

# INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL SOBRE LA INFLUENCIA DEL GAP EN LA PRODUCCIÓN DE HHO CON ELECTROLIZADORES BIPOLARES ALCALINOS

Cardoso Borja Ismael<sup>1</sup>, José Luis Sosa Pedraza MI<sup>2</sup>,  
Salinas Gutiérrez Maritza Lizeth<sup>3</sup> y Oscar Ociel García Rincón<sup>4</sup>

**Resumen**— La contaminación es uno de los problemas a nivel mundial que afecta al ser humano tanto físicamente como ambientalmente. Una de las alternativas que está siendo promovida por las naciones es el uso de energías limpias entre ellas el hidrogeno que es muy abundante en la naturaleza y no produce contaminantes, una forma económica de producción de hidrogeno es mediante electrolisis. Una forma de producción del hidrogeno es la combinación de este con el oxígeno llamado gas Brown, HHO, oxihidrogeno o gas marrón, tiene la ventaja de que es una combinación estequiométrica que no produce contaminante el resultado de su combustión es vapor de agua. La presente investigación fue orientada a obtener la separación optima entre electrodos en un electrolizador bipolar alcalino que es el paso previo para la producción de gas Marrón, en una aplicación específica. Dando como resultado que el gap entre electrodos es 10mm .

**Palabras clave**— HHO, Gap , Bipolar, Electrolizador.

## Introducción

Como resultado de la variación de los precios del petróleo, el consumo de recursos de los combustibles fósiles, el calentamiento global, la contaminación, la tensión política y el gran crecimiento de la demanda de energía, las energías alternativas renovables y el uso efectivo de los combustibles fósiles se han convertido en la principal preocupación de todas las naciones. La demanda de energía, las crisis y conflictos ambientales se combinan para motivar la tendencia nacional e internacional hacia el cambio de combustibles fósiles a una fuente de energía nueva, confiable, limpia y eficiente. (Sayed et al., 2019).

Entre las energías alternativas están la energía solar, el potencial energético del agua y la energía de biomasa. La energía del hidrógeno es una de las alternativas más investigadas, ya que el hidrógeno es el elemento más abundante en la Tierra, aunque viene en un compuesto. El hidrógeno se puede aplicar fácilmente para sustituir los hidrocarburos sin cambiar la máquina actual.(Rusdianasari et al., 2019).

El hidrógeno tiene una amplia gama de aplicaciones en los campos de la industria petroquímica, electrónica, metalúrgica, procesamiento de alimentos, vidrio flotado, síntesis orgánica fina, aeroespacial, etc. con su alto contenido calórico, abundantes recursos y limpieza. La aplicación práctica del hidrógeno a los humanos se remonta a hace 200 años. Aundantes reservas de hidrógeno, fácil de obtener, es el portador de energía ideal. El hidrógeno tiene muchas ventajas, una de las cuales es lograr cero emisiones de dióxido de carbono. (Ma et al., 2018).

Un importante consumidor de combustibles convencionales es el sector automotriz, esencialmente juega un papel importante hacia las emisiones de escape que contaminan la naturaleza. Estas emisiones comprenden óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono e hidrocarburos no quemados. (Usman et al., 2020).

El gas combustible HHO (gas hidroxilo o gas de Brown) es limpio y es una fuente de energía renovable debido a la ausencia de compuestos de hidrocarburos; por lo tanto, no se libera dióxido de carbono u otros gases potencialmente peligrosos después de la combustión. El HHO se produce al dividir el agua en moléculas de hidrógeno y oxígeno a través de la electrólisis, lo que resulta en la regeneración de solo vapor de agua en la combustión. (Choodum et al., 2019).

La electrólisis del agua fue descubierta en 1800 por Nicholson y Carlisle poco después de que Volta inventó la batería eléctrica. El proceso de la electrólisis del agua industrial ha existido desde la llegada del poder comercial a principios del siglo XX. Durante la mayor parte del siglo XX, hubo dos arquitecturas celulares en competencia: monopolar y bipolar, aunque bipolar es actualmente la arquitectura celular dominante.

En el electrolizador monopolar, cada celda está ubicada en un tanque individual de electrolito y luego conectado a otras celdas por barras de bus externas, el término monopolar se refiere a cada lado de la celda que tiene una sola polaridad es un ánodo o un cátodo.

<sup>1</sup> Ismael Cardoso Borja es alumno de Ingeniería Electromecánica en el Tecnológico Nacional de México campus Lázaro Cárdenas, Michoacán México, (**autor corresponsal**).

<sup>2</sup> José Luis Sosa Pedraza MI es Profesor Investigador en el Tecnológico Nacional de México campus Lázaro Cárdenas, Michoacán México. [josesosa@itlac.mx](mailto:josesosa@itlac.mx)

<sup>3</sup> Salinas Gutiérrez Maritza Lizeth es alumna de Ingeniería Electromecánica en el Tecnológico Nacional de México campus Lázaro Cárdenas, Michoacán México.

