básicas como el acceso limitado al agua, falta de alimento, falta de recursos para higiene personal, etc.

Una de las principales situaciones de emergencia es la migración de niños, niñas y adolescentes, ya que según la UNICEF es un proceso extremadamente difícil de enfrentar tanto de manera social como emocionalmente, especialmente si estos menores no se encuentran acompañados, ya que estos se encuentran expuestos a diversos riesgos durante su tránsito migratorio, tales como la extorsión, el secuestro, la trata de personas y la violencia sexual. De igual manera pueden llegar a ser captados por grupos criminales los cuales emplean a estos menores para sus filas o bien en redes de trata. Según estadísticas de la Comisión Mexicana de Ayuda a Refugiados en los años 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020. se encontraron con 222, 320, 268, 12,526 y 4648 respectivamente. Siendo 2019 el año más letal en cuanto a eventos migrantes registrados de NNA no acompañados.

## V. CONCLUSIONES

Gracias la investigación previamente realizada se visualiza la necesidad de que, dentro de la agenda nacional, uno de los principales temas a tratar debiese ser el fenómeno migrante, no únicamente por el incremento exponencial en cuanto a la cantidad de personas que migran año tras año sino por los riesgos, violaciones de derechos humanos y carencias a los que estos se encuentran expuestos en su paso por tierras mexicanas, incluyendo la migración de menores no acompañados que se ven expuestos no solo a los riesgos que los demás migrantes sufren si no también a riesgos propios de su edad.

Es necesario que en México exista la reforma o la plena aplicación de las políticas migratorias existentes para que, en coordinación con instancias gubernamentales a sus tres niveles, organizaciones civiles y académicas para que las políticas, así como los programas especiales de migración sean aplicados de manera eficaz y eficiente protegiendo a la persona migrantes por medio de una responsabilidad compartida; movilidad y migración internacional regular, ordenada y segura; atendiendo la migración irregular, así como la integración y reintegración de personas en contexto de movilidad y migración internacional.

## RECONOCIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y al CONACyT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

## REFERENCIAS

- [1] Ruiz García, Aída (2002), Migración oaxaqueña, una aproximación a la realidad, México: Coordinación Estatal de Atención al Migrante Oaxaqueño.
- [2] Reyes, G., Ortiz Ramírez, L.R. (2012). El migrante centroamericano de paso por México: una revisión a su condición social desde la perspectiva de los derechos humanos. *Convergencia*, 19(58), 157-182. Recuperado, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S140514352012000100007&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S140514352012000100007&lng=es&tlng=es).
- [3] CNDH México. (2019) Estudio niñas, niños y adolescentes víctimas del crimen organizado en México.
- [4] COMAR. (2017). Boletín Estadístico de Solicitantes de Refugio en México.
- [5] COMAR. (2018). Boletín Estadístico de Solicitantes de Refugio en México
- [6] COMAR. (2019). Boletín Estadístico de Solicitantes de Refugio en México
- [7] COMAR. (2020). Boletín Estadístico de Solicitantes de Refugio en México
- [8] CEPAL. (2018) Derechos Humanos y Migraciones de Centroamérica y México. [https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/pptd2-ma.castillo\\_0.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/pptd2-ma.castillo_0.pdf)

- [9] OIM., OIT., ACNUR., UNICEF. (2013). Niños, niñas y adolescentes migrantes América Central y México. [http://white.lim.ilo.org/ipecc/documentos/america\\_central\\_y\\_mexico\\_ninos\\_migrantes.pdf](http://white.lim.ilo.org/ipecc/documentos/america_central_y_mexico_ninos_migrantes.pdf)
- [10] Rojas Wiesner, M.L. Las causas de la migración internacional en la región centroamericana. La casa del Tecolote, <https://ichan.ciesas.edu.mx/las-causas-de-la-migracion-internacional-en-la-region-centroamericana/>.

# VIOLENCIA INTRAFAMILIAR Y FALTA DE OPORTUNIDADES COMO CAUSA DE LA CRIMINALIDAD FEMENINA

Sandra Rocío Avalos Negrete

Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Derecho

Av. Cuauhtémoc 184, De Tequisquiapan, C.P. 78233, San Luis Potosí, S.L.P.

*A299812@alumnos.uaslp.mx*

Paola Iliana De la Rosa Rodríguez

Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad de Derecho

Av. Cuauhtémoc 184, De Tequisquiapan, C.P. 78233, San Luis Potosí, S.L.P.

*paola.delarosa@uaslp.mx*

Resumen — En el presente trabajo pretende mostrar la violencia intrafamiliar como principal desencadenante de la criminalidad femenina, englobando desde la niñez hasta la adultez el como la baja escolaridad y el bajo nivel socioeconómico contribuyen como un elemento importante para la aparición de la violencia intrafamiliar y de igual manera en la aparición de la criminalidad en la mujer.

Palabras clave — Criminalidad femenina, nivel socioeconómico, violencia intrafamiliar.

Abstract — In the present work, the aim is to show domestic violence as the main trigger of female criminality, encompassing from childhood to adulthood how low schooling and low socioeconomic status contribute as an important element for the appearance of domestic violence and the same way in the appearance of criminality in women.

Keywords — Female crime, socioeconomic status, domestic violence.

## I. INTRODUCCIÓN

La investigación realizada dentro de Verano de la Ciencia es de gran relevancia debido a que trata de visualizar la decadente o nula educación, el nivel socioeconómico bajo así como las vivencias en la niñez como factores desencadenantes a violencia intrafamiliar generando a su vez la criminalidad femenina.

Durante la infancia es cuando una persona construye su personalidad, cuando existe violencia intrafamiliar el menor llega a un estado de confusión puesto que recibe maltratos de personas las cuales deberían brindarle seguridad y protección orillando al menor a la realización de conductas antisociales. El maltrato infantil se divide típicamente en cuatro tipos: abuso físico, abuso sexual, abuso emocional y psicológico y negligencia.

Las teorías de la desorganización social, de las presiones y de la estructura social mencionan que algunas de las razones por las que una persona llega delinquir es por las presiones que la sociedad llega a infligir hacia un sujeto,

los valores y aspiraciones compartidos y la poca disponibilidad de los medios para el alcance de estas, así como los factores ecológicos y ambientales. (Romero M, Aguilera, R.M., 2002)

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Criminalidad femenina:

“Es un fenómeno complejo en el que intervienen diversos elementos, que de acuerdo con su origen pueden ser internos o externos, siendo éstos los que con mayor frecuencia influyen y determinan el fenómeno de la criminalidad, dado que predisponen a las mujeres a la comisión del delito. A estas circunstancias se les conoce como factores criminógenos”. (Purata Guillén, A. J. 2019)

El estudio de la mujer delincuente se dirigió hacia las corrientes criminológicas, antropológica-jurídica y social esto debido a que este fenómeno criminal se origina en el ámbito social y cultural, enfocándose en la personalidad, las normas y costumbres con la finalidad de visualizar el cómo estas han influenciado o guiado a la mujer a la comisión de conductas delictivas.

### B. Nivel Socioeconómico:

Para la AMAI el Nivel Socioeconómico es la calidad de vida que tiene un hogar y por lo cual todos sus miembros comparten, permitiendo la segmentación o la clasificación de las viviendas dependiendo su bienestar económico y social de acuerdo a que tan satisfechas están sus necesidades. (AMAI, S.F.)

### C. Violencia Intrafamiliar:

Es toda aquella acción u omisión cometida en el seno de la familia por uno o varios de sus miembros que de forma permanente ocasiona daño físico, psicológico o sexual a otros de sus miembros, que menoscabe su integridad y cause un serio daño a su personalidad y/o a la estabilidad familiar.

## III. METODOLOGÍA

El presente trabajo se llevó a cabo por medio de revisión documental mediante el método descriptivo puesto que se pretende enlazar la violencia intrafamiliar como causante de la criminalidad femenina, por medio de este método se describe a continuación esta relación entre la violencia intrafamiliar y la criminalidad de la mujer.

Después de la revisión y recogida de información y estadísticas, se procedió a realizar un escrito donde se visualiza la vinculación ya mencionada, todo esto mediante la literatura ya existente puesto que no se llevó a cabo trabajo de campo ni experimental.

## IV. RESULTADOS

La violencia es un fenómeno que surge cuando las formas de relación se agotan y los canales de comunicación se rompen. Se sabe que la mayoría de las mujeres encarceladas proviene de sectores de la población económica y socialmente desfavorecida y que permanece encarcelada por delitos típicos de personas que carecen de poder, han vivido en la pobreza y han sido violentadas la mayor parte de sus vidas. (Romero M, Aguilera, R.M., 2002)

Muchas mujeres se involucran en la delincuencia por diversos factores, como la baja escolaridad, lo que genera menos oportunidades laborales y dependencia económica de sus esposos, disfuncionalidad familiar, baja autoestima, experiencia previa de violencia en la familia de origen. Al indagar por la presencia de factores de riesgo de violencia, se hallaron que los esposos presentaban antecedentes de depresión y enfermedades mentales, antecedentes de violencia en la familia de origen, baja escolaridad y consumo de alcohol; por otro lado se encontró ausencia de recreación, dependencia económica de las mujeres y disfuncionalidad familiar.

La pertenencia a una pandilla en la adolescencia a menudo se asocia con experiencias adversas en la infancia y esto puede conducir a la participación en la viabilidad social, política o económica y / o una carrera delictiva.

Más del 50% de niños víctimas de maltrato se convierten en criminales antes de los 12 años. El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2011) reporta que la violencia intrafamiliar tiene lugar en 30.4% de todos los hogares en forma de maltrato emocional, físico o sexual que afecta el desarrollo adecuado de un menor, comprometiendo su autoestima, su des-empeño escolar y sus habilidades sociales.

Las estadísticas señalan que aproximadamente el 15 % a 25% de las mujeres han sufrido alguna forma de abuso infantil; un 30% los abusadores son de la familia. Las mujeres suelen cometer este tipo de delitos en un 15 % a 20%. (De Rosa Alabaster, E., 2010)

El nivel socioeconómico es uno de los factores relevantes relacionado directamente con niveles, causas y tipo de delito, mismo que está relacionado con la educación, la cultura, la familia, la sociedad, la psicología y la economía del individuo, y que pueden ser antecedentes que propician las conductas delictivas del individuo. (Martínez Lanz, P., 2018). La violencia es otro factor preponderante en el riesgo de la delincuencia futura, en particular aquella que tiene lugar dentro de la familia y que comprende, entre otros aspectos, la violación, el maltrato físico o psicológico y el abuso sexual.

Diversos autores refieren que la mayoría de las mujeres encarceladas provienen de sectores de la población desfavorecida en el aspecto económico como social las cuales han vivido en la pobreza la mayor parte de sus vidas al igual que han sido violentadas constantemente; estas mujeres permanecen encarceladas por delitos los cuales demuestran carencia de poder.

Teoría de la desorganización social: De acuerdo a esta teoría la delincuencia es un producto de las fuerzas sociales existentes dentro de los barrios y las zonas marginadas de las ciudades. Los factores ecológicos y ambientales tales como vivienda inadecuada, bajo ingreso, niveles de desempleo, casas deterioradas, escuelas inapropiadas, familias desintegradas y densidad urbana, además del hacinamiento, producen desorganización social y por lo tanto predicen una incidencia alta de delincuencia. (Romero M, Aguilera, R.M. 2002)

En España se estima que el riesgo de maltrato físico o psicológico dentro o fuera de la familia alcanza al 18,4 por 1000 de los menores de 18 años, según un estudio realizado en el año 2000 por el Centro de Estudios Jurídicos y de Formación Especializada de la Generalitat de Cataluña. (García Hurtado, M., 2007). El maltrato generado por los niños y adolescentes del sexo masculino suele ser de tipo físico, de manera más cruel y brutal a diferencia del sexo femenino el cual se caracteriza en maltrato psicológico y emocional. (Egea G., 2014).



Un estudio realizado en la población penal femenina recluida en el CERESO de Morelos arroja en cuanto a la violencia intrafamiliar previa al ingreso al CERESO, el total de la de la población estudiada reportó agresión intrafamiliar: 78% indicó niveles altos de violencia intrafamiliar y 22% había sufrido violencia grave. (Hernández, A.; Martínez Lanz, P. y Carabaza R., 2008)



## V. CONCLUSIONES

La criminalidad femenina en pocas palabras es la comisión de conductas tipificadas como delito cometidas por mujeres, los principales factores de riesgo para la presencia de violencia intrafamiliar es un nivel socioeconómico bajo, poca o nula educación y patrones de vida violenta.

Muchas mujeres se involucran en la delincuencia por diversos factores, como la baja escolaridad, lo que genera menos oportunidades laborales y dependencia económica de sus esposos, disfuncionalidad familiar, baja autoestima, experiencia previa de violencia en la familia de origen y en la del compañero, uso de alcohol y drogas, rigidez y sobrecarga de roles en la familia, entre otros.

Las mujeres suelen cometer mayormente delitos en los que no se requiera la fuerza física, suelen ser influenciadas por terceras personas, otra de las causas es debido a la carga del hogar y de los hijos en su totalidad. Al ser víctimas constantes de maltratos por partes de terceras personas las cuales se entendería que deberían dar protección (como padres, hermanos, hijos y parejas sentimentales) suelen llegar a un estado de frustración en donde la comisión de conductas delictivas o antisociales se llega a convertir en un escape de la realidad o en la manera de dejar esa frustración a un lado.

Algunos factores importantes que tienen probabilidad de poner en marcha los mecanismos que orillan a un individuo a ser delincuente son su baja posición en el sistema de clases sociales, deficiencias educativas, pobreza, ambiente familiar inadecuado o perturbado, residencia en un mal vecindario y pertenencia a una familia numerosa.

## VI. RECONOCIMIENTOS

Le agradezco a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y a la maestra Paola Iliana De la Rosa García por el apoyo y la oportunidad que me otorgaron para realizar Verano de la Ciencia en este tema de gran relevancia y el cual me servirá para mi adecuada formación como futura Licenciada en Criminología.

## REFERENCIAS

1. Purata Guillén, A. J. (2019). Criminalidad femenina desde la antigüedad. México, S.L.P. <https://revistas.juridicas.unam.mx/index.php/hechos-y-derechos/article/view/13435/14864>
2. AMAI (S.F). ¿Que es el Nivel Socioeconomico para la AMAI?. <https://www.amai.org/NSE/index.php?que-veo=preguntas>
3. Egea G. (2014). Violencia filio-parental: de víctima a victimario file:///C:/Users/Sandra/Downloads/7099-28780-1-PB-1.pdf
4. Romero M, Aguilera, R.M. (2002). ¿POR QUÉ DELINQUEN LAS MUJERES? PERSPECTIVAS TEÓRICAS TRADICIONALES. PARTE I. <https://www.redalyc.org/pdf/582/58252502.pdf>
5. De Rosa Alabaster, E. (2010). Abuso sexual infantil: personalidades de los victimarios [http://www.codajic.org/sites/www.codajic.org/files/Abuso\\_sexual\\_infantil\\_perfil\\_victimarios\\_Interpsiquis2010.pdf](http://www.codajic.org/sites/www.codajic.org/files/Abuso_sexual_infantil_perfil_victimarios_Interpsiquis2010.pdf)
6. García Hurtado, M. (2007). Victimología Infantil. <http://scielo.isciii.es/pdf/cmfn/n43-44/01.pdf>
7. Martínez Lanz, P. (2018). Repercusión de la violencia intrafamiliares las conductas delictivas <https://publicaciones.anahuac.mx/bioetica/article/view/427/260>
8. Hernández, A.; Martínez Lanz, P. y Carabaza R. (2008). Factores de riesgo predisponentes a la delincuencia en una población penal femenina <https://www.redalyc.org/pdf/292/29213207.pdf>
9. Almendares Aleaga, M.; Louro Bernal, I. y Ortiz Gomez, M. T. (1999). Comportamiento de la violencia intrafamiliar. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21251999000300011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21251999000300011)

## MUERTE VIOLENTA DE MUJERES EN EL MUNICIPIO DE SOLEDAD DE GRACIANO SÁNCHEZ, 2019-2020

Manuel Sixto Ruiz Liñan

Facultad de Derecho "Abogado Ponciano Arriaga Leija"

Av. Cuauhtémoc 184, De Tequisquiapan, 78233, San Luis Potosí, S.L.P.

*manuel.sixto@alumnos.uaslp.mx*

Dra. Xochithl Guadalupe Rangel Romero

Facultad de Derecho "Abogado Ponciano Arriaga Leija"

Av. Cuauhtémoc 184, De Tequisquiapan, 78233, San Luis Potosí, S.L.P.

*xochithl.rangel@uaslp.mx*

Resumen — La investigación sobre la muerte violenta en México es una problemática que en los últimos años ha tomado mayor auge derivado de las movilizaciones principalmente realizadas por mujeres, debido a lo que ahora se conoce con el tipo penal de feminicidio que fue introducido en el marco punitivo como medida para intentar combatir el tipo de violencia más grave como lo es la feminicida. Para intentar combatir la violencia de género contra las mujeres, es necesario conocer las causas que la producen y de esta manera lograr combatir esta problemática, se han propuesto diversas teorías para el combate a esta conducta sumamente relevante en nuestro contexto, entre las que se encuentra la Teoría del círculo de Canter, mediante la cual fue desarrollada la presente investigación que ayuda a georreferenciar con datos objetivos, las muertes que fueron registradas en medios periodísticos en el Municipio de Soledad de Graciano Sánchez durante el año 2019 y con ello focalizar las áreas de mayor riesgo y lograr prevenir futuras conductas violentas de esta índole. El Municipio donde se realizó la observación de las muertes violentas de mujeres fue seleccionado derivado de la implementación de la Alerta de Violencia de género decretada en el año 2017 para seis Municipios de San Luis Potosí, entre los que se encuentra Soledad de Graciano Sánchez.

Palabras clave — Feminicidio, Alerta de Género, Teoría de Cánter, Soledad de Graciano Sánchez.

Abstract — Research on violent death in Mexico is a problem that in recent years has taken on a greater boom derived from the mobilizations mainly carried out by women, due to what is now known as the criminal type of femicide that was introduced in the punitive framework as measure to try to combat the most serious type of violence such as femicide. To try to combat gender violence against women, it is necessary to know the causes that produce it and in this way to combat this problem, various theories have been proposed to combat this highly relevant behavior in our context, among which is the Canter Circle Theory, through which the present

investigation was developed that helps to georeference with objective data, the deaths that were registered in journalistic media in the Municipality of Soledad de Graciano Sánchez during the year 2019 and with this focus the areas of greater risk and prevent future violent behavior of this nature. The Municipality where the observation of the violent deaths of women was made was selected derived from the implementation of the Gender Violence Alert decreed in 2017 for six Municipalities of San Luis Potosí, among which is Soledad de Graciano Sánchez.

Keywords — Femicide, Gender Alert, Theory of Canter, Soledad de Graciano Sanchez.

## I. INTRODUCCIÓN

La muerte violenta es un fenómeno que se ha presentado a lo largo del tiempo y este puede ser ubicado en lugares o zonas muy precisas, con esto, se puede dar pauta a la aplicación de medidas o mecanismos de actuación, ya sea para prevenir, para controlar, o bien, para reducir la frecuencia con la que se llevan a cabo este tipo de muertes. La frecuencia con la que se realizan notas periodísticas informando sobre feminicidios o la muerte violenta de mujeres en el contexto mexicano, es algo que ha alarmado a la sociedad en general, y que derivado de ciertos antecedentes que el Estado Mexicano ha tenido en relación a la actuación ya sea de hechos o de omisiones para la forma de actuación ante esta situación ha generado que se implementen diversos mecanismos de actuación y que con estos se obligue a diversas Autoridades a implementar acciones que ayuden a combatir esta problemática. Para dar una base al presente reporte de investigación se explicará en los párrafos subsecuentes una breve síntesis sobre conceptos como femicidio, feminicidio, la violencia, la violencia de género, Alerta de Género; con lo cual se podrá brindar una mayor claridad a lo que se intenta explicar.

Se ahondará en la Alerta de Género, la cual fue decretada en el años de 2017 para el estado de San Luis Potosí y que con ella se fijaron diversos objetivos entre los que se encuentra el mapeo de zonas en las cuales las mujeres han sido encontradas después de haberlas privado de la vida, sin que por esto se considere que el lugar donde fueron encontradas sea el mismo en el cual fallecieron.

Para la realización de la investigación, se obtuvieron datos obtenidos por la búsqueda en fuentes periodísticas que mencionaran feminicidios o bien, muerte violenta de mujeres dentro del Municipio de Soledad de Graciano Sánchez dentro de la anualidad 2019.

Como base de la investigación, se tomó la Teoría del círculo de Canter; esto con el objetivo de generar un perfil geográfico que ayude a comprender mejor esta problemática, y que con base en los datos objetivos que se pueden apreciar en las notas periodísticas se puede apreciar la magnitud del problema, así como la dinámica geográfica del mismo.

## II. MARCO TEÓRICO

Para visualizar el panorama general de los conceptos que en el presente reporte se van a mencionar es importante hacer una diferencia entre lo que es un femicidio y un feminicidio. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha señalado que el femicidio es el asesinato de una mujer el cual es realizado de manera intencional por el hecho de ser mujer, esta postura no hace la diferencia entre niña o una mujer, o personas que se identifican con este género. Aunado a lo anterior, este tipo de conductas violentas no son exclusivamente realizadas por hombres, sino que incluye también a las propias mujeres.

La misma OMS hace mención sobre el reconocimiento sobre los femicidio, ya que estos, generalmente son perpetrados por hombres, pero también se involucra a mujeres, el femicidio cambia en las formas de los homicidios

de los hombres, ya que los femicidios son realizados por la pareja sentimental actual o anterior de la víctima, pasando por maltrato o violencia en presente en diversas manifestaciones donde prevalece una relación de poder. Como antecedente la Doctora Rangel (2020) citando a Rusell & Radford (1970) hace referencia al femicidio como la muerte de mujeres el cual es cometido por los hombres por el solo hecho de ser mujeres. Lo cual brinda un panorama de lo que se entiende por femicidio, aunque hay que considerar que existen diferencias con el concepto de feminicidio ya que este último concepto incluye la actuación del Estado como ente garante de los Derechos Humanos de todas las personas y que está en la Constitución Federal.

La autora Marcela Lagarde aclara el concepto de femicidio, señala que es solo una parte visible de la violencia que sufren las niñas y las mujeres, indicando que es la culminación de una violación sistemática y reiterada de los derechos humanos de las mujeres y que solo en algunos casos son asesinadas por la violencia ejercida en contra de ellas de forma pública o privada. Lo cual preocupa ya que si se consuman los feminicidios se puede presumir la existencia de violencia en cualquiera de sus modalidades hacia las niñas y mujeres.

Es importante señalar que para llegar a la violencia más extrema hacia la mujer como es el feminicidio, trae consigo que a lo largo de la vida de la mujer existieron diversas formas de violencia. La misma autora y activista Marcela Lagarde señala que después de que se realiza el homicidio, se puede generar una violencia Institucional por medio de la impunidad u omisión en la prevención, persecución e investigación de dichos delitos y que generan un descontento en lo general por la ineficacia o falta de actuación para combatir esta problemática que con los datos objetivos que pueden ser apreciados está presente en nuestra sociedad.

Derivado de la inclusión del feminicidio en la agenda política, se dispusieron de diversos mecanismos de actuación como medios para combatir esta problemática, uno de estos mecanismos fue la creación del tipo penal de feminicidio en los Códigos penales que rigen en nuestro país. Siguiendo la línea de pensamiento de la autora Rangel (2020) la inclusión del tipo penal en los Códigos punitivos no comparten una redacción homogénea, además de que la punibilidad varía en las Entidades Federativas y que al señalar el tipo penal como la privación de la vida de una mujer puede discriminar a las personas que se identifican con este género. Derivado de lo anterior la misma autora señala en que la descripción penal del delito en cuanto a la privación de la vida de una mujer por "razones de género", no es del todo clara y la autora propone la modificación por el elemento de circunstancias antes, durante y después de la muerte.

El Código Penal Federal, en el numeral 325, sanciona el delito de feminicidio con una pena de cuarenta a sesenta años de prisión. Por lo que respecta a la Ley substantiva penal para el Estado de San Luis Potosí desde el año 2011 en el artículo 135 se encuentra la descripción del tipo penal de feminicidio el cual es sancionado con pena de prisión de veinte a cincuenta años. Ambos códigos sancionan a los servidores públicos que retarden o entorpezcan la procuración o impartición de justicia.

Una aportación importante que es necesaria señalar es la Teoría de Conflictos de Galtung la cual es base sólida para Estudios para la paz los cuales son planteados como un primer momento de esta mitología, en lo que se denomina la fase negativa, la cual es la reducción de la violencia directa; el segundo momento de esta Teoría son los estudios sobre el desarrollo, los cuales buscan propuestas y estrategias para desarrollar y potenciar necesidades, volviendo a los Estudios para la paz, pero ahora en lo que denomina la fase positiva buscando la reducción de la violencia estructural y cultural. (Calderón, 2009).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 1.1. Violencia

Derivado de que en apartados anteriores se ha hecho mención sobre el concepto de violencia el cual no ha sido suficientemente aclarado, por lo que es importante señalar cuales son las posturas que diversos Organismos

tienen sobre la misma. La Organización Mundial de la Salud define a la violencia como “el uso deliberado de la fuerza física o el poder, ya sea en grado de amenaza o efectivo, contra uno mismo, otra persona o un grupo o comunidad, que cause o tenga muchas probabilidades de causar, lesiones, muerte o daños psicológicos, trastornos del desarrollo o privaciones”. Por la anterior definición se comprende que la violencia es interpersonal ya sea de manera suicida o en relaciones sociales; va más allá de solo los actos físicos al incluir las amenazas o intimidaciones, así como las posibles consecuencias que puede generar.

Por otra parte, la violencia de género fue definida por la Organización de las Naciones Unidas (1995) como “todo acto de violencia sexista que tiene como resultado posible o real un daño físico, sexual o psíquico, incluidas las amenazas, la coerción o la privación arbitraria de libertad, ya sea que ocurra en la vida pública o en la privada” lo cual este tipo de violencia puede ser conceptualizada como “la acción física o psíquica ejercida sobre una persona para viciar su voluntad y obligarla a ejecutar un acto determinado” (Expósito, 2011)

La violencia de género al incluir este binomio de conceptos puede dar a entender una conducta instrumental en la que subyace una desigualdad en relaciones interpersonales y es además, estructural. (Expósito, 2011). De lo anterior se desprende la existencia de un ejercicio de poder en el que existe opresión mediante el empleo de la violencia para conseguir un fin y un elemento configurador donde se mantiene una postura de desigualdad. Nuestro país durante el año 2019 registró un total de 976 denuncias por feminicidio, según datos proporcionados por el Secretariado Ejecutivos del Sistema Nacional de Seguridad Pública. Es por esta razón que existen cifras oficiales que permiten conocer la dimensión de la problemática que se tiene en la violencia de género más extrema como es el la violencia feminicida.

### 1.2. Alerta de género

La Alerta de Violencia de Género es un mecanismo de protección que integra acciones de emergencia para enfrentar y erradicar la violencia feminicida, lo cual impide el ejercicio pleno de los Derechos Humanos de las mujeres.

La razón por la cual se decretó esta Alerta es derivado de un diagnóstico de la situación de riesgo realizado en nuestra Entidad Federativa derivado de diversos acontecimientos en contra de mujeres en este territorio, por lo que se determinó solicitar la Alerta para seis Municipios, entre los que se encuentra Soledad de Graciano Sánchez. La Alerta de Violencia de Género fue decretada el día 27 de junio de 2017, con lo que se permitió coordinar acciones interinstitucionales como estrategia de prevención, atención, sanción y erradicación de la violencia contra las mujeres. Lo anterior encuentra fundamento legal en el Artículo 22 de la Ley General de Accesos de las Mujeres a una Vida Libre de Violencia.

La página electrónica de la Alerta de Violencia de Género conceptualiza la violencia contra las mujeres como “cualquier acción u omisión, basada en su género, que les cause daño o sufrimiento psicológico, físico, patrimonial, económico, sexual o la muerte tanto en el ámbito privado como en el público. Es importante señalar que existen diversos tipos de violencia como la psicológica, física, patrimonial, económica, sexual, obstétrica, política, etcétera.

Además del tipo de violencia se difunde dentro de esta Alerta de Género los ámbitos o modalidades de la violencia como puede ser familiar, laboral y docente, en la comunidad, institucional, feminicida, etcétera.

Como ya se mencionó anteriormente, fueron seis los Municipios en los que se decretó la Alerta de Violencia de Género, los cuales son Ciudad Valles, Matehuala, San Luis Potosí, Tamazunchale, Tamuín y Soledad de Graciano Sánchez, en este último Municipio es donde se realizó la búsqueda en diversos medios periodísticos para ubicar en colonia donde existe mayor riesgo según datos obtenidos en la observación del año 2019 y la dinámica que ha tenido con respecto a los dos años anteriores.

### 1.3. Teoría del Círculo de Canter



La Teoría del Círculo de Canter se implementa como metodología para la creación de perfiles geográficos. Como breve antecedente el profesor David Canter en la segunda mitad de los 90's desarrolló en la Universidad de Liverpool la psicología de la investigación, ya que al ser requerido por Scotland Yard para colaborar en la captura de un asesino y violador múltiple desarrolló el perfil geográfico donde pudo determinar el domicilio de criminales con base al estudio geográfico realizado en las escenas de los hechos.

La teoría del círculo se basa en la suposición de que los criminales van a cometer el crimen en las zonas que conocen y no exactamente en la que viven. Es decir, es más probable que los delitos que cometan sean alrededor de su casa o base y no ella misma. El autor sugiere que si todos los crímenes cometidos por un delincuente se sitúan en el interior de un círculo, es probable que el domicilio se encuentre dentro de ese mismo círculo.

Dichas afirmaciones tienen su origen en la "Hipótesis de la consistencia delictiva" del propio autor. En ella se afirma que los delincuentes actúan de un modo consistente a través del tiempo y en diferentes situaciones, por lo que la forma en la que cometan un crimen reflejará la conducta diaria así como las razones del delincuente. En la comisión de un delito, el delincuente refleja sus rasgos y comportamiento, teniendo consistencia delictiva en la interacción que establece con la víctima y consistencia geográfica en los lugares donde el criminal actúa.

David Canter encontró en uno de sus estudios que entre el 50 y el 75 por ciento de los violadores analizados vivían en un área que puede ser definida por un círculo cuyo diámetro unía los dos lugares más alejados donde habían atacado. A esto lo denominó la "teoría del círculo". (Páramo, 2010)

Una aclaración que realiza el autor de esta teoría es la importancia destacar que una vez elaborado el perfil geográfico y trazado el Círculo de Canter, no se puede descartar que el agresor actúe fuera del mismo. De hecho, en caso de que sus acciones se alarguen en el tiempo sin ser capturado, es posible que lo haga.

#### IV. CONCLUSIONES

Fecha	Colonia	Calle	Fuente
25 Marzo 2019	Soledad de Graciano Sánchez (centro)	Domicilio en calle Aldama, esquina con Narciso Mendoza	<a href="https://laorquesta.mx/otro-feminicidio-en-san-luis-potosi-el-septimo-del-ano/">https://laorquesta.mx/otro-feminicidio-en-san-luis-potosi-el-septimo-del-ano/</a>
11 Abril 2019	Localidad Fracción Rivera	Prolongación Melchor Ocampo	<a href="https://slp.gob.mx/sitioNuevo/Paginas/Noticias/2019/Mayo%202019/150519/Fiscal%20%ADa-Esclarece-Feminicidio-de-Fraccion%20B3n-Rivera-en-SGS-y-Captura-a-Probable-Responsable-150419.aspx">https://slp.gob.mx/sitioNuevo/Paginas/Noticias/2019/Mayo%202019/150519/Fiscal%20%ADa-Esclarece-Feminicidio-de-Fraccion%20B3n-Rivera-en-SGS-y-Captura-a-Probable-Responsable-150419.aspx</a>
13 Mayo 2019	Acceso Norte	Edificio en calle San Francisco	<a href="https://laorquesta.mx/feminicidio-en-acceso-norte/">https://laorquesta.mx/feminicidio-en-acceso-norte/</a>
6 Noviembre 2019	Comunidad Los Gómez	Calle Rioverde y Canalón Tanque Tenorio	<a href="https://laroja.com.mx/destacada/localizan-cadaver-embolsado-en-un-canalon-de-aguas-negras-en-la-comunidad-de-los-gomez/?fbclid=IwAR0H2wF3VWW4ZOHIJ2-IL1v7w42WBN_jcyonYmuD2JSmybhMwRs_pnjQSemY">https://laroja.com.mx/destacada/localizan-cadaver-embolsado-en-un-canalon-de-aguas-negras-en-la-comunidad-de-los-gomez/?fbclid=IwAR0H2wF3VWW4ZOHIJ2-IL1v7w42WBN_jcyonYmuD2JSmybhMwRs_pnjQSemY</a>
9 Diciembre 2019	Valle de los Jardines		<a href="https://laorquesta.mx/hombre-cometio-feminicidio-y-luego-se-suicido-en-soledad/">https://laorquesta.mx/hombre-cometio-feminicidio-y-luego-se-suicido-en-soledad/</a>

Con la información antes referida, se realizó la ubicación geográfica de las colonias o localidades donde fueron reportadas víctimas de feminicidio en el Municipio de Soledad de Graciano Sánchez durante el año 2019, la información fue obtenida de medios periodísticos y que arrojó como resultado la siguiente tabla.

Elaboración propia con datos obtenidos de fuentes periodísticas en Internet.

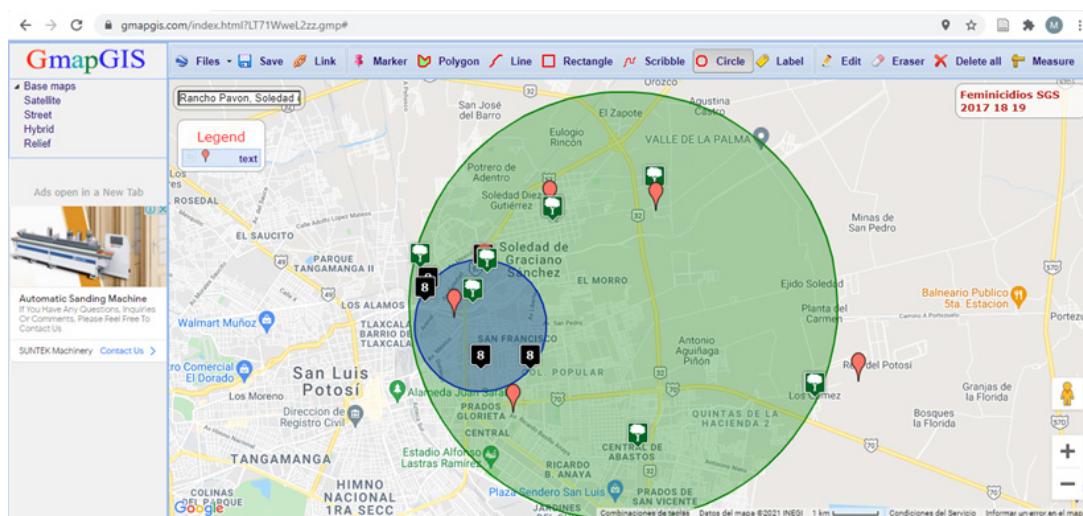


Una vez realizada la revisión de acontecimientos de feminicidio en el Municipio de Soledad de Graciano Sánchez durante el año 2019 se procedió a ubicar los puntos de referencia en un mapa mediante el programa GmapGIS con el fin de tener de manera gráfica la ocurrencia de este fenómeno y focalizar la actuación de prevención, atención, persecución, e investigación de este delito.

Mediante el empleo del programa GmapGIS se ubicaron los puntos donde fueron reportadas víctimas de feminicidio, en el que los puntos en color rojo corresponde a los eventos encontrados en el año 2019 y que el diámetro fue representado en color rojo, los puntos señalados en color negro corresponden a los eventos reportados en 2018 y el diámetro de los mismos fue señalado en color azul, por lo que respecta al año 2017 fueron ubicados con una señalética en color verde y el círculo que formaron los puntos más lejanos en ese año fue representado también en color verde.

Ya que están graficados los feminicidios conocidos en este Municipio se puede apreciar que la mayoría se concentra en el lado oeste y la mayoría tiene una distancia relativamente cercana, para el año 2018 (círculo azul) que fue el año posterior a la Alerta de Género se redujo el círculo, aunque para 2019 (círculo rojo) este se amplió demasiado, sin que se pueda tener cierta frecuencia.

La mayoría de los eventos se encuentran más cercanos al Municipio de San Luis potosí, el cual, también fue decretado con Alerta de Género. Se logra apreciar que la mayoría de los eventos se encuentran en zonas muy cercanas (el lado oeste del Municipio) por lo que las estrategias Interinstitucionales deben estar encaminadas a esa área sin dejar de lado las diversas zonas del Municipio.



## BIBLIOGRAFIA

Calderón Concha, Percy Teoría de conflictos de Johan Galtung. Revista de Paz y Conflictos [en línea]. 2009, (2), 60-81 [fecha de Consulta 18 de Julio de 2021]. ISSN:. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=205016389005>

Concha-Eastman, A., & Krug, E. (2002). Informe mundial sobre la salud y la violencia de la OMS: una herramienta de trabajo.

Expósito, F., & Moya, M. (2011). Violencia de género. *Mente y cerebro*, 48(1), 20-25.

Páramo, P. (2010). Psicología ambiental. Artículos en PDF disponibles desde 1994 hasta 2013. A partir de 2014 visítenos en [www.elsevier.es/sumapsicol](http://www.elsevier.es/sumapsicol), 3(1), 1-12.

Rangel Romero, X. G. (2020). El tipo penal de feminicidio: la necesidad de su homologación en la República Mexicana. *Revista de la Facultad de Derecho de México*, 70(277-2), 933-9

# PROCEDIMIENTO PARA INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTE LABORAL EN UNA EMPRESA DE FABRICACIÓN DE CALZADO

Mireya Ramírez Martínez  
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón  
Blvd. del valle #2301, Guardarrayas, Purísima del Rincón.  
*LMS17110506@purisima.tecnm.mx*

Laura Marisela Martínez Sánchez  
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón  
Blvd. del valle #2301, Guardarrayas, Purísima del Rincón.  
*laura.ms@purisima.tecnm.mx*

Resumen — En este trabajo se busca identificar los accidentes laborales de la empresa Pasztor para la realización de las medidas preventivas en el cuidado de los trabajadores y así reducir el número de accidentes y enfermedades de trabajo en esta empresa. Ya que conociendo los principales riesgos se puede implementar un reglamento o alternativas para disminuir los accidentes un 45%.

Palabras clave — Accidentes laborales, riesgos, alternativas.

Keywords — Occupational accidents, risks, alternatives.

Abstract — This work seeks to identify the occupational accidents of the Pasztor company in order to carry out preventive measures in the care of workers and thus reduce the number of occupational accidents and illnesses in this company. Knowing the main risks, regulations or alternatives can be implemented to reduce accidents by 45%.

## I. INTRODUCCIÓN

Los accidentes laborales hoy en día han aumentado dañando la salud y seguridad los trabajadores por eso es importante que todas las empresas inviertan en esta rama de prevención del trabajo. Este proyecto se implementó en la empresa Pasztor que se dedica a la fabricación de zapato ubicada en Manuel Doblado con el fin de conocer los accidentes y riesgos laborales más frecuentes que ocurren para analizar los principales casos que ocurren, con que frecuencia se dan y el área más afectada.

## II. MARCO TEÓRICO (OPCIONAL)

Según Heinrich (1995), accidente laboral es cualquier acontecimiento inesperado que interrumpe o interfiere el desarrollo normal de una actividad y que puede traer o no consecuencias, tales como, lesiones funcionales o

corporales permanentes o temporales, inmediatas o posteriores, o la muerte, así como toda lesión interna determinada por un esfuerzo violento, sobrevenida en las mismas circunstancias. Los factores que involucran un accidente corresponden al humano, al ambiente de trabajo, al gerencial, al social y al económico. El factor humano implicada en la negligencia e incumplimiento de las normas de seguridad establecidas, el ambiente de trabajo por desequilibrio del microclima laboral, el social por lo pertinente a un proceso formativo sobre aprendizaje y conductas preventivas y el económico con peculiares alternativas para la vida humana y empresarial, pues como es lógico, interrumpe la cotidianidad del trabajador. En cualquier accidente se han de distinguir tres aspectos importantes: el evento, las causas y las consecuencias:

1. Evento Iniciador: Es el evento no deseado en un proceso, sistema tarea o actividad normal que ocurre por una falla de los sistemas de seguridad.
2. Evento Intermedio: Es el evento que se induce a que las consecuencias del evento iniciador puedan o no ser controladas.
3. Consecuencias: El evento no deseado al no ser controlado por los sistemas de protección pueden producir lesiones, daños materiales y daños al ambiente.
4. Pérdidas: Los costos de las consecuencias pueden ser pérdidas directas e indirectas.

Importancia de los accidentes laborales y enfermedades ocupacionales

En términos comerciales, los accidentes laborales (AL) y las enfermedades ocupacionales (EO) pueden producir un impacto muy negativo para las compañías involucradas:

- Cumplimiento de plazos: La ocurrencia de un AL serio o fatal generalmente provoca la interrupción de las obras en uno de sus frentes de trabajo y puede, en los casos más graves, producir un impacto en el tiempo total de ejecución. La suspensión de la obra puede ser breve, durando unas pocas horas, o larga, en espera de la recopilación de todos los datos necesarios para la investigación. Si bien los accidentes pueden no haberse considerado una de las principales causas de las demoras, cuando ocurren pueden “ser decisivos para el progreso de las obras, incluso en ciertos casos, comprometiendo el éxito del proyecto” (Couto, 2007).

- Costos relacionados: la interrupción de las obras por las razones ya mencionadas tiene altas implicancias económicas (Hermanus, 2007) con los consecuentes costos directos e indirectos (López-Alonso et al., 2015), tales como: pérdida de productividad

y rendimiento, baja moral, compensación por daños y tiempo dedicado en el análisis del AL que pueden tener costos relevantes. Ciertamente estos costos afectan, en la reducción de los márgenes de ganancia de la compañía y de su competitividad. Además, será menos probable que la empresa se convierta en un proveedor preferido para los propietarios del proyecto donde la prevención sea una de las principales preocupaciones (Tender, 2018). Debido a su impacto, este aspecto por cierto aumentará el interés de los tomadores de decisiones de la compañía y, en consecuencia, siempre será incluido en el análisis de los temas de seguridad y salud ocupacional (Shannon et al., 1999).

Normalmente, la gestión de riesgos emerge como un procedimiento efectivo que se ha introducido gradualmente en el proceso de toma de decisiones (Mahdevariet al., 2014) y, por lo tanto, constituye la piedra angular de la gestión de la seguridad y la salud en el trabajo (Carvalho, 2013). Para asegurar un manejo adecuado de los riesgos, el primer paso obvio es una identificación confiable de los peligros (Badri et al., 2013). Esta etapa se debe considerar como la más crítica del todo el proceso, en la medida en que un peligro no identificado es un peligro no evaluado y, en consecuencia, se convierte en uno no controlado (Carvalho, 2013). Si este proceso no es completo y constante, no será posible corregir los errores en las fases posteriores, y la gestión de riesgos tendrá una estructura falsa (Ceyhan, 2012). La caracterización de los casos más típicos, comprendiendo la causa de su ocurrencia o aparición, es de gran importancia para su prevención (Hola y Szóstak, 2014) y para determinar

los peligros existentes. Esto permitirá que el análisis de los accidentes “gane más espacio como herramienta de prevención de accidentes” (Reis, 2007), a través del valor agregado, ya establecido, de aprender de los errores (Azevedo, 2010). Por lo tanto, es posible estudiar, a su debido tiempo, las posibles causas de eventos dañinos. (Pirsaheb et al., 2015). Con estas ventajas, las compañías podrán aprovechar al máximo sus decisiones y controlar sus costos (Hale et al., 2007).

### III. METODOLOGÍA

Para realizar esta investigación a cabo se realizó lo siguiente:

1. Búsqueda de información de accidentes: Estar mas familiarizado con el tema y conocer como la ley del trabajo y otras mas fuentes avalan la proyección para los trabajadores.
2. Visita a la empresa: Conocer sus instalaciones y conocer su mística y lo que realizan.
3. Aplicación de formato de investigación de accidentes: Una vez diseñado el documento se visitó la empresa para aplicarlo.
4. Análisis de los accidentes que ocurren en la empresa: Conocer los principales riesgos y accidentes que ocurren en la empresa para crear estrategias que ayuden a disminuirlos y velar por la seguridad de los trabajadores.

Fase III. Análisis de casos de accidentes laborales en la empresa

Para conocer los antecedentes o el patron de los análisis que ocurren en la empresa realizo un proceso de investigación y formato que informe las causas de estos accidentes con la finalidad de prevenir. De acuerdo con la aplicación del formato realizado por las estudiantes para conocer los accidentes que ocurren en la empresa y aplicado el jueves 01 de julio del 2021 se obtuvo los siguientes resultados.