<sup>4</sup> Oscar Ociel García Rincón es alumno de Ingeniería Electromecánica en el Tecnológico Nacional de México campus Lázaro Cárdenas, Michoacán México.

En el electrolizador bipolar, las pilas de celdas se ensamblan de forma consecutiva, y cada lado de la celda es bipolar, siendo un cátodo en una cara y un ánodo en la otra.

Aunque los primeros electrolizadores, que salieron del laboratorio, eran monopolares, el primer electrolizador bipolar comercial, que se introdujo en 1902. La industria de los electrolizadores creció sustancialmente durante las décadas de 1920 y 1930 con los fabricantes Oerlikon, Norsk Hydro, y Cominco que suministraban plantas en tamaños de varios vatios. La mayoría de estas instalaciones estaban cerca de plantas hidroeléctricas que suministraban una fuente económica de electricidad (Krishnan et al., 2020).

Existen tres partes principales en un electrolizador: la celda, la pila y el sistema. Cada unidad repetida se le llama "celda". Dado que la capacidad de producción de una célula es limitada, las células individuales en su mayoría se apilan para producir hidrógeno a gran escala y obtener la cantidad aceptable de producción. El esquema de los conceptos de pila claves se representa en la figura.

En la figura se muestra la sección transversal de dos celdas apiladas: (a) en paralelo, que es llamado diseño monopolar, (b) el voltaje de la pila se pueda aplicar directamente entre dos placas finales, que es muy simple y popular, y (c) un ánodo central (o cátodo). (Jafari & Rahimpour, 2020).



Figura 2. Configuración de celdas electrolíticas; (A). - mono polar, (B). -bipolar (C). -bipolar con ánodo central

Las pilas de electrólisis alcalina se pueden clasificar en dos grupos como monopolares y bipolares. En la configuración monopolar, cada celda de electrólisis está conectada en paralelo para formar una gran pila de electrólisis y en una configuración bipolar, cada celda de electrólisis está conectada en serie para formar una gran pila de electrólisis

El electrolito es una solución acuosa que contenía hidróxido de potasio (KOH) o hidróxido de sodio (NaOH) con una concentración típica de 20 - 40% en peso. (De Silva et al., 2020).

### Descripción del Método

Para el proceso de la electrólisis se requieren según (Tijani et al., 2014).

Electrodos

Ánodo

Cátodo

Electrolito

Fuente de cc.

El Stanley Steel AISI 316 es 10 veces más barato que el níquel, de acuerdo con (Symes et al., 2015) decidiendo utilizarlo, por lo que nos dimos a la tarea de realizar este experimento para constatar la factibilidad de usarlos en el proceso de la electrólisis, y comprobar el rendimiento para elegir el material de un proyecto de construcción de un electrolizador de mayor producción para emplearlo en un automóvil.

En base a la metodología que se utilizó en "Evaluación del efecto de las modificaciones superficiales en electrodos basados en Ni para electrólisis del agua alcalina" en el Centro de Energía, Universidad de Western Australia, (Zeng & Zhang, 2014) se realizaron modificaciones a la microestructura superficial del acero inoxidable AISI 316 para ser utilizados en electrolizadores bipolares alcalinos para la producción de oxhidrógeno. El aumento en el área superficial se traduce en un mayor flujo de corriente, así como en un incremento en la producción. Como electrodo se utilizaron placas de 4.0x4.0 cm a las cuales se les aplicó un lijado con una lijadora BLACK + DECKER modelo SS200 con una lija J-73 Fandeli ANSI-50 posteriormente se les colocó un alambre de cobre recubierto de calibre 16 AWG para su conexión a la electricidad, se prepararon dos pares para cada separación, 6.4 y 10, mm entre cada electrodo, (natural y lijada) para realizar la prueba bipolar se prepararon tres placas neutras (para cada prueba), se utilizó como electrolito potasa caústica al 20%.

### Metodología:

1. Se cortaron de una misma pieza pequeñas probetas de acero AISI-316.

El grado 316 es la segunda forma de acero inoxidable más común. Tiene casi las mismas propiedades físicas y mecánicas del acero inoxidable 304. La diferencia es que incorpora alrededor de 2% a 3% de molibdeno, que incrementa su resistencia a la corrosión, en particular contra el cloruro y otros solventes industriales. (Carbone Stainless Steel, 2016).

Las dimensiones de las probetas son (35 x 35 x 1.3 mm) al cortar las probetas se cuidó que tuvieran las mismas medidas (Figura1).