Dicho formato se aplicó a la encargada de reclutamiento y enfermero de la empresa donde se dio a conocer un accidente más significativo que ocurrían por mes. Los accidentes mencionados que ocurren en la empresa son los siguientes:

1. Un trabajador de una de las bandas de producción sufrió un accidente con un instrumento (martillo) que usa para realizar su trabajo ya que este choco con la banda provocando que rebotara en su dedo pulgar ocasionando un esguince.
2. Un trabajador de producción también sufrió un accidente con un descocedor y tuvo una cortadura leve.

Esto quiere decir que el análisis de accidentes es necesario ya que proporciona la oportunidad de eliminar factores de accidente ya que es un medio de identificación potencial para detectar las situaciones laborales que pueden contribuir a la aparición de accidentes.

También se aplicó un formato para analizar los riesgos y áreas que son más propensas a sufrir un accidente a continuación se presenta dicho formato.

Tabla 1. Análisis de riesgos

SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVENCIÓN SOCIAL					
Formato de inspección de la STPS					
Leyes:		Ley Federal del Trabajo y Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.			
Empresa:		PAZTOR			
Inspector:		MIREYA RAMIREZ MARTINEZ			
Inspeccionado:		AREA DE PRODUCCIÓN			
Normas a evaluar		Si	No	Observaciones	
• Norm – 002 – 2008 EDIFICIOS LOCALES, INSTALACIONES Y AREAS EN LOS CENTROS DE TRABAJO – CONDICIONES					
1. Las instalaciones son seguras					
2. Se puede desempeñar de la mejor manera las actividades en el área de trabajo				Las áreas de trabajo son muy pequeñas para que los trabajadores se muevan con facilidad y a veces tienen materiales que invaden su lugar.	
3. Las áreas de trabajo están libres de obstáculo y pisos limpios					
• Norm – 002 – 2000 CONDICIONES DE SEGURIDAD, PREVENCIÓN, PROTECCIÓN Y COMBATE DE INCENDIOS EN LOS CENTROS DE TRABAJO					
1. Se cuenta con extintor					
2. Tiene señalamientos de peligro de incendios					
3. Las personas están capacitadas para usar un extintor				No todos tienen conocimiento de usar un extintor.	
• Norm – 006 – STPS 2000 MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES CONDICIONES Y PROCEDIMIENTOS DE SEGURIDAD					
1. Los equipos están en las mejores condiciones					
2. Los trabajadores saben los riesgos de no tener un buen uso de los materiales					
3. Existen comunicación en los empleados para que todos sepan cual material es peligroso					
• Norm – 022 – STPS 2008 ELECTRICIDAD ESTÁTICA EN LOS CENTROS DE TRABAJO. CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE					
1. Se cuenta con señalamientos de electricidad					
2. La empresa tiene los procedimientos adecuados para el uso de electricidad					
3. Se conocen los productos que conducen electricidad					

#### IV. RESULTADOS

Con esto se puede concluir que los accidentes principales que se dan en la empresa PASZTOR son leves o medios de cortaduras, fracturas, quemaduras etc. Son más propensos en sufrir un accidente en el área de producción ya que una de las causas de que ocurran sea por el tamaño del área de trabajo y el material que no les deje desplazarse con facilidad, además de los otros factores de distracción que intervienen como el uso del celular y no seguir las reglas establecidas. Esto quiere que la prevención de riesgos laborales engloba todas aquellas actividades o medidas de seguridad adoptadas en una empresa, con el fin de reducir o evitar los riesgos derivados del trabajo. Cuidar y proteger la salud de todos los trabajadores garantiza el buen funcionamiento de cualquier empresa, contribuyendo así a la mayor calidad del trabajo realizado y a un ambiente mucho más sano y agradable.

#### V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La empresa Pasztor debe implementar estrategias que beneficien la seguridad de sus trabajadores como reglamentos, vigilancia, verificar que sus trabajadores cuenten con su equipo de seguridad, pláticas informativas de lo importante que es su salud y bienestar en el trabajo.

#### VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradezco al Instituto Tecnológico superior de Purísima del Rincón por la oportunidad de participar en el verano de la ciencia. También a mi asesor que apoyo en todo este nuevo aprendizaje escolar.



## REFERENCIAS

[1]

Soto, M., & Mogollón, E. (2005). Actitud hacia la prevención de accidentes laborales de los trabajadores de una empresa de construcción metalmecánica. *Salud de los trabajadores*, 13(2), 119-123

[2] Couto, J. P., & Tender, M. (2020). Análisis de los accidentes laborales y enfermedades ocupacionales en tunelización como soporte para la gestión de riesgos. *Revista ingeniería de construcción*, 35(2), 182-191.

[3] Robalino Haro, A. E. (2018). Plan de prevención de accidentes laborales en la empresa “Lubricambio Álvarez” del Cantón Píllaro (Bachelor’s thesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador)

## VIII. EVIDENCIAS DE LA VISITA A LA EMPRESA





# NENIS Y BROS, IMPACTO EN LAS ACCIONES DE EMPRENDEDURISMO DE JÓVENES UNIVERSITARIOS CON EL USO DE REDES SOCIALES.

Alma Paola Lopez González  
Universidad Autónoma de Coahuila  
Torreón-Matamoros km7.5 CU,27410 Torreón. México  
*almalopez@uadec.edu.mx*

Xóchitl Hernández Velázquez  
Universidad Politécnica de San Luis Potosí  
Urbano Villalón 500 Col La Ladrillera San Luis Potosí, S.L.P  
*xochitl.hernandez@upslp.edu.mx*

Resumen —En esta investigación presenta el impacto que tuvo el emprendedurismo con el uso de las redes sociales, lo cual la pandemia afecto ya sea para bien o para mal, por lo tanto, se realizaron encuestas a emprendedores para conocer el impacto que causo, se realizaron investigaciones a fondo para ver el comportamiento del emprendedurismo antes de la pandemia y después de la pandemia, cabe destacar que el emprendedurismo es más ameno en tiempo de pandemia ya que esta causo que familias perdieran sus trabajos, empresas cerraran. Los resultados obtenidos muestran que la población con las características de la población objetivo se está adaptando al modelo de venta de los nenis y bros.

Palabras clave — Redes sociales, comportamiento de compra, emprendedurismo.

Abstract — In this research, he presents the impact that entrepreneurship had with the use of social networks, which the pandemic affected either for better or for worse, therefore, surveys were conducted with entrepreneurs to see the impact it caused. In-depth research to see the behavior of entrepreneurship before the pandemic and after the pandemic, it should be noted that entrepreneurship is more enjoyable in times of pandemic since this caused families to lose their jobs, companies to close. The results obtained in the surveys show that the population is adapting to the sales model of the nenis and bros.

Keywords — Social networks, buying behavior, entrepreneurship.

## I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación aborda el estudio del impacto que tienen el emprendedurismo en los jóvenes que hacen uso de las redes sociales como medios digitales para la comunicación y distribución, esta situación contextualizado en el marco de la contingencia que se ha presentado a partir del 2020, el perfil de los emprendedores se ha visto modificado y han adoptado un modelo de negocio diferente (D2C) directo al consumidor, cambiaron al que estaban comúnmente acostumbrados y los clientes también modificaron su forma de compra. De igual manera, se ha hecho evidente que las redes sociales fueron de gran ayuda tanto para emprendedores como para compradores y los pequeños negocios informales que incorporaron el uso de, principalmente redes sociales (Facebook, Instagram y What's app) para salir a flote ya que durante la pandemia Covid-19 se observó un incremento en el desempleo y fue una solución disruptiva en este periodo.

La finalidad de la investigación es analizar las herramientas, perfiles y medios digitales que utilizan los emprendedores universitarios para progresar en sus proyectos y que han surgido a partir de la contingencia, tomando en cuenta el modelo de negocio adoptado (D2C) por los mismos y el estilo Neni y Bro y con ello establecer las mejoras que incluye el uso de las comunidades de compra y venta en redes sociales, así mismo se busca identificar el perfil de los compradores es de suma importancia ya que está ligado al perfil del emprendedor, dónde el emprendimiento se ve aplicado en el modelo D2C, que está centrado en el consumidor, lo que implica el uso de herramientas tecnológicas.

## II. MARCO TEÓRICO

El emprendedurismo o emprendimiento tiene su origen en el francés, *entrepreneur* (pionero), que permitía catalogar a los aventureros que se adentraban en la conquista de nuevas tierras con la finalidad de obtener resultados diferentes o nuevos para el crecimiento y expansión de su país (Castillo, 1999). En la actualidad el emprendimiento es una iniciativa que muchas de las instituciones educativas han adoptado para alentar a los jóvenes universitarios para aumentar las posibilidades de triunfar en negocios e independencia económica. La mayoría de las personas emprendedoras inician con la idea de triunfar, pero solamente la minoría logra superar los primeros años, esto se debe al desconocimiento que se tiene de los procesos de emprendimiento (Nikulín Chandia, 2017). En un artículo redactado por el TECMTY hace referencia al COVID-19 como la pandemia que generó una ola de emprendimiento internacional esto lo destaca Aarón Rodríguez, cofundador y CMO de Jeff (la plataforma digital de multiservicios que tiene presencia en más de 40 países). En concreto, señala que los emprendedores que surgieron durante la pandemia son por necesidad o falta de trabajo, sino por toda la crisis económica a la que se enfrentaron familias de todo México (TecMty, 2020).

“Se espera ver un aumento de nuevos emprendedores después de COVID-19. Año tras año se ve claramente un incremento en el número de búsquedas de la palabra ‘inversión’ y ‘emprender’, y ahora con la pandemia se ha acelerado de forma exponencial” (Rodríguez, 2020).

Ante esta situación el tema de los Nenis y Bros se hace más evidente y de mayor visibilidad en la economía, para ser más específicos nos comenta el artículo por el TECMTY, que el 41% total de nenis y bros, está conformado por emprendedores que buscan emprender y tener su propio negocio para asimismo tener un mejor equilibrio en su trabajo y en su vida personal. El resto del porcentaje que es el 54% está conformado por emprendedores que buscan una oportunidad de generar ingresos estos dados a conocer durante la pandemia. Cabe destacar que es fundamental dar a los clientes facilidades de pago online en especial a negocios locales u pequeños como lo pueden ser, tiendas de abarrotes, panaderías, carnicerías, cafeterías, etc. Ya que tienen que adaptarse y sumarlo a sus ofertas. (TecMty, 2020)

“Es por ello por lo que los emprendedores tienen que disponer de una plataforma para poder ofrecer la mayor

cantidad de soluciones de comunicación, pago y servicio para el usuario final que serán claves para estar a la vanguardia de las necesidades del cliente postcovid”, recomendó Aarón Rodríguez (Rodríguez, 2020).

Entre las causas que llevaron a los emprendedores a realizar cambios en su modelo de negocios, podemos encontrar la contingencia que inició en el 2020 debido al Covid-19, cuando una crisis económica golpeó a México, estudios del periódico EL PAÍS nos dice que gracias a datos sacados del estudio del INEGI “La pandemia hunde la economía mexicana un 8,5% en 2020, la mayor caída desde la Gran Depresión” (EL PAÍS, 2021). También nos comenta que el 2021 será un año de recuperación, debiéndose esto a la vacunación contra el Covid-19.

En estudio que se realizó el año pasado sobre el caso de 3 personas que iniciaron su emprendimiento se nos dice que, “La pérdida de empleos formales durante marzo-junio 2020 se concentró en los trabajadores de bajos niveles de ingreso. Contundentemente, el 83.7% (933 mil) de todos los empleos perdidos corresponden a trabajadores que percibían entre 1 y 2 salarios mínimos” (Montiel Méndez, Flores Novelo, Ávila Paz, & Sierra Martínez, 2021).

Como bien se sabe, el periodo de contingencia fue también un momento en que muchas personas comenzaron a salir de su zona de confort para poder sobrevivir a falta de un empleo, por medio del emprendimiento esto fue posible. Vivien Schmidt cataloga a dichas personas como “entrepreneurs” or “mediators” who serve as catalysts for change as they draw on and articulate the ideas of discursive communities and coalitions” [“emprendedores discursivos” o “mediadores” que sirven como catalizadores para el cambio, ya que aprovechan y articulan las ideas de comunidades y coaliciones discursivas”] (Schmidt, 2008).

El marketing va de la mano con el emprendimiento y en un artículo de Roberto Marcelo se hace referencia a estrategias de marketing en tiempos de pandemia, uno de estos es sobre los anuncios como forma de pago, ya que estos se están volviendo más accesibles económicamente, debido a que no hay alta demanda ya que Facebook y Google tienen un mejor sistema de subastas. Además, se necesita que las pymes suban el costo por clic (CPC) de los anuncios para que empresas más grandes gasten lo adecuado. Ya que, si no se obtiene demasiada publicidad de pymes como ahora, en tiempos de pandemia en efecto no hay demasiada competencia por el inventario, por otra parte, el costo del clic disminuye, en concreto por cada dólar que se invierte va ser más rentable en estos tiempos. (Roberto Marcelo Martínez, Ítalo Omar Martillo, Hernán Patricio Delgado, 2020)

Por lo tanto, se puede decir que los emprendedores han sido, son y serán un recurso fundamental en periodos de crisis, en los que se dan oportunidades para renovar la economía de un territorio a través de su papel. De ahí que, ante esta crisis provocada por el COVID-19, lo que se tiene que hacer es promover la investigación en emprendimiento con el fin de tener la información necesaria con la que se podrán desarrollar políticas eficientes en nuestro país que susciten este necesario fenómeno empresarial, el cual provocará la regeneración económica del país y, por tanto, la salida de la crisis (Martínez & Bañón, 2020). Como resultado de la crisis económica que se derivó por la pandemia del Covid –19, los jóvenes iniciaron emprendimientos para obtener ingresos y los que ya contaban con uno se vieron obligados a realizar modificaciones, entre algunas la implementación de las redes sociales como herramienta de compra-venta, entregas en puntos medios, depósitos bancarios, dónde no se tiene alguna regulación. “De ahí que la actividad de las ‘nenis’ sea considerada como una fuente de empleo autogestionable” (Lucia P. Castillo, 2021).

En consecuencia, de las modificaciones que tuvieron que realizar las nenis para continuar con su emprendimiento se vio modificado el modelo de negocio con el que estaban mayormente acostumbradas y optaron por el D2C (Directo al consumidor), el cual “hace referencia a la acción de comprar un producto directamente a una marca, sin la intervención de terceras partes como distribuidores o proveedores” (Packhelp, s.f.). En el cual se engloba el uso de las tecnologías, para la compra-venta, toma de decisiones, conocimiento de los clientes, publicidad de los productos y crear confianza.

De acuerdo con el artículo de unotv.com nos menciona la diferencia entre los Nenis y Comerciantes Nómadas referente a comercio digital. En efecto las “nenis” son un tipo de comerciantes que realizan sus ventas mediante redes sociales y sus entregas físicas acuerdan un “punto medio” para los dos, por lo que se designa un comercio local. A Diferencia de un comercio nómada las nenis adquieren los pagos de sus productos ya sea en el momento de entrega o por parciales, mitad al encargar el producto y mitad al entregarlo; los comerciantes nómadas los podemos identificar como emprendedores de cualquier parte del mundo a diferencia en cuestión de pagar los productos que ofrecen ellos lo hacen totalmente por transacciones bancarias ya que no existe una forma física como lo hay en el caso de las nenis (Lucia P. Castillo, 2021).

Hemos visto que el modelo de comercialización de las nenis a resultado de una manera eficientes, ellas mismas han demostrado que este modelo funciona hasta que de cierta manera empresas han empezado a ponerlo en práctica. Este modelo consta de pasos, que son los siguientes:

- Identifican gustos y preferencias de sus clientes
- Analizan directamente a su competencia
- Crean una comunidad, y la fortalecen
- Crecen con recomendaciones y de manera orgánica
- Aprovechan la retroalimentación directa de sus clientes

Asimismo, es sorprendente que este tipo de emprendedoras reclamen su término ya que este surgió primero de burlas. Un estudio hecho por la INEGI demuestra que 1.3 millones de mujeres perdieron su trabajo como consecuencia del COVID-19 y está la razón de que las “nenis” empezaron a emprender a salir adelante y su mayoría mujeres que es impactante. Las nenis son un claro ejemplo que el emprendimiento es posible con dedicación y entusiasmo cabe destacar que en México se hizo popular ya que el desempleo y el salario es este país es muy deficiente así que buscan maneras de subsistir. (Financiero,2021)

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la presente investigación se realizó una investigación mixta, identificando que los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de roda la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (Hernández Sampieri y Mendoza, 2008). Primero se planteó el objetivo de investigación para precisar lo que se espera alcanzar con el estudio y las respectivas preguntas fueron centradas en contribuir a su cumplimiento y se realiza una revisión documental del tema. Se identificaron las variables que se mostraron en la encuesta en las siguientes secciones:

- Datos personales
- Percepción de las redes sociales y su influencia
- Consumismo
- Intereses del consumidos
- Métodos de pago
- Impacto de la pandemia en el emprendimiento
- Modelo de compra-venta en las redes sociales
- Percepción del cliente sobre los emprendedores
- Interés de los universitarios por el emprendimiento

La encuesta fue aplicada por medios digitales en un muestreo por conveniencia que nos permitiera recopilar la información para identificar las herramientas, perfiles y medios digitales que utilizan los emprendedores

universitarios para progresar en sus proyectos y que han surgido a partir de la contingencia y con ello también identificar los perfiles de consumidores en este modelo de negocio.

#### IV. RESULTADOS

En el periodo del 13 de junio al 3 de agosto, se aplicó el instrumento “COMPORTAMIENTO DE COMPRA EMPRENDEDURISMO EN LAS REDES SOCIALES (Nenis y Bros)” El instrumento fue aplicado por medios digitales y distribuido por redes sociales, se obtuvieron “66” encuestas de una muestra por conveniencia, se realizó la encuesta con un promedio de 26 preguntas con una división de 5 secciones para determinar la conducta de las personas que respondieron la encuesta de acuerdo al emprendimiento.

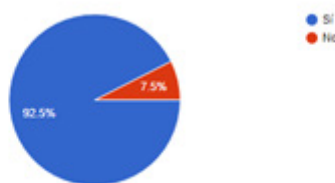
División 1 es conformada con información personal y cómo les ha afectado las compras por redes sociales, división 2 es dirigida para los estudiantes que no realiza compras en redes sociales, división 3 es dirigida a los estudiantes que si compran en redes sociales de igual manera también para saber cuánta satisfacción se obtiene de esta, división 4 está dirigida a estudiantes emprendedores que venden por medio de redes sociales, división 5 para estudiantes que tienen la intención de vender por el medio de redes sociales y esta abarca solo una pregunta abierta.

Figura 1- Composición de la muestra. Fuente: Elaboración propia.



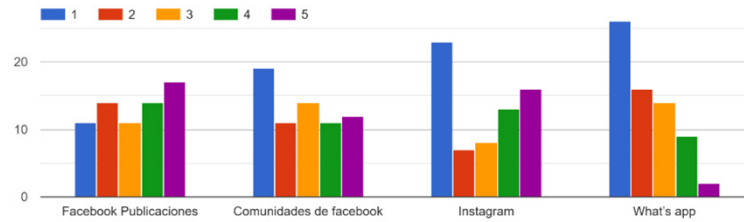
A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos a partir de las variables de estudio establecidas en el apartado de metodología. Como vemos en la gráfica 2 la mayoría de las personas mínimo han realizado compras por medio de redes sociales, de un 92.5% de los estudiantes de San Luis Potosí, Coahuila, San Juan del Rio, Qro, un 7.5% no han realizado compras por lo tanto vemos el impacto que las redes sociales han influenciado en la vida cotidiana.

Grafica 2 ¿Has comprado productos que se ofertan por redes sociales (Comunidades de Face, Instagram y/o whatsapp app)? Fuente: Elaboración propia



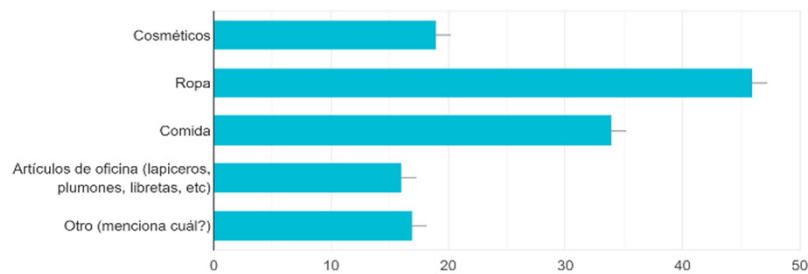
Como podemos observar en la gráfica 3, Facebook es que tiene mayor influencia para realizar una compra seguida de Instagram, luego comunidades de Facebook y finalizando con what's app, lo que se concluye es que las personas les atrae un producto viéndolo en anuncios de Facebook ya sea también utilizado como meme.

Figura 3 Redes que han influenciado para una compra por redes sociales. Fuente: Elaboración propia



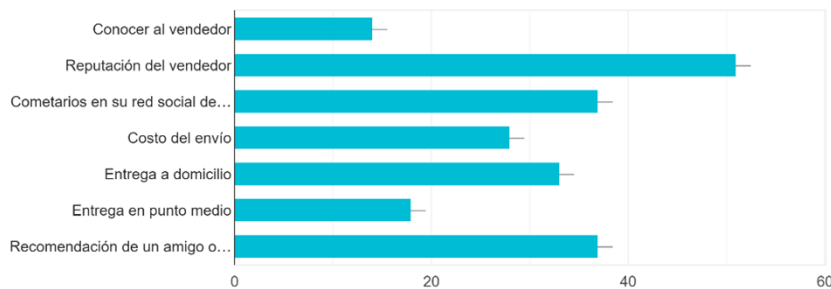
Como vemos en la figura 4 la mayoría de los productos que tienen más demanda es la ropa y la comida.

Figura 4 productos comprados. Fuente: Elaboración propia



Facilidad de adquirir un producto, precios accesibles, la comodidad de no salir de la casa para adquirir el producto o ya sea que este a buen precio a comparación de un negocio de una demanda superior. Como podemos observar en la figura 5 destacan 3 elementos el cual los compradores realizan una compra por medios sociales, la primera es la reputación del vendedor, la segunda son los comentarios que las demás personas tienen acerca del producto y la tercera es por una recomendación de un amigo o familiar.

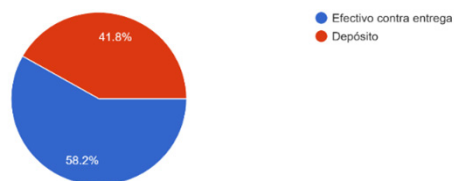
Figura 5 elementos más importantes que consideras para concretar tu compra. Fuente: Elaboración propia



En la figura 6 observamos que el método de compra que usualmente los estudiantes eligen es pagar cuando tienen el producto en mano ya que aún hay desconfianza a sufrir una estafa.



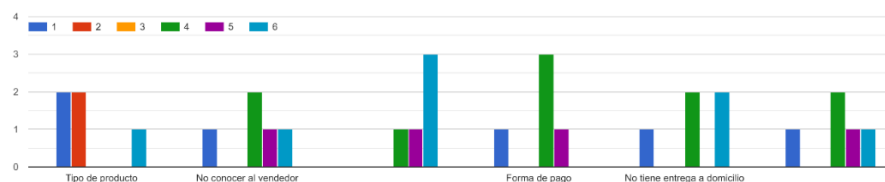
Figura 6 Método de compra. Fuente: Elaboración propia



En la figura 7 observamos los obstáculos que se tiene al realizar una compra por redes sociales, tipo de producto que maneja el vendedor es uno de ellos, enseguida no conocer al vendedor, y por último que no tengan entregas a domicilio.

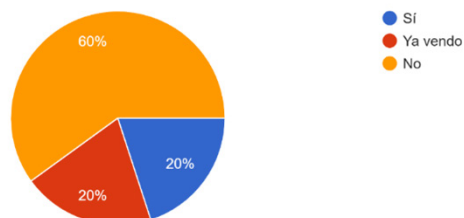
Figura 7 Obstáculos. Fuente: Elaboración propia

De la siguiente lista indica del más importante al menos importante los que han sido un obstáculo para que realices compras por redes sociales (Donde 6 es mayor y 1 menor)



En la figura 8 observamos que los estudiantes que respondieron la encuesta el 60% no tienen intención de vender algún producto, un 20% si tiene la intención y el otro 20% ya vende.

Figura 8 Intención de vender. Fuente: Elaboración propia



En la figura 9 se observa cual es la red social que tiene más beneficios de ofertar tus productos como vendedor, Facebook es la primera con un 38.1%, Instagram con un 38.1% comunidades de Facebook con un 14.3% y por último WhatsApp con un 9.5%, esto se debe a la mayor afluencia que tienen las redes sociales como vemos Facebook es que tiene mayor antigüedad y por lo tanto tiene más usuarios. En la figura 10 se muestra cuáles son los factores por los cuales un cliente realiza una compra, tipo de producto, precio, proceso de compras, costo de envío.

Figura 9 posterior de los que ya venden. Fuente: Elaboración propia

Que red social es la que te brinda mayores beneficios al momento de ofertar tus productos  
21 respuestas

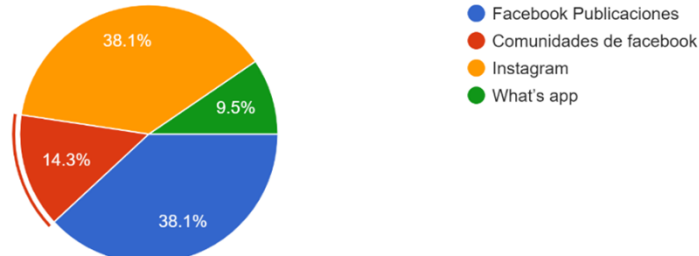
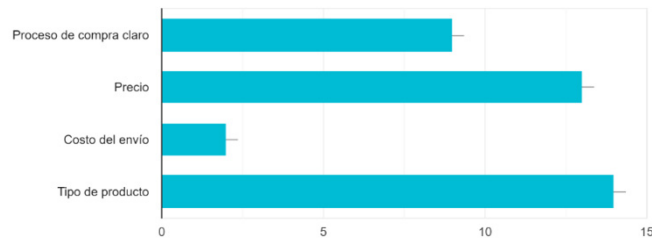


Figura 10 factores importantes para la compra de un producto. Fuente: Elaboración propia

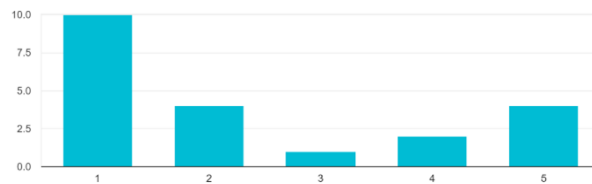
Qué factores consideras son los más importantes para que el cliente realice una compra  
21 respuestas



En la figura 11 vemos que las redes sociales si favorecen al emprendedurismo en los jóvenes universitarios ya que se facilita desde que se promociona el producto hasta que se hace la entrega.

Figura 11 Uso de redes sociales. Fuente: Elaboración propia

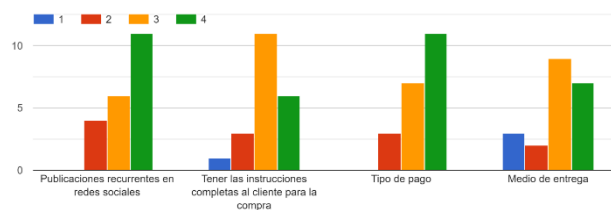
Consideras que el uso de redes sociales favorece el emprendedurismo de los jóvenes universitarios  
21 respuestas



En la figura 12 observamos cual es el proceso que más influye dentro del proceso de compra lo cual es estar publicando contantemente en redes sociales, el tipo de pago, el medio por el cual se va a entregar el producto y tener las instrucciones.

Figura 12 procesos de venta

Dentro de tu proceso de venta, de los siguientes elementos indica del más importante al menos importante (Dónde 4 es el más importante y 1 el menos)



## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

De acuerdo con el perfil de emprendedores se vio que las mujeres de un rango de edad de 21-23 venden más en redes sociales a comparación de los hombres, una de las redes que son más utilizadas para la compra de los productos es Facebook e Instagram, siendo el WhatsApp la comunicación directa para la entrega, por lo tanto, los productos que más se venden son la ropa y la comida. A partir de lo anterior, vemos que las redes sociales hoy en día son de una gran ayuda para emprendedores universitarios ya que facilita mucho las ventas y los puntos de entrega. Los obstáculos se observan es la desconfianza que tiene el comprador al momento de hacer transacciones para la compra del producto, situación que poco a poco se va modificando al ser más populares este tipo de transacciones, las personas van confiando a los emprendedores ya que se está volviendo algo usual. El cliente confía más en tiendas físicas pero la pandemia orilló a las personas a confiar en emprendedores ya que la entregas van a domicilio y por su salud es lo más accesible.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La presente investigación concluye que:

Los jóvenes emprendedores que son universitarios se orillaron a arriesgarse a emprender en medio de la pandemia ya sea por crisis económica y vaya que favoreció a su emprendedurismo ya que incremento su crecimiento debido a que se le dedicaban más tiempo a su negocio.

Respecto al impacto que tuvo la pandemia es positivo, hubo un mayor número de emprendedores que han visto en esta opción una vía para su actividad comercial y tener ingresos lo que beneficia la economía personal y por ende del país.

Un punto importante que se debe aclarar es que la mayoría de los emprendedores son mujeres debido que la pandemia orillo a empresas al desempleo y los primeros desempleados eran del género femenino por lo cual hay bastantes emprendedoras de este género, elemento que debe ser considerado para futuras investigaciones que permitan perfila de manera completa este sector que al iniciar como Nenis, se han vuelto un referente para la venta de productos por redes sociales considerando sus buenas prácticas y lo que ha hecho que en medio de una contingencia se hicieran evidentes como proveedoras en el ámbito familiar y como han generado recursos económicos conjugando la comercialización y las actividades que se realizan en el hogar y cuidado de la familia.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

La presente investigación la dedico en primer lugar a mis padres, que en todo momento me apoyo, siempre me dieron mi espacio para dedicarle tiempo a la investigación.

A mi tutora, que en todo momento estuvo al pendiente de la investigación y siempre apoyando.  
A mi abuelo, mi ángel en el cielo que siempre está conmigo en cada paso que doy en mi vida.

#### REFERENCIAS

- Areli Fabiola Martínez O., O. Y. (2016). Las redes sociales como impulsor en el crecimiento de los Emprendedores y las MiPyMes. *Revista de Negocios & PyMES*, 35-37.
- Barbosa, A. S. (2019). COMUNIDADES DE MARCA NO INSTAGRAM: O IMPACTO DAS CARACTERÍSTICAS DO CONTEÚDO DAS MARCAS NA INTENÇÃO DE COMPRA. *U.PORTO*, 4-6.
- Castillo, A. (1999). Estado del Arte en la Enseñanza del Emprendimiento. *EMPRENEDORES COMO CREADORES DE RIQUEZA Y DESARROLLO REGIONAL*, 1.
- Castillo, L. P. (02 de Marzo de 2021). “Nenis”: ¿por qué son diferentes a las ventas en línea y el comercio nómada?
- Corredor, D. Y. (2007). Hacia un modelo de emprendimiento universitario. *INNOVAR JOURNAL*, 5-7.
- EL PAÍS. (29 de Enero de 2021). La pandemia hunde la economía mexicana un 8,5% en 2020, la mayor caída desde la Gran Depresión. *EL PAÍS*.
- El universo. (2020). Redes sociales, aliadas estratégicas para los emprendedores en Ecuador. *Financiero*. (2021). El modelo de negocio de las “Nenis”. *Financiero*
- García, D. (2006). Implantación de la modalidad emprendedora en México. *Redaly*, 140.
- Herrera. (2012). LAS REDES SOCIALES: UNA NUEVA HERRAMIENTA DE DIFUSIÓN. *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. (2021). RESULTADOS DE LA ENCUESTA NACIONAL DE OCUPACIÓN Y EMPLEO. NUEVA EDICIÓN (ENOEN) CIFRAS DURANTE EL CUARTO TRIMESTRE DE 2020.
- Klein, N. (16 de Marzo de 2020). CORONAVIRUS CAPITALISM — AND HOW TO BEAT IT. *The Intercept*.
- Montiel Méndez, O. J., Flores Novelo, A., Ávila Paz, E., & Sierra Martínez, S. J. (2021). “Tengo que sobrevivir”: Relato de vida de tres jóvenes microemprendedores bajo COVID-19. *readaly*, 68-69.
- Nikulín Chandía, C. V. (2017). Metodología para el análisis de problemas y limitaciones en emprendimientos universitarios. *INNOVAR JOURNAL*, 92-94.
- Obregón, G. (2019). Emprendedores: actores clave para levantar la economía mexicana. *Entrepreneur*.
- Packhelp. (s.f.). D2C, la estrategia de negocio para hablar de tú a tú con los clientes.
- Rheingold (1996). De la comunidad étnica a la comunidad virtual: breve revisión del concepto comunidad en tres de sus acepciones y teóricos.
- Schmidt, V. A. (2008). Discursive Institutionalism: The Explanatory Power of Ideas and Discourse. *Annual Review of Political Science*, 310.
- TecMty. (2020). ¿Qué tipos de emprendedores surgen en la pandemia?

# CIBERVIOLENCIA DE GÉNERO

## GENDER CYBERVIOLENCE

Andrea Monserrath Ramos de la Torre  
 Universidad Autónoma de Aguascalientes  
 Avenida Universidad # 940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags  
*.Andreadelatorre26@gmail.com*

Paola Iliana de la Rosa Rodríguez.  
 Universidad Autónoma de San Luis Potosí  
 Alvaro Obregon 64, Centro, 78300 San Luis, S.L.P.  
*paorosro@hotmail.com*

Resumen — La investigación que se presenta a continuación es un análisis de la migración de la violencia de género a las plataformas digitales con un enfoque en la última década en México, hace énfasis en la descripción de la ciberviolencia contra las mujeres y en las principales cifras porcentuales de diversos estados, esto nos permite saber en dónde nos encontramos en relación a la equidad de género en materia de tecnología.

Palabras clave — ciber violencia, género, pornografía, mujeres.

Abstract — The research presented below is an analysis of the migration of gender violence to digital platforms with a focus on the last decade in Mexico, emphasizing the description of cyber violence against women and the main percentage figures of various states, this allows us to know where we are in relation to gender equity in technology.

Keywords — cyberviolence, gender, pornography, women.

### I. INTRODUCCIÓN

En una década (a partir del 2010 hasta 2020) la tecnología ha ido ocupando parte importante en la vida de los seres humanos, les ha facilitado labores resultando en impactos tanto positivos como negativos, así mismo la violencia de género se ha transportado a la red, no sólo ha aumentado en los tipos que ya conocíamos, sino que con su migración nos ha mostrado que se puede vulnerar el derecho a una vida libre de violencia en un solo click. La ciberdelincuencia en México a partir de cifras nos permite sembrar una justificación para el tema elegido relacionado a la investigación que se planteó en este verano de la ciencia región centro 2021.

## II. MARCO TEÓRICO (OPCIONAL)

“La violencia digital o ciber violencia solamente es una manera más de trasladar la violencia a otro espacio. Son todas las violencias que podemos encontrar fuera y simplemente se trasladan a la parte digital por medio del uso de herramientas o dispositivos móviles. Lo que hacen las TIC es potencializar estas mismas violencias que han existido desde mucho tiempo y que además se han abordado en plataformas como la de Beijing y se han abordado en varios instrumentos internacionales como es la CEDAW y en Belém do Pará [...] es simplemente esta reproducción de un sistema patriarcal machista en el que siempre hemos estado sumergidas y simplemente se traslada a este espacio digital y lo que hace es potencializarlo”. [7]

Para plantear de manera más concisa la problemática de acuerdo a la Asociación para el Progreso de las Comunicaciones, la violencia contra las mujeres relacionada con la tecnología, se refiere a los actos de violencia de género cometidos instigados o agravados, en parte o totalmente, por el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), plataformas de redes sociales y correo electrónico; y causan daño psicológico y emocional, refuerzan los prejuicios, dañan la reputación, causan pérdidas económicas y plantean barreras a la participación en la vida pública y pueden conducir a formas de violencia sexual y otras formas de violencia física. [5]

A nivel mundial, derivado del registro de un total de 1,126 casos procedentes de siete países de 2012 a 2014 (Bosnia Herzegovina, Colombia, la República Democrática del Congo, Kenya, México, Paquistán y Filipinas), se observaron las siguientes tendencias en relación a este tipo de violencia

- Las mujeres jóvenes, de entre 18 y 30 años, son las más vulnerables en los espacios digitales.
- El 40% de las agresiones son cometidas por personas conocidas por las sobrevivientes, el 30% por desconocidos
- Hay tres perfiles principales de mujeres que viven esta forma de violencia: mujeres que viven en una relación íntima de violencia, mujeres profesionales con perfil público que participan en espacios de comunicación (periodistas, investigadoras, activistas y artistas), y mujeres sobrevivientes de violencia física o sexual.

Un estudio sobre ciberacoso en la Ciudad de México encargado por el Instituto de las Mujeres del Distrito Federal, dentro de la Meta A.III.1 del programa “Ciudad Segura y Amigable para la Mujeres y las Niñas” realizó un monitoreo lexicográfico y semántico (análisis de palabras) en las redes sociales Twitter y Facebook, dos grupos focales con mujeres y hombres usuarios de redes sociales entre 18 y 29 años, y ocho entrevistas a víctimas de violencia y/o acoso y activistas y/o asociaciones trabajando sobre violencia en redes sociales. [6]

Se rescata que en México, el 77% de la conexión a Internet se hace a través de un smartphone.

Este estudio reconoce seis tipos de violencia en línea contra las mujeres:

1. Violar la intimidad, que consiste en la filtración de imágenes íntimas sin consentimiento.
2. Sembrar rumores falsos y difamar con el propósito de dañar su reputación o avergonzarla.
3. Crear perfiles falsos y/o usurpar la identidad.
4. Denigrar a mujeres, a través de mensajes para humillar o ridiculizar, lo que incluye filmar actos de violencia en donde se les golpea, agrede, grita o persigue.
5. Acechar o espiar la actividad virtual de una mujer con diferentes fines.
6. Acosar y amenazar mediante diferentes medios y formas con el fin de intimidación que puede escalar a violencia física, sexual o letal.

En México existe un contexto grave de violencia estructural contra las mujeres. Se estima que el 66% de las mujeres mayores de 15 años en el país, alrededor de 30.7 millones, han vivido alguna forma de violencia en sus diferentes formas, en los espacios escolar, laboral, comunitario, familiar o en su relación de pareja.

De acuerdo con ONU Mujeres, se cometen 7 feminicidios en promedio al día, investigaciones del Observatorio Ciudadano Nacional del Feminicidio señalan que sólo el 1.6% de los casos de feminicidio terminan en sentencia judicial. La prevalencia de una cultura de la impunidad es uno de los factores más preocupantes para la erradi-



cación de la violencia contra las mujeres en México.

El 88.4% de las mujeres que viven violencia decide no tomar ninguna acción ante las instituciones o las autoridades, esta tendencia tiene un carácter extendido a nivel nacional ya que el total de delitos no denunciados o que no derivaron en averiguación previa es de 93.6%. Las principales causas para la no denuncia son: considerarse una pérdida de tiempo (33.1%) y la desconfianza en las autoridades (16.5%). [1, 2]

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

Se hizo una compilación de los resultados de encuestas cuantitativas y cualitativas de organizaciones civiles y gubernamentales de México haciendo un énfasis en las más recientes, y resumiendo la información importante para permitir al lector un análisis completo de las cifras que se manejan.

### IV. RESULTADOS

En el país existen 74 millones de usuarios(as) de internet: 17.7 millones han sido víctimas de acoso (23.8% de los usuarios(as) de internet). Las mujeres jóvenes viven más violencia digital que los hombres, lo cual, se observa en el grupo de 12 a 19 años (32.7% contra 28.1%) y particularmente, en el grupo de 20 a 29 años (36.4% contra 27.1%) Este tipo de violencia se manifiesta de formas diversas, por ejemplo: 40.3% de las mujeres, de 12 años y más fueron víctimas de ciberacoso, ellas vivieron insinuaciones o propuesta sexuales, en el caso de los hombres este porcentaje fue de 16.3%.

En general el ciberacoso se esconde en el anonimato, ya que en 53.4% de los casos no se pudo identificar a la persona agresora. Después de vivir ciberacoso, la medida de seguridad a la que más se recurre es a bloquear a las personas agresoras, cuentas o páginas (49.1% de los hombres y 69.2% de las mujeres). Sólo el 8.6% de las mujeres víctimas denuncia ante el ministerio público o policía esta violencia (hombres 6.7%) [4]. En México 4.5 millones de niñas, niños y adolescentes de 12 a 19 años han sido víctimas de ciberacoso. Este fenómeno, como muchos otros, se presenta con mayor o menor intensidad en las entidades federativas del país.

En Aguascalientes y Veracruz, más del 40% de las adolescentes que son usuarias de internet o teléfono celular, han sido víctimas de ciberacoso, esta práctica invade la vida de la víctima sin su consentimiento y de manera repetitiva: de las y los adolescentes de 12 a 19 años que han recibido mensajes con insultos, amenazas o intimidaciones, 31.7% de las mujeres y 20.2% de los hombres, los recibieron a diario o por lo menos una vez a la semana. El porcentaje de personas que vivieron alguna situación de ciberacoso es más alto en los grupos de edad de 18 a 19 años (32.7%) y de 15 a 17 años (31.0%), en comparación con el grupo de 12 a 14 años (18.2%). Algunas de las acciones que realizan las personas que reciben mensajes con insultos, amenazas o intimidaciones son: bloquear a la persona (61.7% y 48.1% en mujeres y hombres, respectivamente), ignorar la situación (28.1% mujeres y 35.9% hombres), informar de la situación a una tercera persona (21.9% mujeres y 9.2% hombres) y sólo 3.8% de las mujeres y 3.3% de los hombres lo denuncian ante alguna autoridad.

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) aporta datos estadísticos sobre la violencia en línea y a la cual denomina ciberacoso, a través del Módulo sobre Ciberacoso (MOCIBA) 2019. Los resultados de la encuesta señalan que el 23.9% de la población de 12 años y más que utilizó internet en 2019 fue víctima de ciberacoso en los últimos 12 meses, equivalente a 17.7 millones de personas, de las cuales 9.4 millones fueron mujeres y 8.3 millones fueron hombres, afectando principalmente a mujeres de 20 a 29 años de edad quienes representan el 36.4% de las víctimas. El 11.9% de mujeres y 13.6% hombres fueron víctimas de publicación de información personal como fotos o videos. De la población de 12 años y más que fue víctima de ciberacoso durante los últimos 12 meses y pudo identificar el sexo de su o sus agresores, 61.8% fueron hombres agredidos por hombres y 54.8% fueron mujeres agredidas por hombres[3]. El estudio de MOCIBA 2020 podemos res-

catar las siguientes cifras: 21% de la población de 12 años y más usuaria de internet fue víctima de ciberacoso entre octubre de 2019 y noviembre de 2020. La situación de ciberacoso más frecuente que experimentaron las mujeres fueron las insinuaciones o propuestas sexuales (35.9%), mientras que en el caso de los hombres fue el contacto mediante identidades falsas (37.1%).

Por entidad federativa, la mayor prevalencia de ciberacoso se registró en Colima, Tabasco y Tlaxcala. [3] De acuerdo con los resultados de la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de las Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2020, en México, 75% de la población de 12 años y más utilizó Internet en cualquier dispositivo en el periodo comprendido entre julio y noviembre de 2020. De la población usuaria de Internet referida en el párrafo anterior, 21% declaró haber vivido, entre octubre de 2019 y noviembre de 2020, alguna situación de acoso cibernético por las que se indagó, siendo mayor para mujeres (22.5%) que para los hombres (19.3%).

Las situaciones experimentadas con mayor frecuencia por parte de la población de mujeres que ha vivido ciberacoso fueron: recibir insinuaciones o propuestas sexuales (35.9%), contacto mediante identidades falsas (33.4%) y recibir mensajes ofensivos (32.8%); mientras que para la población de hombres que han vivido ciberacoso fueron: contacto mediante identidades falsas (37.1%), recibir mensajes ofensivos (36.9%) y recibir llamadas ofensivas (23.7%). En 57.8% de los casos de ciberacoso no se identificó a las personas acosadoras, en 24.5% se logró detectar solo a personas conocidas, mientras que en 17.8% se identificó tanto a personas conocidas como a desconocidas.

Cuando se logró identificar al menos a un acosador, se identificó a personas con las cuales no existía una relación cercana, es decir, conocidas de poco trato o solo de vista (19.3%); personas cercanas o en quien se pudiera confiar, tales como amigos(as) (12.6%), compañeros(as) de clase o trabajo (9.7%), exnovio(a) o expareja (6.4%) y, finalmente, familiares (4.6%). De las víctimas que lograron identificar el sexo del agresor, 59.4% de los hombres y 53.2% de las mujeres señaló que se trataba de un hombre. El efecto principal que ocasionan las situaciones de ciberacoso tanto a mujeres como a hombres es el enojo con 68% y 58.8%, respectivamente; seguido de la sensación de desconfianza, con 38.4% y 32.3% para mujeres y hombres, respectivamente.