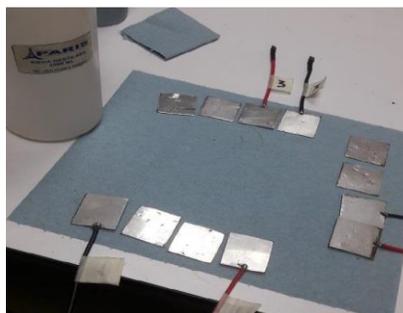


Figura 2: Placas de acero inoxidable antes de su limpieza.

2. Se les aplicaron los siguientes tratamientos ver (Tabla.1).

PROBETA	FUNCIÓN	TRATAMIENTO
AISI316	Cátodo	Rayado - Limpieza
AISI316	Ánodo	Rayado - Limpieza

Tabla 1: Detalle de las probetas empleadas, tratamientos aplicados a cada una de ellas y la función que desarrollan.

Las etapas que corresponden a los tratamientos son: se tomó como base a;(Lavorante & Franco, 2016).

Para el tratamiento de limpieza:

- Lavar las probetas con agua destilada y dejar secar al aire.
- Mojar un papel de filtro con acetona, limpiar la probeta y dejar evaporar el solvente.
- Mojar un papel de filtro con alcohol isopropilico, limpiar la probeta y dejar evaporar el solvente.

Para el tratamiento de rayado:

- Rayar dos de las probetas con lija J-73 Fandeli ANSI-50 con lijadora BLACK + DECKER modelo SS200 .
- Lavar las probetas con agua destilada, dejar secar al aire.
- Mojar un papel de filtro con acetona, limpiar la probeta y dejar secar al aire.
- Mojar un papel de filtro con alcohol isopropilico, limpiar la probeta y dejar evaporar el solvente.



Figura 3: Imágenes 500x de los electrodos rayado con una lijadora BLACK + DECKER modelo SS200 con papel de lija P50, (microscopio marca Digital Microscope Magnification)

3. Las probetas fueron sumergidas en Potasa caustica al 20% y 80% de agua destilada, los (electrodos) están conectados a una fuente de cc.



Figura 3 Fuente de poder Maisheng DC power supply MS3010D de 110V/60 Hz, 30V/10<sup>a</sup>

- Para dar agilidad a la prueba se diseñó un soporte para hacer el intercambio de probetas de manera más rápida este dispositivo se construyó en una impresora 3D como lo muestra la figura.

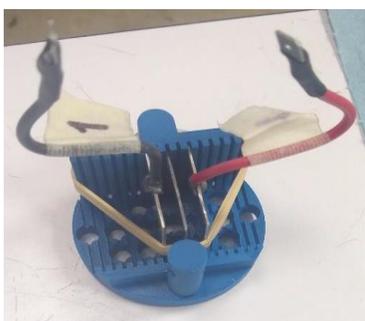


Figura 4: Dispositivo separador de electrodos tipo placa con diferentes claros

Para hacer el cambio de probetas más ágil se le colocaron a cada externo del alambre de cobre una terminal macho plana de ¼ in como lo muestra la figura 4.

### DISCUSIÓN Y RESULTADOS.

Cada experimento se repitió tres veces por toma dando en total un promedio de 30 tomas por experimento. Los experimentos se realizaron de la siguiente manera:

- 1.- ánodo y cátodo con una placa neutra con la superficie natural.
- 2.- ánodo y cátodo don dos placas neutras con la superficie natural.
- 3.- ánodo y cátodo con una placa neutra con la superficie lijada.
- 4.- ánodo y cátodo don dos placas neutras con la superficie lijada.

En las gráficas presentadas abajo se manifestó el promedio de las tomas realizadas

En la primera grafica tenemos los resultados de una celda bipolar con una placa neutra sin lijar

Como se puede observar los resultados en la producción de oxihidrogeno son muy similares, entre las producciones de 6mm y 10mm de separación.



Grafica 1: Grafica de producción de oxihidrogeno.

Cabe mencionar que para cada cambio de experimento se les aplicaba el proceso de limpieza para tratar de que las condiciones fueran iguales.

La grafica anterior presenta los resultados agrupados por serie para los amperajes de 5, 6, 7, 8 y 9.  
Analizado cada experimento y comparando los resultados para la separación de 6 y 10 mm. Tenemos  
Para una lámina neutra sin lijar tenemos una diferencia hacia los 10 mm.  
Para dos laminas neutras sin lijar tenemos resultados prácticamente iguales con una pequeña diferencia hacia los 10 mm .  
Con una laminas neutra y lijados todos los electrodos tenemos que los resultados son prácticamente iguales.  
Con dos laminas neutras y lijados todos los electrodos los resultados tienen una tendencia hacia los 10 mm.

### Conclusiones y Recomendaciones.

En experimentos anteriores definimos que las separaciones optimas entre los electrodos era entre 6 y 10 mm con una lijera tendencia hacia los 10 mm estos experimentos se hicieron con una configuración monopolar.

El siguiente paso es el que nos condujo a esta investigación ya que tendríamos que definir la configuración óptima para un electrolizador alcalino para la producción de oxihidrogeno.

De acuerdo a las observaciones hechas durante esta investigación encontramos que la separación optima es la de 10 mm sin ser contundente, por lo que recomendamos que de acuerdo al presupuesto con que se cuente elegir la configuración entre 6 o 10 mm

Estos resultados no nos desalientan, por el contrario, nos motivan para continuar investigando esta línea del conocimiento.

### Referencias

- Carbone Stainless Steel. (2016). *FICHA TÉCNICA DEL ACERO INOXIDABLE SERIE 300 TENCIA ELÉCTRICA A 20C ( $\mu\Omega m$ )*. X. <https://www.empresascarbene.com/pdf/ficha-tecnica-del-acero-inoxidable.pdf>
- Choodum, N., Sangwichien, C., & Yamsaengsung, R. (2019). Optimization of a closed-loop HHO production system for vehicles and houses. *Environmental Progress and Sustainable Energy*, 38(1), 268–277. <https://doi.org/10.1002/ep.12909>
- De Silva, Y. S. K., Middleton, P. H., & Kolhe, M. L. (2020). Performance comparison of mono-polar and bi-polar configurations of alkaline electrolysis stack through 3-D modelling and experimental fabrication. *Renewable Energy*, 149, 760–772. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.12.087>
- Jafari, M., & Rahimpour, M. R. (2020). Low temperature electrochemical production of hydrogen using membranes. In *Current Trends and Future Developments on (Bio-) Membranes*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-817110-3.00006-0>
- Krishnan, S., Fairlie, M., Andres, P., de Groot, T., & Jan Kramer, G. (2020). Power to gas (H<sub>2</sub>): alkaline electrolysis. In *Technological Learning in the Transition to a Low-Carbon Energy System*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818762-3.00010-8>
- Lavorante, M. J., & Franco, J. I. (2016). Performance of stainless steel 316L electrodes with modified surface to be use in alkaline water electrolyzers. *International Journal of Hydrogen Energy*, 41(23), 9731–9737. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.02.096>
- Ma, X., Dai, H., & Chen, M. (2018). *The future of important energy - hydrogen*. 28–33.
- Rusdianasari, Bow, Y., & Dewi, T. (2019). HHO Gas Generation in Hydrogen Generator using Electrolysis. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 258(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/258/1/012007>
- Sayed, M. M. A., Shalaby, M. S., Rady, W., Hussien, W., Magdy, M., El-Sabagh, K., Mohamed, A., Nour Eldin, A., Maher, F., & Osama, M. (2019). Design of HHO cell as energy source for electric vehicles. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 610(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/610/1/012089>
- Symes, D., Al-Duri, B., Bujalski, W., & Dhir, A. (2015). Cost-effective design of the alkaline electrolyser for enhanced electrochemical performance and reduced electrode degradation. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 10(4), 452–459. <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctt034>
- Tijani, A. S., Yusup, N. A. B., & Rahim, A. H. A. (2014). Mathematical Modelling and Simulation Analysis of Advanced Alkaline Electrolyzer System for Hydrogen Production. *Procedia Technology*, 15, 798–806. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2014.09.053>
- Usman, M., Farooq, M., Naqvi, M., Saleem, M. W., Hussain, J., Naqvi, S. R., Jahangir, S., Jazim Usama, H. M., Idrees, S., & Anukam, A. (2020). Use of gasoline, LPG and LPG-HHO blend in SI engine: A comparative performance for emission control and sustainable environment. *Processes*, 8(1), 1–15. <https://doi.org/10.3390/pr8010074>
- Zeng, K., & Zhang, D. (2014). Evaluating the effect of surface modifications on Ni based electrodes for alkaline water electrolysis. *Fuel*, 116, 692–698. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2013.08.070>

# Reacción de los empresarios y emprendedores ante la pandemia COVID19 en Acapulco, Gro., México

M.C. Moisés Carmona Serrano<sup>1</sup>, M.A. Adela Solís Martínez<sup>2</sup>,  
M.A. Diana Carmona Martínez<sup>3</sup> y Dr. Remigio Marin Ibarra<sup>4</sup>

**Resumen**—La pandemia COVID19 ha generado cambios a nivel individual y sociedad en general en todos los escenarios, el caso que nos ocupa es relativo a los cambios que viven aun los negocios, chicos, medianos y grandes, de los diversos sectores económicos de acapulco, desde la aparición del virus en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei, de la República Popular China<sup>5</sup>, hasta la llegada a México, el 28 de febrero del 2020<sup>6</sup>, primeramente la afectación a la salud de la población y después las reacciones de los empresarios y emprendedores ante la pandemia en acapulco