De acuerdo con los resultados, se identifica que la acción tomada con mayor frecuencia ante el ciberacoso es bloquear a la persona, cuenta o página (70.1% en el caso de las mujeres, 52.9% en el caso de los hombres), seguida de ignorar o no contestar (25% en el caso de las mujeres, 35.4% en el caso de los hombres).

En México, el 75% de la población de 12 años y más estimada por la ENDUTIH utilizó internet en cualquier dispositivo en los últimos tres. De la población de 12 años y más que fue víctima de ciberacoso en los últimos 12 meses, 38.2% contaba con estudios de nivel básico. Para la población de hombres y mujeres el porcentaje de ciberacoso tiende a ser similar en cada uno de los niveles de escolaridad. 35.9% de las mujeres de 12 años y más víctima de ciberacoso durante los últimos 12 meses recibió insinuaciones o propuestas sexuales.

Por su parte, 37.1% de los hombres víctima de ciberacoso recibió contacto mediante identidades falsas. Se identifica que Sonora es la entidad en donde se declara el mayor porcentaje de insinuaciones o propuestas sexuales en los últimos 12 meses que experimentan las mujeres con un 47.5%, seguido de Quintana Roo y Coahuila con un 47.1% y 45.5%, respectivamente. Por otra parte, las entidades con menor porcentaje de estas situaciones en mujeres fueron Puebla, Chihuahua y Ciudad de México con 24.2%, 26.9% y 27.8%, respectivamente.

La entidad en la cual se registra el mayor porcentaje de contactos mediante identidades falsas en los últimos 12 meses, experimentado por hombres, es Yucatán con un 47.7%, seguido de Chihuahua y Michoacán con un 45.4% y 43.8%, respectivamente.

Por otra parte, las entidades con menor porcentaje de estas situaciones en hombres fueron Coahuila, Jalisco y Sonora con 26.2%, 31.5% y 31.6%, respectivamente. Tanto para mujeres como a hombres la situación de cibe-

racoso, con mayor frecuencia, experimentada en los últimos 12 meses es el rastreo de cuentas o sitios web, con 44.2% y 37.7%, respectivamente. En 57.8% de las situaciones de ciberacoso experimentadas no se identificó a las personas acosadoras, en 24.5% se logró detectar solo a personas conocidas, mientras que en 17.8% se identificó tanto a personas conocidas como a desconocidas.

De la población de 12 años y más víctima de ciberacoso durante los últimos 12 meses y que fue acosada por un(a) conocido(a), 19.3% no tenía una relación específica directa con la víctima 64.6% de los hombres y 61.4% de las mujeres que fueron víctimas de ciberacoso en los últimos 12 meses y conocían al acosador recibió críticas por su apariencia o clase social. De la población de 12 años y más que fue víctima de ciberacoso durante los últimos 12 meses y pudo identificar el sexo de su o sus agresores, 59.4% fueron hombres agredidos por hombres y 53.2% fueron mujeres agredidas por hombres. 58.8% de los hombres y 68% de las mujeres de 12 años y más que utilizaron internet en los últimos 12 meses y fueron víctimas de ciberacoso experimentó enojo. 2.9% de los hombres y 70.1% de las mujeres de 12 años y más que utilizaron internet en los últimos 12 meses y fueron víctimas de ciberacoso tomaron la acción de bloquear persona(s), cuenta(s) o página(s).

## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

México se regula con la Ley General de Acceso de las Mujeres a una Vida Libre de Violencia misma que fue establecida con una fecha de publicación el 1 de febrero de 2007 y con una última reforma incorporada el 1 de junio de 2021. Las disposiciones de esta ley son de orden público, interés social y de observancia general en la República Mexicana.

La Ley General de Acceso de las Mujeres a una Vida Libre de Violencia tiene por objeto establecer la coordinación entre la Federación, las Entidades Federativas, el Distrito Federal y los municipios para prevenir, sancionar y erradicar la violencia contra las mujeres, así como los principios y modalidades para garantizar su acceso a una vida libre de violencia que favorezca su desarrollo y bienestar conforme a los principios de igualdad y de no discriminación, así como para garantizar la democracia, el desarrollo integral y sustentable que fortalezca la soberanía y el régimen democrático establecidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A raíz de esta investigación deducimos que no se está cumpliendo en su totalidad con la Ley, que las mujeres víctimas de la violencia digital también son responsabilidad del Estado así afirmamos que es necesario un marco regulador para el problema del ciber acoso.

## VII. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Quiero agradecer infinitamente a la Doctora Paola Iliana de la Rosa Rodríguez, por su paciencia y su apoyo total a pesar de la distancia, también a la Universidad Autónoma de Aguascalientes por su incentivo económico que permite a los estudiantes tener oportunidades como estás en un tiempo incierto.

## REFERENCIAS

- [1] ARTICLE19. Carta técnica sobre la penalización de la difusión sin consentimiento de imágenes con contenido sexual en México, 2019.
- [2] CNDH. Reporte de Monitoreo Legislativo. Disponible en: [http://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/normatividad/Constitucion\\_PEUM.pdf](http://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/normatividad/Constitucion_PEUM.pdf) (2020)
- [3] INEGI. Módulo sobre Ciberacoso MOCIBA 2019 Principales Resultados, 2019.
- [4] INMUJERES. BA6N07\_VoBo\_300720. (2020)

- [5] LUCHADORAS. LA VIOLENCIA EN LÍNEA CONTRA LAS MUJERES EN MÉXICO. Disponible en: <https://hipertextual.com/2016/10/feminicidios-en-mexico> (2020)
- [6] Rodríguez, L. V. B. C. Informe para la Relatora sobre Violencia contra las Mujeres Ms. Dubravka Šimonović. Disponible en: [www.Internetesnuestra.mx](http://www.Internetesnuestra.mx) (2017)
- [7] SEDESOL, & INDESOL. Instituto de las Mujeres del Distrito Federal Programa Anual PAIMEF 2016: “CDMX Ciudad Segura y Amigable para la Mujeres y las Niñas.” Disponible en: <http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx> (2016)

## ACOSO LABORAL FEMENINO EN MÉXICO

Calderón López Lorena Coral

Asesor: Dr. en C. Administrativas María Teresa De La Garza Carranza

Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

Facultad de Licenciaturas en Ingeniería

Silao-Irapuato km 12.5 El Copal

C.P. 36821, Irapuato, Gto.

*lorena.98.cl@gmail.com*

Resumen — La siguiente investigación tiene como objetivo determinar la importancia que tiene el fenómeno de acoso laboral en México, esto dado principalmente en mujeres, siendo la causa de deserciones y problemas emocionales que en determinado lapso y conforme a cada individuo esto termina siendo perjudicial principalmente para la víctima.

Para la recopilación de datos se cubren los conceptos de abuso laboral y abuso laboral femenino, pues son palabras que se han convertido en acciones las cuales se presentan desde hace muchos años. Conocer su origen, la gravedad y el impacto negativo que esto puede resultar de no erradicarse a tiempo o en su defecto, prevenirlo.

Palabras clave — Acoso, mujeres, trabajo y hostigamiento laboral.

Abstract — The following research aims to determine the importance of the phenomenon of workplace harassment in México, this mainly in women, being the cause of desertion and emotional problems that in a certain period and according to each individual this ends up being detrimental mainly to the victim.

For data collection, the concepts labor abuse and female labor abuse are covered, as they are words that have been converted into actions which have been presented for many years Know it's origin the severity and the negative impact that this may result from not being eradicated in time or, failing that preventing it.

Keywords — Harassment, women, work, and workplace harassment.

## I. INTRODUCCIÓN

El acoso laboral femenino es una de las problemáticas más grandes que enfrenta la mujer mexicana, pues es considerada en muchas ocasiones como alguien medianamente o nulamente competente para relacionarse o desarrollar actividades que demandan habilidades favorecedoras en el trabajo.

La actividad laboral femenina presenta diversos riesgos de deserción esto debido a diferentes factores, de los cuales el acoso (ya sea sexual, moderado o leve) es de los mayores problemas que se presentan en los lugares de trabajo (ya sea por mismo personal o agentes externos como clientes, proveedores, etc.), que traen como consecuencia que la víctima tenga un menos desempeño laboral, fallas en sus actividades, renunciaciones o despidos injustificados los cuales afectan a la empresa, entre otros.

## II. MARCO TEÓRICO

Según Aritzeta y Ayestarán (2003), se define como Rol a aquellos patrones normativos culturales llámese valores, actitudes y conductas que la sociedad asigna a las personas que ocupan una posición ligada a un determinado status o grupo social.

Durante mucho tiempo se han considerado los roles de actividad como una prioridad entre hombres y mujeres, siendo esto un conflicto a la hora de designar tareas las cuales serán desempeñadas acorde a su sexo, es decir, un rol de género.

Entiéndase por rol de género a las funciones que se le designan a un individuo en un determinado contexto o situación, identificando lo que una sociedad designa a cada uno ya sea por valores, cultura, conductas, etc. (Castañeda, 2007), estos roles de género varían dependiendo de tres cosas: el tiempo, la cultura del lugar y el tipo de actividades (Garduño, 2001).

Se le identifica como acoso sexual a un fenómeno de conducta física y/o verbal el cual puede incluir el uso de amenazas para conseguir un acto de carácter sexual por parte de una persona con la que se mantiene una relación laboral (Cuenca, 2014).

Leymann (1996) sostiene que el acoso se produce cuando un individuo (rara vez más de uno) es atacado por otro (rara vez más de cuatro) por lo menos una vez a la semana y por un tiempo mínimo de seis meses, causándole problemas psicológicos y psicosomáticos.

En este ámbito se destacan dos panoramas: víctima y victimario. Por motivos culturales, de estereotipos, etc., la mujer en este caso es vista como un objeto sexual al cual le pueden invadir su espacio, intimidad e integridad sin consecuencia alguna y el hombre se le percibe como alguien aspiracional, que por el simple hecho de ser masculino puede desatar sus instintos carnales en el momento que lo quiera, ser vulgar y obsceno desmedidamente e incluso abusar de su fuerza y/o jerarquía laboral.

INMUJERES (s.f.) clasifica el acoso sexual laboral de la siguiente manera:

Niveles y tipo de acoso	Forma del acoso	Acciones específicas de acoso
Nivel 1.- Acoso leve	Verbal	Chistes de contenido sexual, piropos, conversaciones de contenido sexual, pedir citas, hacer preguntas sobre su vida sexual, insinuaciones sexuales, pedir abiertamente relaciones sexuales sin presiones, presionar después de ruptura sentimental, llamadas telefónicas.
Nivel 2.- Acoso medio	No Verbal y sin contacto físico	Acercamientos excesivos, miradas insinuantes, gestos lascivos, muecas, cartas.
Nivel 3.- Acoso grave	Verbal y con contacto físico	Abrazos y besos no deseados, tocamientos, pellizcos, acercamientos y roses, acorralamientos, presiones para obtener sexo a cambio de mejoras o amenazas, realizar actos sexuales bajo presión de despido y asalto sexual.



El acoso sexual laboral tiene un punto de partida, es decir, una razón de ser, mucho de esto tiene que ver con los celos o envidia que presente un hombre hacia una esto debido a que perciben los rasgos o cualidades más competitivas que las que ellos poseen, rasgos con los cuales las mujeres destacan visiblemente, un claro ejemplo de estas cualidades es la capacidad profesional superior, facilidad para despertar aceptación o aprecio en sus compañeros, subordinados, jefes, pacientes o clientes, su don de gentes, evaluaciones positivas o felicitaciones recibidas en su trabajo (Trujillo et. al, 2007).

Sin embargo, esto no sólo tiene que ver con la envidia o celos por cuestiones meramente laborales, sino también con la educación del individuo, pues en el ambiente en el que se ha desenvuelto desde su niñez hasta determinado punto influye mucho en sus características y la manera en la que actúa, piensa y se expresa.

### III. METODOLOGÍA

Para esta investigación se utilizó la metodología de sondeo en la cual se utilizaron datos como edad, correo electrónico, estado civil, grado escolar, posición en la empresa y una serie de preguntas mediante las cuales se definen si existen demasiados riesgos laborales hacia las mujeres.

- En la primera fase se analizó el tema mediante el proceso de investigación y esclarecimiento de conceptos.
- La segunda fase se continuo compartiendo la encuesta para recopilar más datos (la encuesta ya estaba estructurada).
- En la tercera fase se recopiló la información en una hoja de cálculo de Excel, después se utilizó el programa Minitab para su mayor interpretación y análisis.
- Al tener los datos en tablas se hizo el respectivo acomodo de datos, se sintetizó y se tomaron los respectivos criterios para obtener el resultado.

[1. ¿Le han dicho cosas para i			[2. ¿Le han dicho chistes o cu			[3. ¿Le han dicho palabras par			[4. ¿Le han dicho cosas ofens			[5. ¿Han tratado de		
Conteo	CntAcum		Conteo	CntAcum		Conteo	CntAcum		Conteo	CntAcum		Conteo	CntAcum	
1	215	215	1	186	186	1	206	206	1	218	218	1	340	340
2	44	259	2	57	243	2	43	251	2	43	261	2	35	275
3	46	305	3	46	289	3	41	292	3	34	295	3	26	301
4	24	329	4	29	319	4	27	319	4	29	320	4	23	324
5	8	337	5	16	334	5	17	336	5	17	337	5	13	337
6	2	339	6	4	339	6	5	341	6	4	341	6	4	341
7	3	342	7	6	344	7	3	344	7	1	342	7	4	345
8	4	346	8	2	346	8	3	347	8	5	347	8	2	347
9	2	348	9	2	348	9	1	348	9	1	348	9	1	348
N= 340			N= 348			N= 340			N= 340			N= 340		

[12. ¿La han tocado (por ajemp			[13. ¿Han hecho ruidos semejan			[14. ¿Le han hecho comentarios			[15. ¿La han mirado lentamente			[16. ¿La han hecho sentir incó			[17. ¿La han llamado por nombr		
Conteo	CntAcum		Conteo	CntAcum		Conteo	CntAcum		Conteo	CntAcum		Conteo	CntAcum		Conteo	CntAcum	
1	243	243	1	246	246	1	219	219	1	214	214	1	215	215	1	236	236
2	35	278	2	32	278	2	51	270	2	48	262	2	50	265	2	47	285
3	25	303	3	24	302	3	30	300	3	26	288	3	30	295	3	21	306
4	17	320	4	12	314	4	18	318	4	27	315	4	23	318	4	15	321
5	16	336	5	21	335	5	16	334	5	19	334	5	16	334	5	15	336
6	3	339	6	1	336	6	3	337	6	4	338	6	3	337	6	2	338
7	2	341	7	3	339	7	2	339	7	3	341	7	3	340	7	3	341
8	1	342	8	4	343	8	2	341	8	2	343	8	3	343	8	2	343
9	6	348	9	5	348	9	7	348	9	5	348	9	5	348	9	5	348
N= 348			N= 348			N= 348			N= 348			N= 348			N= 348		

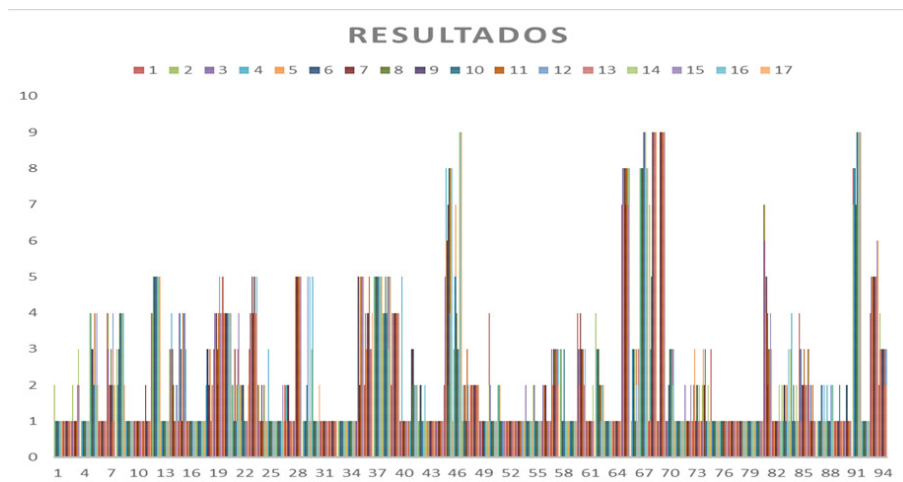
  

[16. ¿Le ha dicho chistes			[7. ¿Le han dicho cosas sexual			[8. ¿Le han comentado de su vi			[9. ¿Han tratado de tener una			[10. ¿Le han insistido en salir			[11. ¿La han mirado (la mira		
Conteo	CntAcum		Conteo	CntAcum		Conteo	CntAcum		Conteo	CntAcum		Conteo	CntAcum		Conteo	CntAcum	
1	222	222	1	232	232	1	248	248	1	264	264	1	251	251	1	216	216
2	40	262	2	36	268	2	34	282	2	21	285	2	29	280	2	42	258
3	39	301	3	28	296	3	21	303	3	16	291	3	25	305	3	30	294
4	19	320	4	20	316	4	21	324	4	12	322	4	19	324	4	18	312
5	10	330	5	22	338	5	15	339	5	14	337	5	15	339	5	25	337
6	2	341	6	3	341	6	3	342	6	3	340	6	1	340	6	1	338
7	3	344	7	2	343	7	2	344	7	2	342	7	3	343	7	2	340
8	3	347	8	2	345	8	3	347	8	2	344	8	5	348	8	5	345
9	1	348	9	3	348	9	1	348	9	4	348	N=	348	9	3	348	
N= 348			N= 348			N= 348			N= 348			N= 348			N= 348		

#### IV. RESULTADOS

Con base a la encuesta aplicada y a documentos de INMUJERES se demostró que el índice de acoso laboral en México es uno de los problemas que presentan las mujeres con más frecuencia. El acoso va desde palabras obscenas, toqueo de manos hasta favores sexuales.

Para los hombres la edad es sólo un número y esto se demuestra en el análisis obtenido, ya que el acoso se da en mujeres desde los 18 hasta los 67 años (según la encuesta aplicada), y se percibe que la edad en la que sufren más acoso es entre los 20 y 24 años de edad, dando por hecho que son las edades más vulnerables y desprotegidas, pues al ser muy jóvenes tienden a tener temor de expresar lo que les sucede por miedo a represalias que van desde la amenaza personal, a familiares, desprestigio, humillaciones, hasta el despido injustificado (Peralta, 2004).



Tamaño de la muestra:

Variable	N	N*	Media	Mínimo	Mediana	Máximo
Edad	348	0	32.092	18.000	28.000	67.000

Los datos de la encuesta fueron recolectados en empresas de Guanajuato.

#### V. CONCLUSIONES

Si bien, los casos de acoso sexual laboral someten a la víctima a tomar medidas drásticas, las cuales más que un beneficio les genera inseguridad y aislamiento, pues tienden a cambiar aspectos de su físico (cambio de ropa, cabello, etc.), renunciar al trabajo y en el peor de los casos a ceder por miedo al despido.

El hecho importante es que, el cambio cultural radical es necesario para la integración de nuevas ideas, si bien, la verdad no es absoluta, pero se puede comenzar con la modificación de pensamientos de antaño y abrir un panorama en el cual se vean los verdaderos hechos, se perciban las consecuencias y más que someter a los victimarios a un castigo o reprensión por sus actos esto sea radicado desde un inicio, sin la posibilidad de llegar al final de la situación, en esa en la cual ya hay un daño que quizá pueda ser reparar superficialmente pero no de manera interna para la víctima.

#### VI. RECONOCIMIENTOS

Omito este apartado.

## REFERENCIAS

- [1] Saldívar, A., Díaz, R., Reyes, N., Armenta, C., López, F., Moreno, M., Romero, A., Hernández, J., & Domínguez, M. (2015). Roles de Género y Diversidad: Validación de una Escala en Varios Contextos Culturales. ScienceDirect. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2007471916300059>
- [2] Castañeda, I. (2007). Reflexiones teóricas sobre las diferencias en salud atribuibles al género. SciELO. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662007000200011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662007000200011)
- [3] Saldívar, A., Díaz, R., Reyes, N., Armenta, C., López, F., Moreno, M., Romero, A., Hernández, J., & Domínguez, M. (2015). Roles de Género y Diversidad: Validación de una Escala en Varios Contextos Culturales. SciELO. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-48322015000302124&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-48322015000302124&script=sci_arttext)
- [4] Giberti, E. (2017). Sexismo | DELS. DELS. <https://salud.gob.ar/dels/entradas/sexismo>
- [5] Peralta, M. C. (2004). El acoso laboral - Mobbing- perspectiva psicológica. Open Edition Journals. <https://journals.openedition.org/revestudsoc/24892>
- [6] UACJ. (s. f.). Curso: prevención y atención del acoso y hostigamiento sexual. [http://www3.uacj.mx/EquidadGenero/Documents/equidad,%20hostigamiento%20y%20violencia/U1\\_Curso%20Hostigamiento.pdf](http://www3.uacj.mx/EquidadGenero/Documents/equidad,%20hostigamiento%20y%20violencia/U1_Curso%20Hostigamiento.pdf)
- [7] Palomino, F. (2012). Acoso sexual en México: Análisis y propuestas. En-claves del pensamiento, 6(12), 133-157. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-879X2012000200007&lng=es&tln-g=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-879X2012000200007&lng=es&tln-g=es).
- [8] Trujillo, M., Valderrabano M., Hernández, R. (2007). Mobbing: historia, causas, efectos y propuesta de un modelo para las organizaciones mexicanas. INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales, 17(29),71-91.[fecha de Consulta 12 de Julio de 2021]. ISSN: 0121-5051. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81802905> <https://www.redalyc.org/pdf/818/81802905.pdf>
- [9] INMUJERES. (2010). Protocolo para la atención de casos de hostigamiento y acoso sexual. cedoc.inmujeres.gob.mx/ [http://cedoc.inmujeres.gob.mx/](http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos_download/protocolo_coah.pdf) [http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos\\_download/protocolo\\_coah.pdf](http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos_download/protocolo_coah.pdf)
- [10] Sánchez Castañeda, A. (2015). Reseñas bibliográficas. Revista Latinoamericana de Derecho Social, 21, 289–294. <https://doi.org/10.1016/j.rlds.2015.07.014> <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-latinoamericana-derecho-social-89-articulo-resenas-bibliograficas-S1870467015000299>
- [11] INMUJERES. (2007). El impacto de los estereotipos y los roles de género en México. [http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos\\_download/100893.pdf](http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos_download/100893.pdf)
- [12] Casal, S. (2005). LOS ESTEREOTIPOS Y LOS PREJUICIOS: CAMBIOS DE ACTITUD EN EL AULA DE L2. <http://institucional.us.es/revistas/elia/6/art.7.pdf>
- [13] Rojas, I., & Sotelo, J. (2003). La migración de la mujer mexicana migrante: de la emancipación a la equidad de género. TESIS PROFESIONAL. Departamento de Relaciones Internacionales e Historia. Escuela de Ciencias Sociales, Universidad de las Américas Puebla.[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lri/rojas\\_g\\_i/](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lri/rojas_g_i/)
- [14] Organización Internacional del Trabajo. (s. f.). El hostigamiento o acoso sexual. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---sro-san\\_jose/documents/publication/wcms\\_227404.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---sro-san_jose/documents/publication/wcms_227404.pdf)
- [15] Murayama, M. (2006). DISEÑO CONCEPTUAL MEDICIÓN DEL ACOSO SEXUAL A MUJERES EN LOS CENTROS DE TRABAJO. INMUJERES. [http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos\\_download/246\\_diseno\\_conceptual\\_hasl.pdf](http://cedoc.inmujeres.gob.mx/documentos_download/246_diseno_conceptual_hasl.pdf)
- [16] Organización Internacional del Trabajo. (2013). Acoso sexual en el trabajo y masculinidad. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---sro-san\\_jose/documents/publication/wcms\\_219961.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/---sro-san_jose/documents/publication/wcms_219961.pdf)
- [17] Aritzeta, A., & Ayestarán, S. (2003). Aplicabilidad de la teoría de los roles de equipo de Balbín: un estudio

- longitudinal comparativo con equipos de trabajo. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=649325>
- [18] Chávez, M., Fernández, R., Baigorri, A., Caballero, M., & Centella, M. (s. f.). Percepción del acoso sexual en el ámbito laboral desde el punto de vista de las trabajadoras en Extremadura. <https://www.ccoo.es/9669daf7b6d62791bf7b5723ce89a37e000068.pdf>
- [19] Mendizábal, G. (2013). El acoso laboral y la seguridad social México, Porrúa, 2013. ELSEVIER. <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-latinoamericana-derecho-social-89-articulo-resenas-bibliograficas-S1870467015000299>
- [20] Ávila, A., Bernal, V., & Alzate, L. (2016). ¿CUALES SON LAS CAUSAS Y CONSECUENCIAS DEL ACOSO LABORAL O MOBBING? Revistas electrónica: Psiconex <https://revistas.udea.edu.co/index.php/Psiconex/article/view/326991/20784214>

## LIBRO CONMEMORATIVO DE CUERPOS ACADÉMICOS: 20 AÑOS DE LA UPSLP

Moisés Meza Cruz

Universidad Politécnica de San Luis Potosí

Urbano Villalón #500, Col. La Ladrillera, San Luis Potosí, S.L.P. México, C.P. 78363

*171023@upslp.edu.mx*

Dra. Gloria Cristina Palos Cerda

Universidad Politécnica de San Luis Potosí

Urbano Villalón #500, Col. La Ladrillera, San Luis Potosí, S.L.P. México, C.P. 78363

*crisrina.palos@upslp.edu.mx*

Resumen — Este documento presenta la realización de un libro conmemorativo de cuerpos académicos: 20 años de la UPSLP, donde se encuentran los beneficios que tendrá este libro, así como el fundamento teórico-empírico, así como la ficha técnica de la propuesta de estudio presentado. Teniendo en cuenta que son seis fases del contenido propuesto, pero que se colaboró específicamente en la fase número dos que trata de la Universidad Politécnica de San Luis Potosí: su entorno y el escenario actual. Donde los objetivos se han establecido desde el principio; uno general y otro específico, a través del seguimiento de un programa de actividades.

Palabras clave — libro conmemorativo, fundamentación teórico empírica, objetivos.

Abstract — This document presents the realization of a commemorative book of academic bodies: 20 years of the UPSLP, where the benefits that this book will have, as well as the theoretical-empirical foundation, as well as the technical sheet of the study proposal are found. presented. Taking into account that there are six phases of the proposed content, but that it was specifically collaborated in phase number two that deals with the Polytechnic University of San Luis Potosí: its environment and the current scenario. Where the objectives have been established from the beginning; one general and the other specific, by following a program of activities.

Keywords — commemorative book, empirical theoretical foundation, objectives.

## I. INTRODUCCIÓN

La Universidad Politécnica de San Luis Potosí (UPSLP) fue creada por decreto del ejecutivo estatal el 27 de junio de 2001, donde su trayectoria ha mostrado un impacto positivo en el contexto de la educación superior, teniendo como filosofía poner la ciencia, la tecnología y la cultura en servicio humano. Por ello se considera significativo documentar la trayectoria de los Órganos Académicos (CCAA) que operan en la institución.

Donde se espera obtener beneficios que permitan el sustento de un documento institucional que sirva de referencia sobre los resultados que ha generado la investigación en el ámbito académico y empresarial que corresponde a las CCAA.

Por lo tanto, para aplicar la metodología del estudio de caso en los cuatro CC. AA., De la UPSLP a partir de los elementos clave que resaltan los resultados de sus líneas de generación y aplicación del conocimiento (LGAC) dando como resultado una memoria conmemorativa de carácter descriptivo y expositivo.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Listado de temas, fuentes y responsables

El libro conmemorativo de los cuerpos académicos: 20 años de UPSLP no tiene antecedentes en sí mismo, pero presenta como información la búsqueda de datos sociodemográficos y económicos presentados tanto a nivel nacional (México) como a nivel estatal (San Luis Potosí), además de Presentar un relato histórico de los hechos relevantes de la UPSLP, desde su fundación hasta la actualidad, incluyendo una problemática actual, como el origen, impacto global, nacional y estatal del COVID19.

## III. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados del estudio de cada dimensión nacional y estatal a modo de comparación para tener una idea de dónde se encuentra San Luis Potosí en materia de ciencia, tecnología e innovación.

### D.1 Infraestructura Académica y de Investigación

Según la Figura 1. En el análisis de los resultados vemos que se evalúan cinco temas, a saber: Cobertura de posgrados de calidad nacional con 20,94 puntos, mientras que se encuentra por encima del promedio en el país con 45,77 puntos, lo que indica que existe una alta calidad en los programas de posgrado están muy bien diseñados, abarcando programas de posgrado certificados con 16,69 puntos a nivel nacional mientras que el estado tiene 14,19 puntos, lo que sugiere que San Luis Potosí está por debajo del promedio, lo que podría sugerir que ciertos aspectos podrían mejorarse para obtener mejores resultados, centros de investigación por cada 100,000 de la PEA en esta comparativa en ambos índices el resultado es muy bajo, por lo que a nivel nacional hay 0,000384, mientras que a nivel nacional es cero ya que no existían centros de investigación públicos y privados, universidades con programas LUT por 10 m<sup>2</sup>. de 20 a 29 años de edad en la nación en todo nivel es 2,07, mientras que en la entidad estatal es solo 1.81 entre los institutos nacionales y finalmente los tecnológicos de la SEP por cada 100 mil de la PEA en este sentido a nivel nacional tiene solo 0,46 institutos mientras que en el nivel estatal hay 0,17 institutos que están por debajo del nivel nacional.

### D.2 Formación de Recursos Humanos

En cuanto a la formación de recursos humanos, se evalúan seis conceptos, como se puede apreciar en la Figura 2: Cobertura de las becas CONACYT a nivel nacional, solo existen 0,02 becas CONACYT por cada matrícula de posgrado que pasa a nivel nacional. 0,75 becas por cada matrícula para estudios de posgrado, lo que significa que está por encima de la nacional. En cuanto a la PEA de posgrado por 100,000 habitantes a nivel nacional, existen 1,629,16 becas, mientras que a nivel estatal solo hay 1,404,23 becas no lejos de la nacional. Por otro



lado, la PEA de posgrado por 100,000 habitantes a nivel nacional a 12,539,36 a nivel estatal, hay 11,540,63 por debajo del nivel nacional en términos de matrícula de posgrados relacionados con CyT por 10,000 de la PEA a nivel nacional tiene 183,69, mientras que a nivel estatal 146,29 por debajo del nivel nacional, la matrícula de institutos tecnológicos por cada 10,000 de la PEA a nivel nacional tiene 31,97 matrículas por cada 10 mil de la PEA, mientras que a nivel estatal tiene 20,87 inscripciones, lo que significa que está por debajo de las inscripciones nacionales a nivel estatal, es 329,67 que está por debajo del nivel nacional.

#### D.3 Personal Docente y de Investigación.

Para el personal docente e investigador, existen cinco conceptos que se evalúan, como se muestra en la Figura 3: El primero es un investigador del SNI por 10,000 de la PEA, lo que resulta en 5,91 investigadores, mientras que, a nivel estatal 6,13 es superior al nacional por lo que sugiere que hay un buen número de investigadores en San Luis Potosí. En cuanto a la tasa de docentes de posgrado después de la matrícula a nivel nacional, hay 22,84 personal docente de posgrado, mientras que a nivel estatal hay 19,38 por debajo del nivel nacional, para la proporción de personal docente de posgrado por matriculación de posgrado a nivel nacional 9,71 docentes de posgrado de licenciatura, mientras que en el nivel estatal 8,25 por debajo del nivel nacional, al mismo tiempo la cuota de personal docente de los institutos tecnológicos de la SEP luego de la matrícula en educación tecnológica a nivel nacional hay 9,12 docentes en institutos tecnológicos, mientras que en el nivel estatal 7,34 por debajo del nivel nacional, finalmente hay 59,40 investigadores del sector privado por cada 100,000 habitantes a nivel nacional, mientras que a nivel nacional 51,01 para investigadores del sector privado está por debajo del nivel nacional..

#### D.4 Investigación en CTI

Para la investigación en CTI se evalúan cinco principales conceptos como se puede observar en la Figura 4: Siendo así presupuesto del Gobierno estatal para CTI con respecto al PIB estatal el primero teniendo como resultado 4,12 a nivel nacional y 0,19 a nivel estatal indicándonos que se muy por debajo del nivel nacional, en cuanto a gasto privado para CTI respecto al PIB a nivel nacional se cuenta con 97,22 mientras a nivel estatal se cuenta con 24,321,59 está muy por encima del nivel nacional lo cual nos indica que se invierte más en sector privado para CTI que a nivel nacional y por último en recursos otorgados por CONACYT para RRHH respecto al presupuesto del estado a nivel nacional se cuenta con 4,14 de recursos otorgados mientras a nivel estatal se cuenta con únicamente 0,30 estando muy por debajo de la media lo cual indica que casi no se otorgan recursos por parte de CONACYR para RRHH.

#### D.5 Productividad Científica e Innovadora

Para la productividad Científica e Innovadora se evalúan tres aspectos, como se muestra en el Figura 5: el primero conceptos que se evalúa es, patentes otorgadas por cada 100 mil habitantes a nivel nacional se cuenta con 6,13 patentes otorgadas mientras a nivel estatal se cuenta con 5.49 está muy pegado el estatal con el nacional lo cual nos indica que las patentes otorgadas son casi al mismo nivel, para las solicitudes de patentes por cada 100 mil habitantes que se tienen a nivel nacional es de 0.90 mientras a nivel estatal se cuenta con 0.81, considerando que los niveles tanto a nivel nacional como estatal son muy bajos por último las solicitudes de modelos de utilidad por cada 100 mil habitantes a nivel estatal es de 0.51 mientras a nivel estatal es de 0.43, lo cual también sugiere que es bajo, pero San Luis Potosí no está muy lejos del nivel nacional.

#### D.6 Infraestructura empresarial

Para el indicador 6, la infraestructura corporativa, se evalúan cinco aspectos, como se muestra en la Figura 6, el primero de los conceptos evaluados son empresas innovadoras, hay 19,4 empresas a nivel nacional, y 71,4 empresas a nivel nacional para 10,000 unidades de negocio. En cuanto a los integrantes del RENIECYT, existen 25,7 unidades económicas a nivel nacional y 13,6 a nivel estatal por cada 10.000 unidades de negocio. En contraste, hay 2,42 grupos corporativos por cada 100,000 empleados a nivel nacional y 2,09 a nivel estatal. Para

continuar, existen 1,088,9 incubadoras por cada 100.000 habitantes a nivel nacional y 442,6 a nivel estatal. Al fin y al cabo, la cuota de personal en el IDT de posgrado por persona empleada en la empresa innovadora es de 0,80 a nivel nacional y de 0,85 de media a nivel estatal.

#### D.7. Tecnologías de la Información y Comunicaciones

Para el indicador 7, el cual es tecnologías de la información y comunicaciones, se evalúan cuatro aspectos como se observa en la figura 7, el primero de los conceptos que se evalúa es acerca de los usuarios de computadora por cada mil integrantes de la PEA a nivel nacional es de 796.4, y 738.2 a nivel estatal. En relación con los usuarios de Internet por cada 100 mil habitantes de 6 años y más a nivel nacional existen 84,802.9, y 60,708.5 a nivel estatal. Por otro lado, la densidad de líneas telefónicas fijas en servicio a nivel nacional es de 1.30, y 3.73 a nivel estatal. Para finalizar, los suscriptores a teléfonos móviles por cada 100 habitantes a nivel nacional existen 72.09, y 64.99 a nivel estatal.

#### D.8. Género en la CTI

Para el indicador 6, el cual es género en la CTI, se evalúan 3 aspectos como se observa en la figura 8, el primero de los conceptos que se evalúa es la tasa de matrícula de LUT y posgrado por género, en áreas afines a CyT a nivel nacional es de 73.06, y 66.96 a nivel estatal. Para continuar, la tasa de matrícula de LUT y posgrado por género, en áreas afines a CSH a nivel nacional es de 69.13, y 153.07 a nivel estatal. Para finalizar, la relación de género de investigadores SNI a nivel nacional es de 61.17, y 57.38 a nivel estatal en promedio.

Figura 1. D.1 Infraestructura Académica y de Investigación. Fuente: elaboración propia

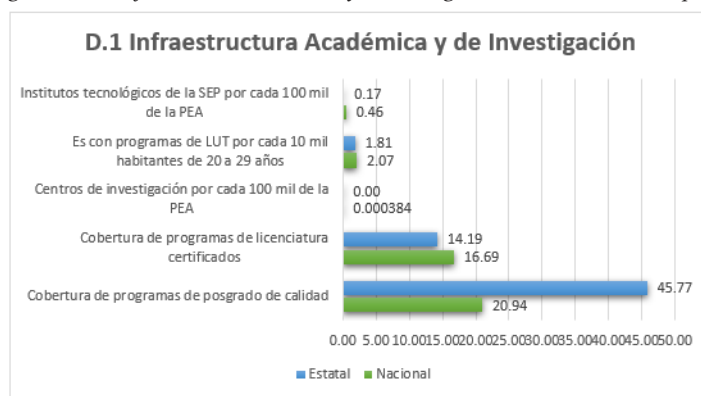


Figura 2. D.2 Infraestructura Académica y de Investigación. Fuente: elaboración propia

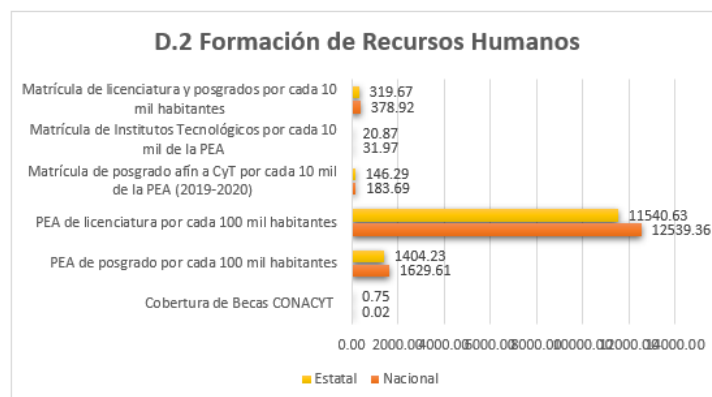


Figura 3. D.3 Personal Docente y de Investigación. Fuente: elaboración propia

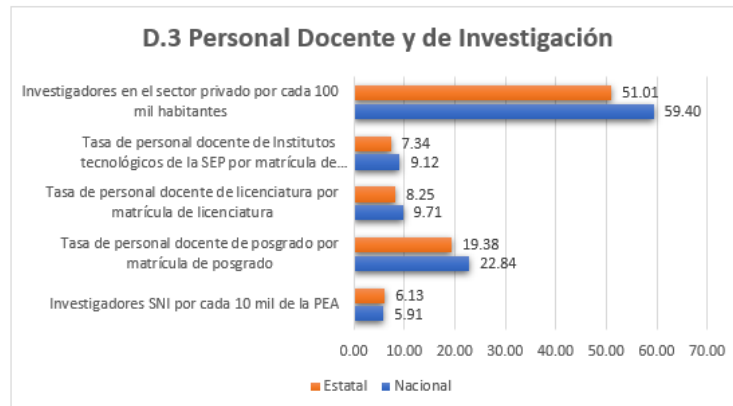


Figura 4. D.4 Investigación en CTI. Fuente: elaboración propia

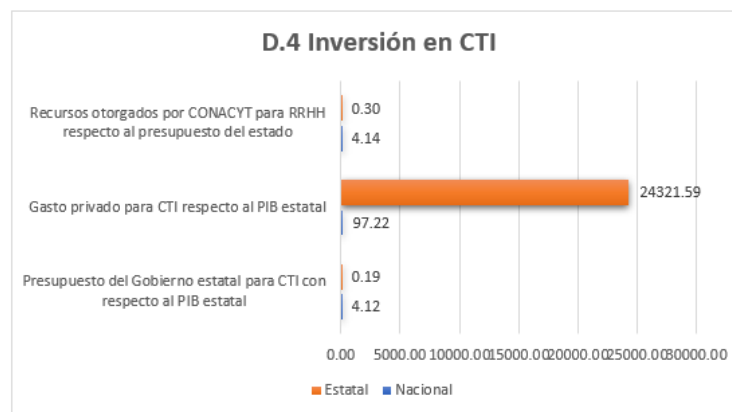


Figura 5. D.5 Productividad Científica e Innovadora. Fuente: elaboración propia

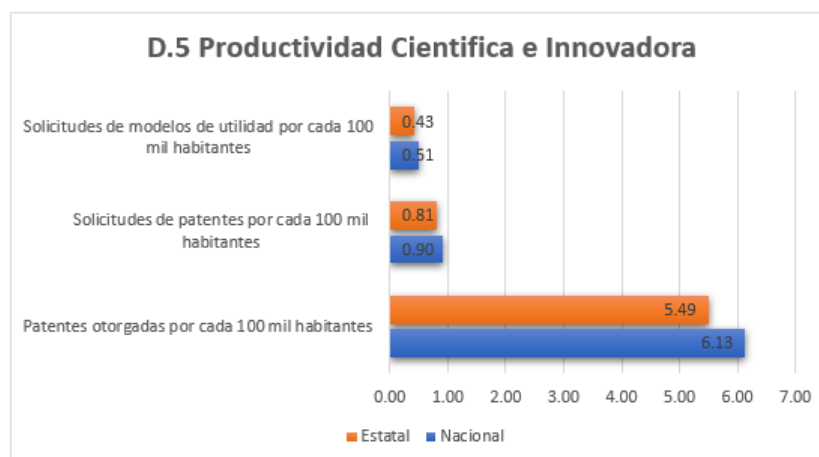


Figura 6. D.6 Infraestructura empresarial. Fuente: elaboración propia

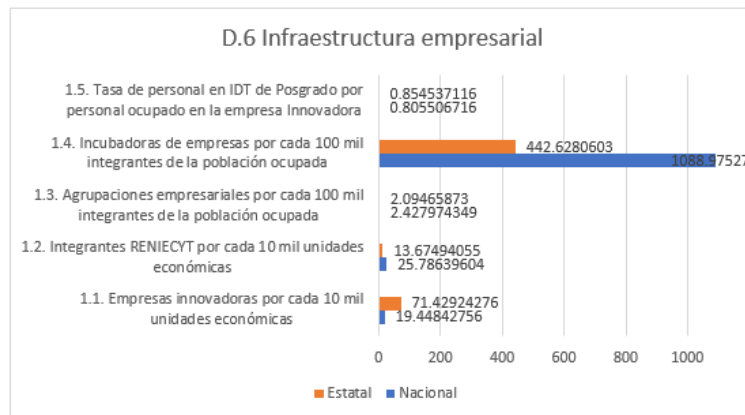


Figura 7. D.7. Tecnologías de la Información y Comunicaciones. Fuente: elaboración propia

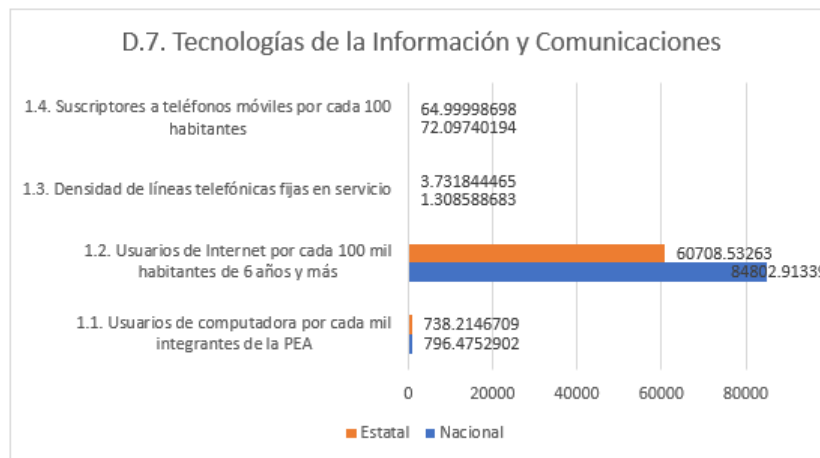
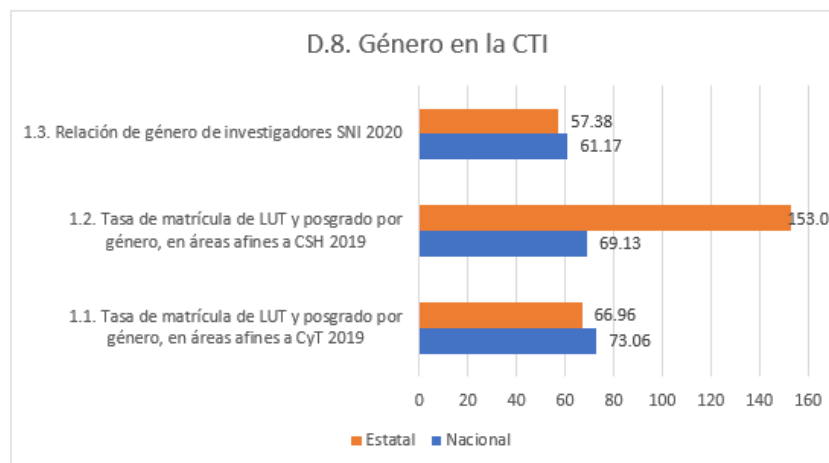


Figura 8. D.8. Género en la CTI. Fuente: elaboración propia



#### IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una vez cortejados los resultados, se pudo observar que en algunos indicadores San Luis Potosí estaba por encima del nivel nacional, lo que indicaba que en algunos aspectos la entidad estatal sin duda ha trabajado o invertido en estos temas, y la otra parte en algunos aspectos fue por debajo del nivel nacional, lo que indicó que a pesar de lo hecho, aún queda mucho trabajo por hacer, pero sin duda va por buen camino, ganando cada vez más visibilidad en materia de Ciencia, Tecnología e Innovación.