**Palabras clave**—Negocios, Empresas, Emprendedores, Movimiento económico

## Introducción

El movimiento económico del puerto de Acapulco, Gro, México, se genera por la demanda de los consumidores de diversos productos y servicios, los cuales son ofertados por los negocios, empresas que tienen determinada actividad o giros y se vio afectada por la etapa de confinamiento<sup>7</sup> que se determinó para contener la pandemia, como se publicó el cierre de bares, restaurantes y plazas para evitar la propagación del coronavirus, lo cual el 15 de Abril 2020, se estimó que el sector turístico caería entre un 50 y 80 % en el año 2020<sup>8</sup> y que provocaría una caída de entre 3 al 5 % en el PIB nacional y aquí es donde también Acapulco, tendría su afectación ya que el sector turístico, es la actividad económica que genera el mayor flujo de efectivo y aquí es donde se aprecia que no se ha desarrollado las actividades del sector primario y secundario en su máxima expresión.

En el periodo vacacional de semana santa se tuvieron pérdidas económicas de 1200 millones de pesos a causa del COVID19 y en el seguimiento a la problemática varios medios de comunicación previeron situación desastrosas en la economía que origina el apoyo del gobierno desde el inicio con la dispersión de fondos a la población para que tengan liquidez ante la contingencia y no se generara desorden social como se presentó en otros países del mundo, lo cual fue posible, pero tuvo estragos en las bajas de civiles por infectarse del coronavirus y no asistir oportunamente a los hospitales que tienen capacidad para atender oportunamente a la población.

La etapa de confinamiento no se podía mantener todo el tiempo, por lo que los tres niveles de gobierno hicieron estrategia para difundir información relativa a que la población supiera la existencia del virus a nivel local y tomara las medidas de control que se podían frenar la propagación, por lo que desde el 15 de abril al 03 de Julio 2020, se

<sup>1</sup>M.C. Moisés Carmona Serrano es Profesor de Tiempo Completo del Programa Educativo de Licenciatura en Contaduría de la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Guerrero, México. moiscarmona2511@hotmail.com

<sup>2</sup>M.A. Adela Solís Martínez es Profesora Tiempo Completo del programa educativo de Licenciatura en Contaduría de la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Guerrero, México. adesolismartinez@gmail.com

<sup>3</sup>M.A. Diana Carmona Martínez es Profesora Hora Asignatura “B” del programa educativo de Licenciatura en Administración de la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Guerrero, México. anaid\_2009@hotmail.com

<sup>4</sup>Dr. Remigio Marin Ibarra Profesor Hora Asignatura “B” de la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Guerrero, México. rmi9b289@hotmail.com

<sup>5</sup>[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/545754/Comunicado\\_Tecnico\\_Diario\\_COVID-19\\_2020.04.07.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/545754/Comunicado_Tecnico_Diario_COVID-19_2020.04.07.pdf)

<sup>6</sup>[https://elpais.com/sociedad/2020/03/30/actualidad/1585589827\\_546714.html](https://elpais.com/sociedad/2020/03/30/actualidad/1585589827_546714.html)

<sup>7</sup><https://www.eleconomista.com.mx/estados/Gobierno-de-Acapulco-ordena-cerrar-bares-restaurantes-y-plazas-para-evitar-propagacion-del-coronavirus-20200319-0058.html>

<sup>8</sup><https://www.dw.com/es/el-impacto-al-turismo-arrastra-a-la-econom%C3%ADa-mexicana/a-53137428>

disminuyo el comercio en Acapulco a causa del virus, y se difundió información relativa a medidas de salud<sup>9</sup> con la vigilancia constante de la administración pública sobre la pandemia provocada por el virus a fin de tomar decisiones oportunas de acuerdo a las afectaciones que se tengan en la salud de la población en el entendido de que si la ciudadanía se ve severamente afectada se tomarían decisiones de volver a contener la economía con el fin de salvaguardar la vida de la población Acapulqueña considerando la semaforización de la pandemia<sup>10</sup>



Fuente: <https://coronavirus.gob.mx/semaforo/>

Esta semaforización se estableció por la autoridad sanitaria Federal y se estableció dialogo con los Estados y Municipios para que de acuerdo con el semáforo que se tuviera en relación a los contagios de la población, ese sería el tránsito de las personas y apertura de negocios par atención al público, con lo que es marco de referencia para el flujo de efectivo en los comercios en todo el Municipio.

### Descripción del Método

El tipo de investigación utilizada en el presente caso es descriptiva, transversal, no experimental, ya que consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes y para describir cada uno de los conceptos antes mencionados se invoca a:

Sabino, C. (1992)<sup>11</sup> define los estudios descriptivos: “la investigación descriptiva, consiste en describir algunas características fundamentales en conjunto homogéneo de fenómenos utilizando criterios sistemáticos que permitan poner de manifiesto su estructura o comportamiento.

En lo relativo a la transversalidad, se considera así, porque se realizó una sola vez, en un solo momento y espacio único, Hernández, S. (1988)<sup>12</sup>.

La investigación no experimental es también conocida como investigación Ex Post Facto, término que proviene del latín y significa después de ocurridos los hechos. De acuerdo con Kerlinger (2002)<sup>13</sup>, la investigación Ex Post Facto es un tipo de “investigación sistemática en la que el investigador no tiene control sobre las variables independientes porque ya ocurrieron los hechos o porque son intrínsecamente manipulables”.

En el presente estudio se tomó como universo los negocios que se encuentran operando en el puerto de Acapulco y se aplica el muestreo no probabilístico denominado BOLA DE NIEVE, el cual se define a continuación:  
¿En qué Consiste?

La idea central es que cada individuo en la población puede nominar a otros individuos, los cuales tienen la misma probabilidad de ser seleccionados. A los individuos que son escogidos, se les pide nominar a otras personas.

<sup>9</sup> <https://www.forbes.com.mx/economia-acapulco-abre-turismo-despues-confinamiento/>

<sup>10</sup> <https://coronavirus.gob.mx/semaforo/>

<sup>11</sup> Sabino, C. (1992). El proceso de Investigación. Caracas. Editorial Panap

<sup>12</sup> Hernández, S. (1998) Metodología de la Investigación. Colombia. Edit. Mc Graw Hill.

<sup>13</sup> Kerlinger, F (2002), Investigación del comportamiento, Editorial Mc Graw Hill

*Referencias bibliográficas*

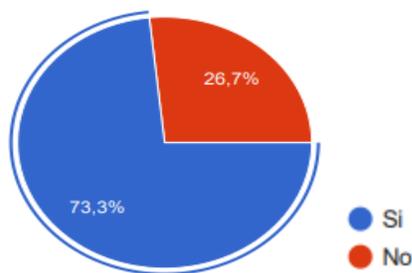
La presente investigación tiene sus bases en la realidad que se vive en el puerto de Acapulco, Guerrero en cuanto al movimiento económico que se genera por el comercio de bienes o servicios que demanda la población, lo anterior se ha visto disminuido al cerrar diversos establecimientos en varias partes del puerto, lo cual se comprueba al visitar dicha población integralmente, es decir, el área turística y la población en general, lo cual motivo a realizar esta investigación, ya que el hay muchos análisis sobre el tema y deseamos dejar de manifiesto lo que se obtuvo de la aplicación de la encuesta que se llevo a cabo por parte del Cuerpo Académico UAGro-CA-210 de la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Guerrero del 14 al 18 de Septiembre 2020.

De acuerdo con la Real Academia Española en Aspecto económico se refiere a **RECOBRAR LA ACTIVIDAD QUE HABIA PERDIDO**<sup>14</sup>, lo cual sucedió con la pandemia del COVID19 en el mundo entero, y cada País, Estado o Municipio reacciono de manera diferente, por lo que se muestran resultados de la Investigación

*Resumen de resultados.*

En este trabajo de investigación denominado “Reacción de los empresarios y emprendedores ante la pandemia COVID19 en Acapulco, Gro, México, al aplicar el instrumento de investigación de obtuvieron los siguientes resultados

1.-¿Su negocio se encuentra abierto todo el día?



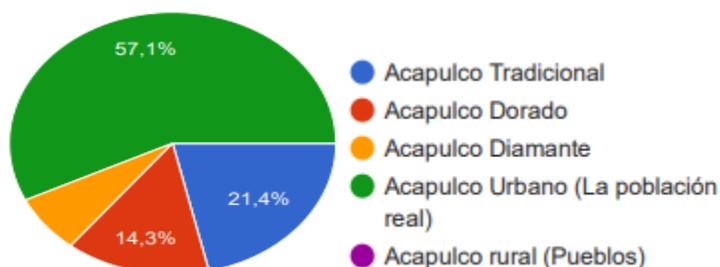
Se aprecia que el 73.3% de los negocios se encuentran abiertos todo el día, con lo que debería tener una estructura de vigilancia por parte de estos, así como coordinarse con la autoridad local a fin de tener el respaldo del gobierno para cualquier situación de violencia que se presentara

2.- ¿A qué se dedica su negocio?



En Acapulco, Guerrero, México, la mayoría de los negocios se hacen en la comercialización de bienes y servicios, y así lo muestra la estadística, ya que el 92.9% de los encuestados señalan dedicarse a esa actividad, mientras que el 7.1% se dedica a la transformación de la materia prima, con lo que se aprecia un área de oportunidad para la mejora y diversificar actividades que partan desde el sector primario de la economía.

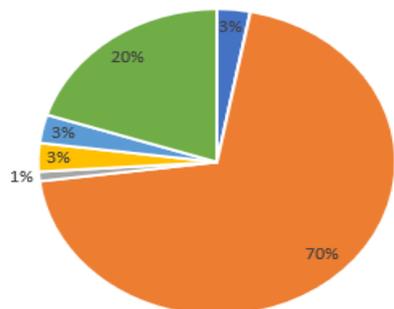
3.- ¿Tu actividad la desarrollas en?