#### V. CONCLUSIONES

Este proyecto propuso y realizó una búsqueda de indicadores que ayuden a contextualizar el entorno de San Luis Potosí en materia de ciencia, tecnología e innovación a nivel nacional y estatal, lo cual tiene grandes resultados ya que la información recopilada ayuda a analizarla y redactarla en tal de manera que pueda ser utilizado en el libro memoria por 20 años de la Universidad Politécnica de San Luis Potosí, para que los lectores se imaginen cómo es nuestra casa de estudios en el campo de la CTI y no solo sirva de referencia para futuros análisis para Desarrollar la zona anterior a medida que la tendencia sigue avanzando en nuestro país y el mundo.

#### VI. RECONOCIMIENTOS

Expresamos el agradecimiento a la Universidad Politécnica de San Luis potosí y al CONACyT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano, sumándose la guía y el apoyo en todo momento a lo largo de la investigación de la Dra. Gloria Cristina Palos Cerda, sin olvidar a nuestras compañeras recién egresadas Daniela Cauich Mandujano y Alma Fabiola Fosado García que sin su colaboración la conjugación de estos datos no se hubiera logrado.

#### REFERENCIAS

[1] Dutrénit, G., Zaragoza, M., Saldívar, M., et al., (2014). Ranking Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, Disponible en: [http://foroconsultivo.org.mx/libros\\_editados/ranking\\_2013.pdf](http://foroconsultivo.org.mx/libros_editados/ranking_2013.pdf) (consultado en 2021).

## LIBRO CONMEMORATIVO DE CUERPOS ACADÉMICOS: 20 AÑOS DE LA UPSLP

Yudith Estefanía Rivera Rodríguez

Universidad Politécnica de San Luis Potosí

Urbano Villalón #500, Col. La Ladrillera, San Luis Potosí, S.L.P. México, C.P. 78363

*170666@pslp.edu.mx*

Dra. Gloria Cristina Palos Cerda

Universidad Politécnica de San Luis Potosí

Urbano Villalón #500, Col. La Ladrillera, San Luis Potosí, S.L.P. México, C.P. 78363

*cristina.palos@upslp.edu.mx*

Resumen — en este documento se presenta la realización de un libro conmemorativo de cuerpos académicos: 20 años de la UPSLP, en donde se presentan los beneficios que este libro tendrá, así como la fundamentación teórico empírica, así como la ficha técnica de la propuesta de estudio. Teniendo en cuenta que son 6 etapas del contenido propuesto, pero que se colaboró específicamente en la etapa número 2 que trata de la Universidad Politécnica de San Luis Potosí: su entorno y escenario actual. En donde se estableció desde un inicio unos objetivos; uno general y uno específico. Siguiendo un cronograma de actividades.

Palabras clave — libro conmemorativo, fundamentación teórico empírica, objetivos.

Abstract — this document presents the realization of a commemorative book of academic bodies: 20 years of the UPSLP, where the benefits that this book will have are presented, as well as the empirical theoretical foundation, as well as the technical sheet of the study proposal. Taking into account that there are 6 stages of the proposed content, but that it was specifically collaborated in stage 2 that deals with the Polytechnic University of San Luis Potosí: its environment and current scenario. Where an objectives were established from the beginning; one general and one specific. Following a schedule of activities

Keywords — commemorative book, empirical theoretical foundation, objectives.

### I. INTRODUCCIÓN

La Universidad Politécnica de San Luis Potosí (UPSLP) fue creada por decreto del ejecutivo estatal el 27 de junio del año 2001 donde su trayectoria ha demostrado un impacto positivo en el contexto de la educación superior teniendo como filosofía poner la ciencia, tecnología y cultura al servicio del ser humano. Por ello, se considera significativo documentar la trayectoria de los Cuerpos Académicos (CCAA) que operan en la institución.

En donde se espera obtener beneficios que permitan el respaldo de un documento institucional que sirva de



referencia sobre los resultados que la investigación ha generado en el ámbito académico y empresarial que corresponde a los CCAA.

Así, con el objetivo de aplicar la metodología de estudio de caso en los cuatro CC. AA., de la UPSLP a partir de los elementos clave que evidencien los resultados de sus líneas de generación y aplicación de conocimiento (LGAC) dando como resultado una memoria conmemorativa de carácter descriptiva y expositiva.

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Listado de temas, fuentes y responsables

El libro conmemorativo de cuerpos académicos: 20 años de la UPSLP no tiene antecedentes en sí, pero, presenta como información la búsqueda de datos sociodemográficos y económicos presentados tanto a nivel nacional (México), como nivel estatal (San Luis Potosí), además de presentar un recuento histórico de los hechos relevantes de la UPSLP, desde su fundación hasta la actualidad, inclusive se muestra un tema de la actualidad, como lo es el origen, impacto global, nacional y estatal del COVID19.

## III. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados que se obtuvieron de la investigación de cada una de las dimensiones tanto nacionales como estatales para una comparativa, teniendo así una idea de donde se encuentra San Luis Potosí respecto a Ciencia Tecnología e Innovación.

### D.1 Infraestructura Académica y de Investigación

De acuerdo a la figura 1. En el análisis de los resultados podemos observar que se cuenta con 5 temas que son evaluados los cuales son: cobertura de programas de posgrado de calidad nacional con 20.94 puntos mientras en lo estatal está en 45.77 puntos, estando así en por encima de la media lo que nos indica que los programas de posgrado de calidad están muy bien diseñados, cobertura de programas de licenciatura certificados con 16.69 puntos en lo nacional mientras en lo estatal cuenta con 14.19 puntos, indicándonos así que San Luis Potosí se encuentra por debajo de la media lo cual nos puede indicar que se podría mejorar ciertos aspectos para tener mejores resultados, centros de investigación por cada 100 mil de la PEA en esta comparativa en ambos índices el resultado es muy bajo a tal grado de que a nivel nacional se cuenta con 0.000384, mientras tanto a nivel estatal es nulo ya que no se encontraron centros de investigación públicos y privados, IES con programas de LUT por cada 10 mil habitantes de 20 a 29 años a nivel nacional se cuenta con 2.07, mientras en la entidad estatal solo 1.81 estando por debajo del nacional y por último los Institutos tecnológicos de la SEP por cada 100 mil de la PEA en este aspectos a nivel nacional se cuenta con solo 0.46 institutos mientras a nivel estatal se cuenta con 0.17 institutos están por debajo del nivel nacional.

### D.2 Formación de Recursos Humanos

En cuanto a la formación de Recursos Humanos se valoran 6 conceptos como se puede observar en la figura 2: Cobertura de Becas CONACYT a nivel nacional únicamente se cuenta con 0.02 becas de CONACYT por cada matrícula de posgrados que hay a nivel nacional, en cuanto a nivel estatal cuenta con 0.75 becas por cada matrícula de posgrados indicándonos que está por encima de la nacional, en cuanto PEA de posgrado por cada 100 mil habitantes a nivel nacional se tiene 1,629.16, mientras a nivel estatal únicamente se tiene 1,404.23 no muy lejos de la nacional, por otro lado PEA de licenciatura por cada 100 mil habitantes a nivel nacional de tiene 12,539.36 a nivel estatal se cuenta con 11,540.63 por debajo del nivel nacional, en cuanto a matrícula de posgrado afín a CyT por cada 10 mil de la PEA a nivel nacional se cuenta con 183.69 mientras a nivel estatal se cuenta con 146.29 estando por debajo del nivel nacional, de matrícula de Institutos Tecnológicos por cada 10 mil de la PEA a nivel nacional se cuenta con 31.97 matrículas por cada 10 mil de la PEA, mientras a nivel estatal

se cuenta con 20.87 matrículas indicándonos así que está por debajo del nacional, por último las matrículas de licenciatura y posgrados por cada 10 mil habitantes a nivel nacional se cuenta con 378.92 matrículas mientras a nivel estatal se cuenta con 329,67 estando por debajo del nivel nacional.

#### D.3 Personal Docente y de Investigación.

Para el personal docente y de Investigación se cuenta con 5 conceptos que se van a evaluar cómo se observa en la figura 3: el primero es Investigadores SNI por cada 10 mil de la PEA teniendo como resultado 5.91 investigadores mientras que a nivel estatal se cuenta con 6.13 estando por encima del nivel nacional, lo cual nos indica que en San Luis Potosí se cuenta con un buen número de investigadores, en cuanto a la tasa de personal docente de posgrado por matrícula de posgrado a nivel nacional se cuenta con 22.84 de personal docente de posgrado mientras a nivel estatal se cuenta con 19.38 estando por debajo del nivel nacional, para la tasa de personal docente de licenciatura por matrícula de licenciatura a nivel nacional se cuenta con 9.71 de personal docente de licenciatura mientras a nivel estatal se cuenta con 8.25 estando por debajo del nivel nacional, simultáneamente la tasa de personal docente de Institutos tecnológicos de la SEP por matrícula de Educación Tecnológica a nivel nacional se cuenta con 9.12 de personal docente en institutos tecnológicos mientras a nivel estatal se cuenta con 7.34 estando por debajo del nivel nacional por último los Investigadores en el sector privado por cada 100 mil habitantes a nivel nacional se cuenta con 59.40 investigadores, mientras a nivel estatal se cuenta con 51.01 estando por debajo del nivel nacional en cuanto a investigadores en el sector privado.

#### D.4 Investigación en CTI

Para la investigación en CTI se evalúan 5 principales conceptos como se puede observar en la figura 4. Siendo así presupuesto del Gobierno estatal para CTI con respecto al PIB estatal el primero teniendo como resultado 4.12 a nivel nacional y 0.19 a nivel estatal indicándonos que se muy por debajo del nivel nacional, en cuanto a gasto privado para CTI respecto al PIB a nivel nacional se cuenta con 97.22 mientras a nivel estatal se cuenta con 24,321.59 está muy por encima del nivel nacional lo cual nos indica que se invierte más en sector privado para CTI que a nivel nacional y por último en recursos otorgados por CONACYT para RRHH respecto al presupuesto del estado a nivel nacional se cuenta con 4.14 de recursos otorgados mientras a nivel estatal se cuenta con únicamente 0.30 estando muy por debajo de la media lo cual indica que casi no se otorgan recursos por parte de CONACYR para RRHH.

#### D.5 Productividad Científica e Innovadora

Para la el indicador 5 que es de productividad Científica e Innovadora se evalúan 3 aspectos como se observa en la figura 5, el primero conceptos que se evalúa es, patentes otorgadas por cada 100 mil habitantes a nivel nacional se cuenta con 6.13 patentes otorgadas mientras a nivel estatal se cuenta con 5.49 está muy pegado el estatal con el nacional lo cual nos indica que las patentes otorgadas están casi al mismo nivel, para las solicitudes de patentes por cada 100 mil habitantes que se tienen a nivel nacional es de 0.90 mientras a nivel estatal se cuenta con 0.81, considerando que los niveles tanto a nivel nacional como estatal son muy bajos por último las solicitudes de modelos de utilidad por cada 100 mil habitantes a nivel estatal es de 0.51 mientras a nivel estatal es de 0.43, lo cual también nos indica que es bajo sin embargo San Luis Potosí no se encuentra muy lejos del nivel nacional.

#### D.6 Infraestructura empresarial

Para la el indicador 6, el cual es infraestructura empresarial, se evalúan 5 aspectos como se observa en la figura 6, el primero de los conceptos que se evalúa es empresas innovadoras por cada 10 mil unidades económicas se cuenta con 19.4 empresas a nivel nacional, y 71.4 a nivel estatal. En relación a los Integrantes RENIECYT por cada 10 mil unidades económicas a nivel nacional existen 25.7, y 13.6 a nivel estatal. Por otro lado, las agrupaciones empresariales por cada 100 mil integrantes de la población ocupada a nivel nacional existen 2.42, y 2.09 a nivel estatal. Para continuar, las incubadoras de empresas por cada 100 mil integrantes de la población ocupada

a nivel nacional existen 1088.9, y 442.6 a nivel estatal. Para finalizar, la tasa de personal en IDT de Posgrado por personal ocupado en la empresa innovadora a nivel nacional existen 0.80, y 0.85 a nivel estatal en promedio.

#### D.7. Tecnologías de la Información y Comunicaciones

Para la el indicador 7, el cual es tecnologías de la información y comunicaciones, se evalúan 4 aspectos como se observa en la figura 7, el primero de los conceptos que se evalúa es acerca de los usuarios de computadora por cada mil integrantes de la PEA a nivel nacional es de 796.4, y 738.2 a nivel estatal. En relación a los usuarios de Internet por cada 100 mil habitantes de 6 años y más a nivel nacional existen 84,802.9, y 60,708.5 a nivel estatal. Por otro lado, la densidad de líneas telefónicas fijas en servicio a nivel nacional es de 1.30, y 3.73 a nivel estatal. Para finalizar, los suscriptores a teléfonos móviles por cada 100 habitantes a nivel nacional existen 72.09, y 64.99 a nivel estatal.

#### D.8. Género en la CTI

Para la el indicador 6, el cual es género en la CTI, se evalúan 3 aspectos como se observa en la figura 8, el primero de los conceptos que se evalúa es la tasa de matrícula de LUT y posgrado por género, en áreas afines a CyT a nivel nacional es de 73.06, y 66.96 a nivel estatal. Para continuar, la tasa de matrícula de LUT y posgrado por género, en áreas afines a CSH a nivel nacional es de 69.13, y 153.07 a nivel estatal. Para finalizar, la relación de género de investigadores SNI a nivel nacional es de 61.17, y 57.38 a nivel estatal en promedio.

Figura 1. D.1 Infraestructura Académica y de Investigación.. Fuente: elaboración propia

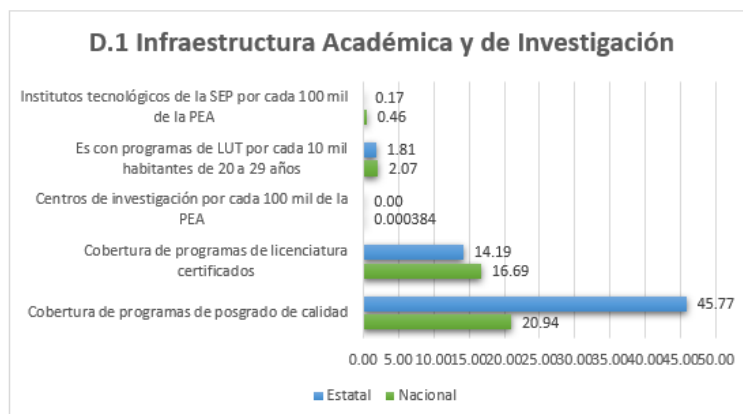


Figura 2. D.2 Infraestructura Académica y de Investigación. Fuente: elaboración propia

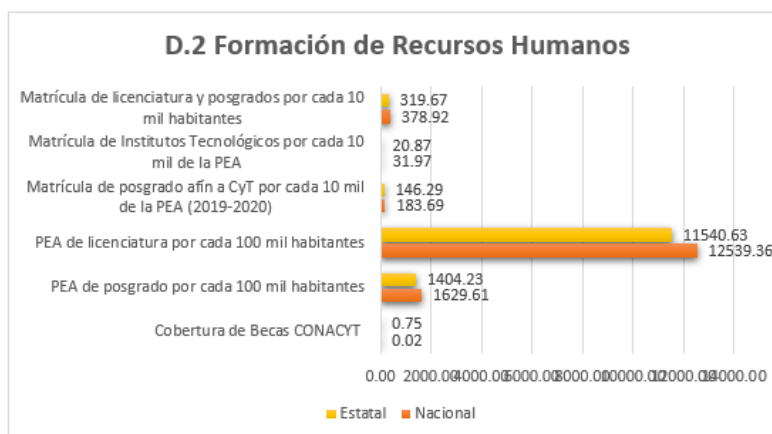


Figura 3. D.3 Personal Docente y de Investigación. Fuente: elaboración propia

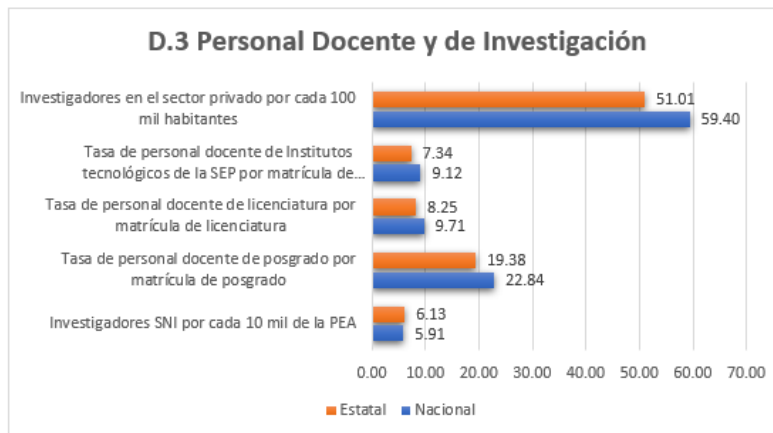


Figura 4. D.4 Investigación en CTI. Fuente: elaboración propia

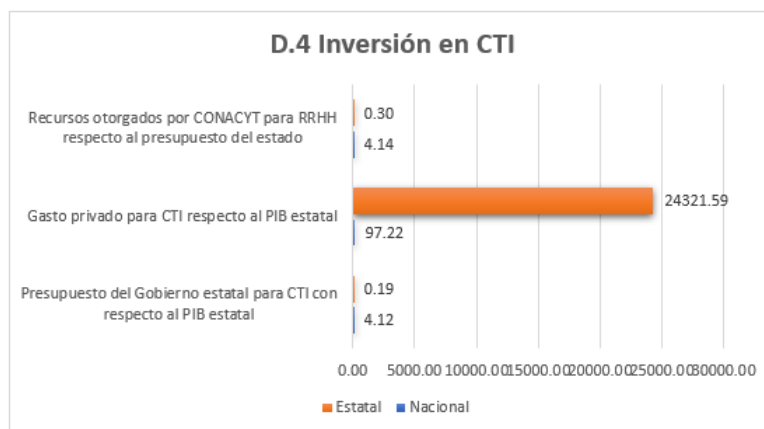


Figura 5. D.5 Productividad Científica e Innovadora. Fuente: elaboración propia

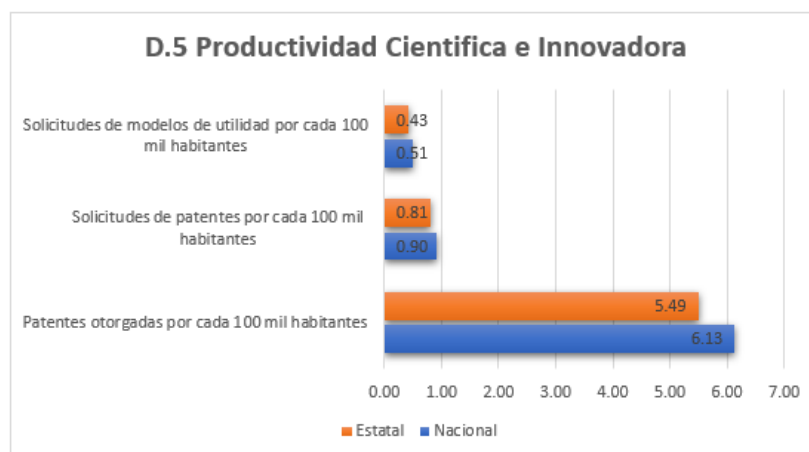


Figura 6. D.6 Infraestructura empresarial. Fuente: elaboración propia

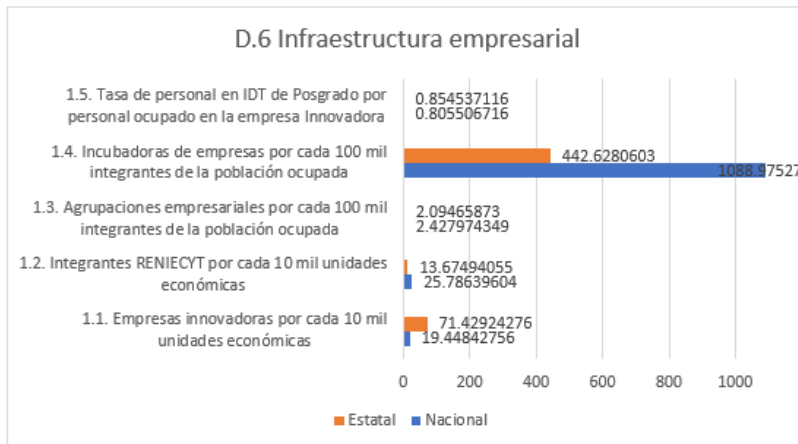


Figura 7. D.7. Tecnologías de la Información y Comunicaciones. Fuente: elaboración propia

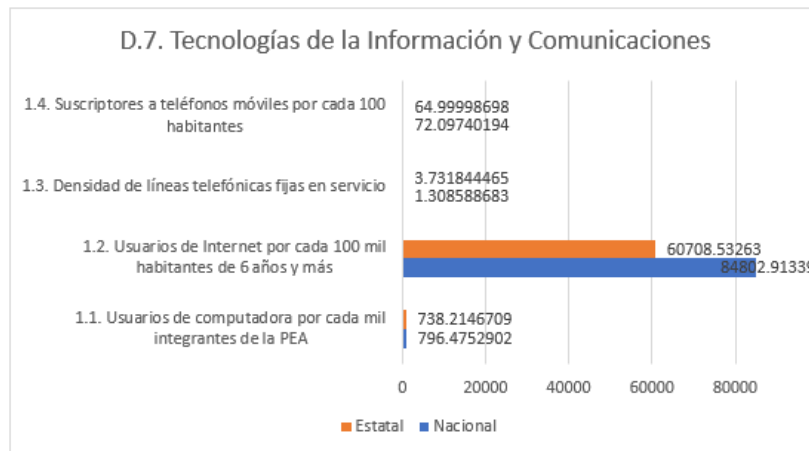
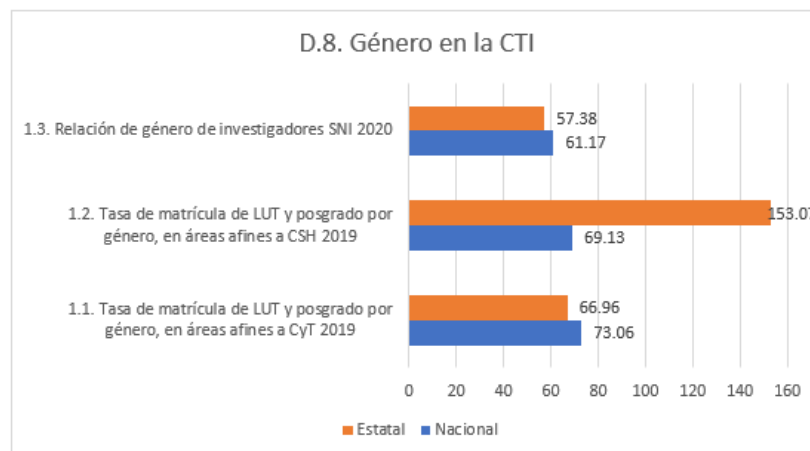


Figura 8. D.8. Género en la CTI. Fuente: elaboración propia



#### IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una vez cortejados los resultados se pudo observar que en ciertos indicadores San Luis Potosí se encontró por encima del nivel nacional, lo cual nos indicó que en ciertos aspectos la entidad estatal sin duda alguna ha trabajado o invertido en esas cuestiones por otro lado en algunos aspectos se encontró por debajo del nivel nacional, lo que nos indicó que a pesar de lo que se ha hecho aún falta mucho por trabajar pero sin duda alguna va por buen camino logrando tener cada vez más visibilidad en cuanto a Ciencia, Tecnología e Innovación.