<sup>14</sup> <https://dle.rae.es/reaccionar>

Se aprecia que la mayoría de los encuestados que mas contestaron son del acapulco urbano con un 57.1% y el acapulco tradicional con un 21.4% y en seguida se vera la reacción de la población encuestada

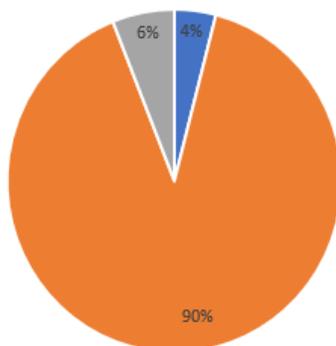
4.- ¿Qué hicieron ustedes para continuar con sus ventas-ingresos?



1.- Vender por telefono	3%
2.- Anunciarme por Internet	70%
3.-Anunciame en la T.V.	1%
4.- Anunciarme en la Radio	3%
5.-Anunciarme en periodico	3%
6.-No tuve actividades	20%

En la gráfica se aprecia que los empresarios y emprendedores de Acapulco reaccionaron ante la pandemia que origino el confinamiento de la población para no difundir el virus y propagar la pandemia, por lo que establecieron estrategia diversas con la finalidad de continuar generando ingresos monetarios para sostener la fuente de empleo del municipio, por lo que se aprecia que se utilizó más la red de internet para vender productos o servicios, así lo muestra el porcentaje de encuestados que contestaron el instrumento de investigación y lo preocupante es el 20% de negocios o empresas que no tuvieron actividades en este periodo.

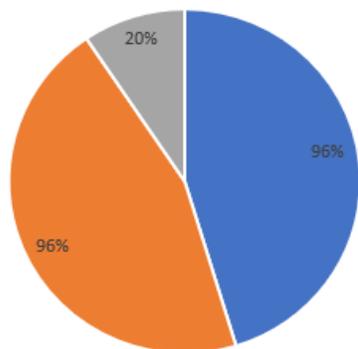
5.- De acuerdo con lo que observas en tu trabajo ¿Quiénes guardar las medidas necesarias para no contagiarse?



1.- Los trabajadores	4%
2.- Los Clientes	90%
3.-Ambos	6%

Se aprecia que los clientes favorecen el nivel de contagio del COVID19, ya que son quienes no cumplen con las medidas necesarias para evitar contagios.

6.-¿Qué medidas sanitarias aplico la empresa con los trabajadores?



1.- Se pusieron filtros sanitarios	96%
2.-Se potencializo el comité de seguridad e higiene	96%
3.-Cerre mientras pasa la pandemia	20%

En la gráfica se aprecia que los empresarios y emprendedores de Acapulco reaccionaron ante la pandemia que origino el confinamiento de la población para no difundir el virus y propagar la pandemia, por lo que establecieron estrategias diversas con la finalidad de continuar generando ingresos monetarios para sostener la fuente de empleo y cada empresa hizo diferentes estrategias como son: instalar filtros sanitarios, potencializar los comités de seguridad e higiene y otros

### Conclusiones

Esta investigación muestra las pérdidas económicas que ha generado la pandemia de COVID19 en el puerto de acapulco por la aplicación de la semaforización del virus, donde resalta que los empresarios diversificaron métodos de venta para obtener ingresos y no cerrar los negocios, si también se aprecia que los negocios se mantuvieron operando utilizando los medios alternativos de comercialización como es la internet y aplicar medidas de contención de la infección del COVID19, instalando filtros sanitarios y reactivando las comisiones mixtas de seguridad e higiene.

### Recomendaciones

La pandemia nos hizo aprender sobre la marcha para no cerrar los negocios o aplicar estrategias diversas en la comercialización de bienes o servicios, por lo que se recomienda:

- Utilizar métodos alternativos de ventas haciendo uso de la tecnología
- Impulsar el sector primario y secundario de la economía en Acapulco, para que no solamente el sector terciario “TURISMO” sea la base de los ingresos de puerto.