#### V. CONCLUSIONES

En este proyecto se propuso y realizó la búsqueda de indicadores que ayudarán a contextualizar el entorno de San Luis Potosí en aspectos de Ciencia, Tecnología e Innovación a nivel nacional y estatal, trayendo consigo grandes resultados ya que la información recabada servirá de ayuda para analizarla y redactarla de tal forma que pueda ser usada en el Libro Conmemorativo por 20 años de la Universidad Politécnica de San Luis Potosí para que así los lectores visualicen como es que se encuentra nuestra casa de estudios dentro del campo CTI, además de que sirve como referencia para futuros análisis en la evolución del campo mencionado, ya que la tendencia es siempre en constante avance en nuestro país y el mundo.

#### VI. RECONOCIMIENTOS

Expresamos el agradecimiento a la Universidad Politécnica de San Luis Potosí y al CONACyT por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano, sumándose la guía y el apoyo en todo momento a lo largo de la investigación de la Dra. Gloria Cristina Palos Cerda, sin olvidar a nuestras compañeras recién egresadas Daniela Cauich Mandujano y Alma Fabiola Fosado García que sin su colaboración la conjugación de estos datos no se hubiera logrado.

#### REFERENCIAS

[1] Dutrénit, G., Zaragoza, M., Saldívar, M., et al., (2014). Ranking Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, Disponible en: [http://foroconsultivo.org.mx/libros\\_editados/ranking\\_2013.pdf](http://foroconsultivo.org.mx/libros_editados/ranking_2013.pdf) (consultado en 2021).



## EL EMPRENDIMIENTO EN EGRESADOS CASO EL TECNM CAMPUS MONCLOVA

Paola Azucena Orozco Rangel  
Instituto Tecnológico Superior de Monclova  
Carretera 57 K.M. 4.5 Col. Los 90s  
*g18050287@monclova.tecnm.mx*

Verónica Martínez Vela  
Instituto Tecnológico Superior de Monclova  
Carretera 57 K.M. 4.5 Col. Los 90s  
*veronica.mv@monclova.tecnm.mx*

Resumen — Los resultados del estudio permite conocer en realidad cual ha sido el impacto de la educación en emprendimiento que cursaron los egresados del Tecnológico Nacional de México Campus Monclova, con un total de 287 encuestas realizadas a los egresados, se confirma que estos consideraron propicio el ambiente universitario para inspirarlos a desarrollar ideas para crear nuevos negocios, así como los contenidos de materias orientadas al emprendimiento y la gestión de negocios. Por lo anterior se considera conveniente que se refuercen las actividades que van encaminadas a fomentar la cultura del emprendimiento en el perfil del estudiante de las diferentes carreras, ya que esto permite al recién egresado tener más opciones para iniciar su vida productiva.

Palabras clave — Emprendimiento, Perfil profesional, Egresados.

Abstract — The results of the study allow to know in fact what has been the impact of entrepreneurship education that graduates of the National Technology of Mexico Campus Monclova studied, with a total of 287 surveys carried out on graduates, it is confirmed that they considered the university environment to inspire them to develop ideas to create new businesses, as well as the contents of subjects oriented to entrepreneurship and business management. Therefore, it is considered convenient that they reinforce the activities that are aimed at promoting the culture of entrepreneurship in the profile of the student of the different careers, since this allows the recent graduate to have more options to start their productive life.

Keywords — Entrepreneurship, Professional profile, Graduates.

## I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo (OIT) La tasa de desempleo de los jóvenes hombres y mujeres en América Latina y el Caribe alcanzó el 15.7 por ciento en el año 2015, esta cifra es tres veces más alta que la de las personas adultas de la zona. Una proyección reciente prevé que el desempleo de los jóvenes para 2016 será de 16.8 % y para 2017 de 17.1 % (PNUD-OIT, 2016)

Así mismo la OIT menciona en su informe de Avances y Perspectivas de 2014 que los jóvenes de América Latina y el Caribe que logran incorporarse al mercado laboral no consiguen un empleo de calidad. De acuerdo con el mismo informe se estima que seis de cada diez jóvenes que consiguen un trabajo en la región lo hacen en la informalidad, en condiciones laborales precarias, con bajos ingresos y sin cobertura ni derechos con considerables diferencias según el quintil de ingreso (OIT, 2014)

## II. MARCO TEÓRICO

Desarrollo de emprendedores: MIPYMES

En la actualidad, la mayoría de los países basan su desarrollo en la actividad económica que lleva a cabo la micro, pequeña y mediana empresa pues como indican Díaz et al. (2005) generan la mayoría del empleo y del Producto Interno Bruto (PIB) en países desarrollados y en vías de desarrollo.

De acuerdo con boletín del Senado de la República, las pequeñas y medianas empresas generan el 72 por ciento de empleos en México, así mismo cumplen un rol fundamental para la inclusión social constituyen un eslabón determinante en la cadena de la actividad económica y son esenciales para el desarrollo regional y local. Según el INEGI en México 4. 1 millones son PyMes del total que representa 95.4 por ciento, de estas 3.6 son pequeñas y 0.8 medianas y su contribución es de 52 por ciento del PIB.

De acuerdo con Reglas de Operación del Fondo Nacional Emprendedor para el ejercicio fiscal 2019, publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 28 de febrero de 2019, en la Definición número XXXVI se menciona la estratificación de MIPYMES como sigue:

“Las micro, pequeñas y medianas empresas, sean personas físicas con actividad empresarial, régimen de incorporación fiscal o sociedades mercantiles legalmente constituidas, que se clasifiquen de conformidad con la estratificación establecida en la fracción III del artículo 3 de la Ley para el Desarrollo de la Competitividad de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa y en el Acuerdo por el que se establece la estratificación de las micro, pequeñas y medianas empresas, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de junio de 2009”

ESTRATIFICACION				
Tamaño	Sector	Rango de número de trabajadores	Rango de monto de ventas anuales (mdp)	Tope máximo combinado*
Micro	Todas	Hasta 10	Hasta \$4	4.6
Pequeña	Comercio	Desde 11 hasta 30	Desde \$4.01 hasta \$100	93
	Industria y Servicios	Desde 11 hasta 50	Desde \$4.01 hasta \$100	95
Mediana	Comercio	Desde 31 hasta 100	Desde \$100.01 hasta \$250	235
	Servicios	Desde 51 hasta 100		
	Industria	Desde 51 hasta 250	Desde \$100.01 hasta \$250	250
*Tope Máximo Combinado = (Trabajadores) X 10% + (Ventas Anuales) X 90%.				

Por esta situación diversos organismos internacionales, fundaciones y ONGs, como señala Bóveda, A. (2004), desarrollan distintas actividades para apoyar el desarrollo de las PyMEs incluyendo entre otras, apoyo a la innovación y a la difusión de la tecnología, promoción de cadenas productivas, fomentar el espíritu emprendedor y mejorar el marco regulatorio empresarial.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### Justificación de la investigación

El interés por estudiar el emprendimiento como factor del desarrollo económico a nivel global ha aumentado en los últimos años, de acuerdo con datos del Global Entrepreneurship Monitor (GEM, 2019) las personas adultas en América Latina y el Caribe consideran que en su país es fácil emprender un negocio, en Puerto Rico, Chile, Colombia y Brasil el porcentaje van de un 25% a un 40% mientras que en Guatemala, México, Ecuador y Panamá el porcentaje se incrementa de 45% a un 58%. En cuanto al conocimiento, habilidades y experiencia para iniciar un negocio el reporte nos indica que Puerto Rico y Brasil reflejan un porcentaje que va del 55% a un 62% mientras que México, Colombia, Panamá, Chile, Guatemala y Ecuador manejan un porcentaje muy similar que va del 71% al 78%.

La importancia de generar nuevos proyectos empresariales se traslada en un efecto multiplicador en la economía de los países a través de la creación de nuevos empleos, el desarrollo social y la innovación tecnológica (Lucchetti, 2011).

El descubrimiento de oportunidades emprendedoras depende de la posesión de la información necesaria para identificar una oportunidad de negocios, para lo cual se debe disponer de información previa que al combinarse con información reciente genere el proceso emprendedor, también es cierto que el conocimiento que tiene un individuo se encuentra estrechamente relacionado con su experiencia y su nivel educativo.

La falta de certidumbre sobre cuáles son los factores internos o externos que llevan a los alumnos y exalumnos a emprender una idea de negocios actualmente, es una laguna que no permite avanzar en el quehacer académico en la universidad.

Realizar un estudio para conocer cuáles son los determinantes del éxito o fracaso de la puesta en marcha de los proyectos emprendedores de los alumnos y egresados es una alternativa prometedora que coadyuvara al quehacer académico y al desarrollo económico de nuestra región.

#### Objetivo General

Conocer la situación actual de los egresados en materia de Emprendimiento del Tecnológico Nacional de México Campus Monclova, para realizar estrategias que fomenten la cultura de emprendimiento desde la etapa estudiantil.

#### Metodología

El enfoque de la investigación que se plantea es cuantitativo, para lo cual se identificó como sujeto de estudio principal a los egresados de las seis carreras que se encuentran vigente en le TecNM campus Monclova.

La población está constituida por 1,568 egresados de las generaciones 2015,2016,2017,2018,2019 y 2020, de las seis carreras que se imparten en el instituto.

La muestra es seleccionada de manera estratificada. El tamaño de la muestra está determinado por la fórmula:

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N-1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

La muestra determinada por la formula estadística para un nivel de confianza del 94.8% y un error máximo aceptable del 5.2% nos da como resultado 287 egresados.

Se utilizó la técnica de la encuesta y se elaboró un instrumento que contenía los siguientes apartados:

#### A. Perfil del Egresado

- B. Etapa de estudiante
- C. Antecedentes familiares empresariales
- D. Emprendimiento

#### IV. RESULTADOS

La muestra que participó en este estudio fueron 287 egresados, de los cuales la concentración más alta estuvo en la carrera de Ing. Industrial seguida por la de Ing. Mecánica (Fig.1. Carrera cursada por el egresado).

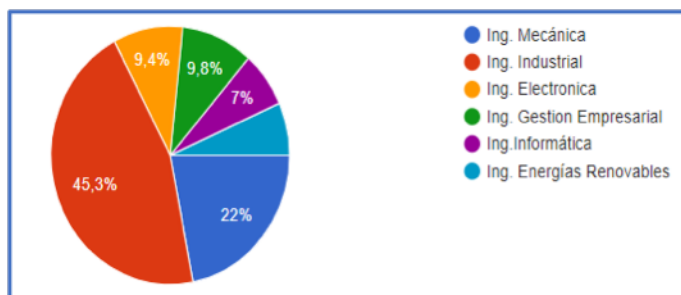
El 62.7% de los participantes fueron del sexo masculino, mientras que el 37.3% fueron del sexo femenino (Fig.2 Sexo de los participantes).

El 72.1% considera que el ambiente universitario los inspiró a desarrollar ideas para crear nuevos negocios (Fig.3. El ambiente universitario inspiró a desarrollar ideas de negocios).

El 77.7% de los egresados realizaron un plan de negocios en la universidad (Fig. 4. Desarrollo de plan de negocios en la universidad)

El 33.4% de los egresados consideran que las materias cursadas que estaban orientas al emprendimiento y la gestión de negocios mejoraron sus habilidades para identificar oportunidades de negocio, en cambio el 32.1% consideran que incrementaron su conocimiento sobre las acciones que hay que realizar para crear una empresa (Fig. 5. Impacto de las materias orientadas al emprendimiento).

Los egresados que emprendieron algún negocio al terminar su carrera fueron el 28.9% (Fig. 6. Egresados emprendedores), además el 15.7% menciona que su negocio surgió a partir de su proyecto escolar (Fig. 7. Proyecto escolar convertido a idea de negocio).



Los egresados que no emprendieron consideran que el factor externo que en mayor grado les impidió iniciar un negocio con un 77.9% es la falta de fuentes de financiamiento, seguido con el 23.3% que considera que existe mucha competencia y un 22.1% menciona que son excesivos los requisitos para el financiamiento (Fig.8. Factor externo que les impide emprender a los egresados).

Fig. 1. Carrera cursada por el egresado

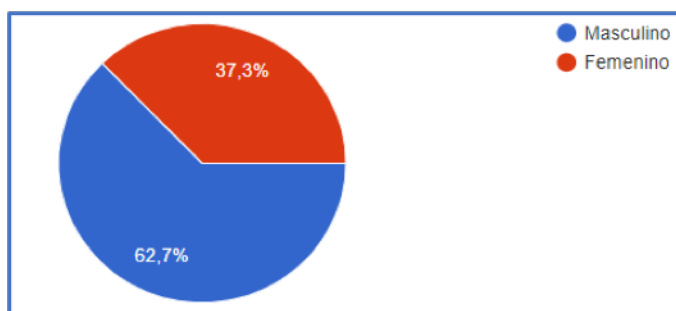


Fig. 2. Sexo de los participantes

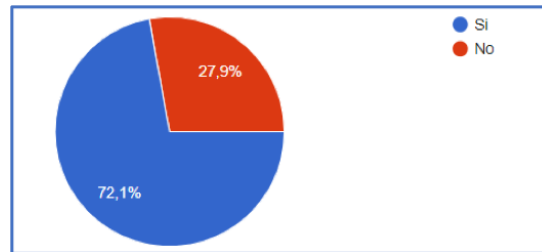


Fig. 3. El ambiente universitario inspiró a desarrollar ideas de negocios

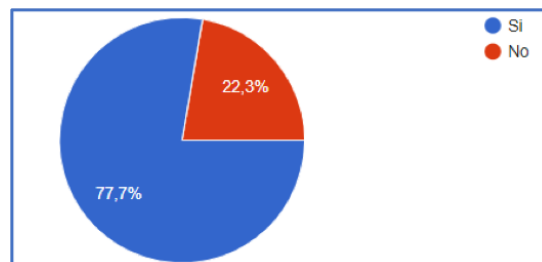


Fig. 4. Desarrollo de plan de negocios en la universidad

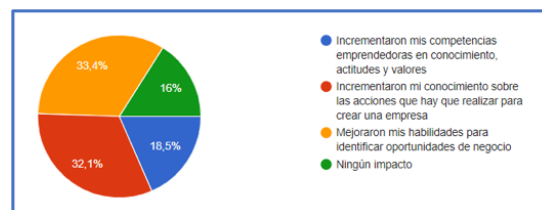


Fig. 5. Impacto de las materias orientadas al emprendimiento

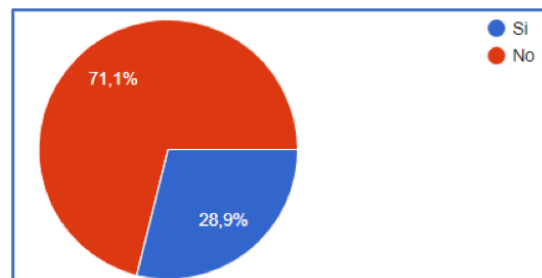


Fig. 6. Egresados emprendedores

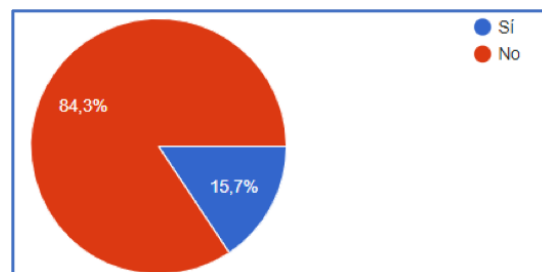


Fig. 7. Proyecto escolar convertido a idea de negocio

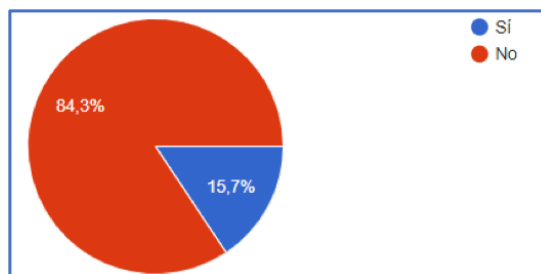
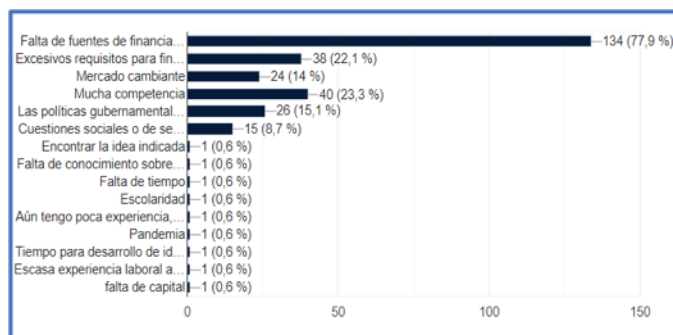


Fig.8. Factor externo que les impide emprender a los egresados



## V. DISCUSIÓN (O ANÁLISIS DE RESULTADOS)

El objetivo de este estudio es conocer la situación actual de los egresados en materia de Emprendimiento, para realizar estrategias que fomenten la cultura de emprendimiento desde la etapa estudiantil.

Los resultados de este ejercicio nos permitieron conocer en realidad cual ha sido el impacto de la educación en emprendimiento que cursaron los egresados del Tecnológico Nacional de México Campus Monclova.

Se confirma que el 78% de los egresados realizaron un plan de negocios en la universidad y que 72% considero que el ambiente universitario los inspiró a desarrollar ideas para crear nuevos negocios.

En cuanto a las habilidades para identificar oportunidades de negocio también se vieron favorecidas, pues el 33% de los egresados considero que las materias cursadas que estaban orientas al emprendimiento y la gestión de negocios y un 32% consideran que incrementaron su conocimiento sobre las acciones que hay que realizar para crear una empresa.

Además, identificar que el factor externo que en mayor grado les impidió iniciar un negocio con un 77.9% fue la falta de fuentes de financiamiento, así como la existencia de la competencia con el 23.3%.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Por lo anterior se considera conveniente que se refuercen las actividades que van encaminadas a fomentar la cultura del emprendimiento en el perfil del estudiante de las diferentes carreras que se imparten en el instituto, pues que esto permite al recién egresado tener más opciones para iniciar su vida productiva.

## VI. RECONOCIMIENTOS (O AGRADECIMIENTOS)

Agradecemos la buena disposición de los egresados del TecNM campus Monclova, por con participación en la encuesta que se realizó para cumplir con nuestro objetivo.



## REFERENCIAS

- Alvarado Nando, M. (2013). Formación por competencias. Una perspectiva latinoamericana. EUA: IDIIEI.
- Claudia Álvarez, I. M. (Marzo de 2017). El espíritu emprendedor de los estudiantes en Colombia 2016 Resultados del proyecto GUESSS. Universidad EAFIT. Medellín Colombia: Universidad EAFIT. Recuperado el 11 de Noviembre de 2018
- García, G. V. (2015). EMPRENDIMIENTO EMPRESARIAL JUVENIL COMO RESPUESTA A LA CRISIS DE EMPLEO. México.
- GEM. (2019). Global Entrepreneurship Monitor 2019/2020 Global Report. Londres: Global Entrepreneurship Research Association.
- Gildardo, D. F. (2020). Formación integral universitaria: un itinerario. Bogotá: Unisalle.
- González Ortiz, O. (2013). Introducción a la ingeniería: una perspectiva desde el currículo en la formación del ingeniero. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
- ISU . (2018). Consulta de la base de datos el 30 de noviembre 2018. Instituto de Estadística de la UNESCO.
- Lederman, D. J. (2014). El emprendimiento en América Latina: muchas empresas y poca innovación—Resumen. Washington, DC: Banco Mundial.
- Lucchentti, M. F. (2011). La cultura emprendedora y su contribución al desarrollo económico. iprofesional.com. Obtenido de <https://www.iprofesional.com/impuestos/111091-La-cultura-emprendedora-y-su-contribucion-al-desarrollo-economico>
- OCDE. (2016). Perspectivas económicas de América Latina 2017 Juventud, Competencias y Emprendimiento. Colombia: OCDE.
- OECD. (2019). Higher Education in Mexico: Labour Market Relevance and Outcomes, Higher. Paris: OECD.
- OIT. (2014). LA OIT EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, AVANCES Y PERSPECTIVAS. OIT, Oficina Regional de la OIT para América Latina y el Caribe. Lima: OIT, 2014. Recuperado el 01 de 03 de 2021, de [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms\\_243875.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms_243875.pdf)
- OIT. (2018). Panorama Laboral 2018 para América Latina y el Caribe. Lima, Perú: Organización Internacional del Trabajo.
- OIT. (2019). Perspectivas Sociales y del Empleo en el Mundo: Tendencias 2019. Ginebra: Organización Internacional del Trabajo.
- PNUD-OIT. (2016). PROMOCIÓN DEL EMPRENDIMIENTO Y LA INNOVACIÓN SOCIAL JUVENIL EN AMÉRICA LATINA. Panamá: PNUD. Obtenido de [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms\\_533609.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms_533609.pdf)
- Venkataraman, S. S. (2000). La promesa del emprendimiento como campo de investigación. Academy of Management, pp 217-226. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/259271>