### Referencias

- Hernández, S. (1998) Metodología de la Investigación. Colombia. Edit. Mc Graw Hill.  
Kerlinger, F (2002), Investigación del comportamiento, Editorial Mc Graw Hill  
Sabino, C. (1992). El proceso de Investigación. Caracas. Editorial Panap

### Linkografía

- <https://www.eleconomista.com.mx/estados/Gobierno-de-Acapulco-ordena-cerrar-bares-restaurantes-y-plazas-para-evitar-propagacion-del-coronavirus-20200319-0058.html>  
<https://www.dw.com/es/el-impacto-al-turismo-arrastra-a-la-econom%C3%ADa-mexicana/a-53137428>  
<https://www.eleconomista.com.mx/politica/En-Acapulco-el-panorama-no-es-nada-halagueno-20200601-0146.html>  
<https://www.forbes.com.mx/economia-acapulco-abre-turismo-despues-confinamiento/>  
<https://www.lapoliticaonline.com.mx/nota/129684-acapulco-necesita-mas-apoyo-federal-para-que-sobrevivan-las-pyme-y-evitar-una-crisis-social/>  
<https://dle.rae.es/reaccionar>

### Apéndice

#### Cuestionario utilizado en la investigación

1. ¿Su negocio se encuentra abierto todo el día?  Si  No
2. ¿A qué se dedica su negocio?  
 A la extracción de la Materia Prima  A la transformación de la materia prima  
 A la comercialización de bienes o servicios
- 3.- ¿Tu actividad la desarrollas en?  Acapulco Tradicional  Acapulco Dorado  
 Acapulco Diamante  Acapulco Urbano (La población real)  Acapulco rural (Pueblos)
4. ¿Qué hicieron ustedes para continuar con sus ventas-ingresos?  
Vende por teléfono  vender por internet  Vende por televisión

vender por radio  vender por periódico  cerré negocio

5. De acuerdo con lo que observas en tu trabajo ¿Quiénes guardar las medidas necesarias para no contagiarse? Los trabajadores  los clientes  Ambos

6. ¿Qué medidas sanitarias aplicó la empresa con los trabajadores?

Se pusieron filtros sanitarios  Se potencializó el comité de seguridad e higiene

Cerré mientras pasa la pandemia

# MEDICION DE LOS NIVELES DE EMISIÓN DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS EN UNA ESTACION BASE DE TELEFONÍA MÓVIL EN COLOTLÁN JALISCO

Dra. Ana Rosa Carrillo Avila<sup>1</sup>

**Resumen**—La exposición a campos electromagnéticos producidos por antenas de telefonía móvil se ha incrementado en los últimos años, y con ello la preocupación a sus efectos en el cuerpo humano originando un tema inquietante en una sociedad expuesta, en este estudio se realiza una comparación entre las emisiones de una estación base de telefonía móvil y los estándares de absorción de radiación y estándares a los cuales es posible tener una exposición sin afectación de acuerdo a las directrices de la Comisión Internacional de Protección de Radiación no Ionizante. La metodología que se emplea se basa en mediciones periódicas cortas cerca de una estación base de telefonía de reciente instalación en Colotlán Jalisco, utilizando un medidor de potencia de radiofrecuencia triaxial e isotrópico. Los resultados obtenidos se comparan con los niveles permitidos generando un análisis propio y conclusiones con crítica fundamentada en las tablas y gráficas resultantes de las mediciones.

**Palabras clave**—radiación no ionizante, radiofrecuencia (RF), comunicaciones móviles, estaciones base, campos electromagnéticos (EMF).

## Introducción

Las comunicaciones móviles se han desarrollado a grandes pasos, tanto que han sobrepasado las predicciones respecto a su expansión, ya que en 1991 solo el 1% de los habitantes en el mundo tenía acceso a la telefonía móvil, y para 2001 el 90% de los países ofrecían una red móvil, indicando que 1 de cada 6 habitantes del planeta hacía uso de éste servicio, según Salomón (2003). Así mismo GSMA (2019) en su revista electrónica publicó que a finales del 2018 existían 5.1 mil millones de personas suscritas a éste servicio y para 2025 se estima que se llegará a 5.8 mil millones de suscriptores. De acuerdo a lo anterior y a la constante instalación de antenas por doquier, el objetivo de este estudio es la medición de los campos electromagnéticos a los que están expuestas las personas que viven alrededor de una estación base, y de acuerdo al monitoreo realizar una comparación con las directrices emitidas por los organismos internacionales para conocer los niveles de exposición.

La radiación es energía que por su naturaleza viaja en forma de ondas, se produce cuando hay campos eléctricos en movimiento o por desintegración radiactiva. La radiación no ionizante es de baja energía como es el caso de las antenas que son fuentes artificiales de campo electromagnético.

*Importancia de los estándares de absorción y exposición a los campos electromagnéticos*

La Comisión Internacional en Protección de Radiación no Ionizante (ICNIRP) propone limitaciones a la tasa de absorción específica (SAR), este concepto relaciona la energía absorbida de acuerdo a la conductividad del campo eléctrico y la densidad del tejido vivo, siendo el SAR la potencia absorbida por unidad de masa (W/kg). Las deducciones de directrices sobre SAR han presentado diferentes discusiones, prueba de ello son las relevantes investigaciones que continuamente se exponen ante la Organización Mundial de la salud (OMS) en busca de pruebas que sustenten la cantidad de radiación que es capaz de absorber cada órgano del cuerpo humano sin alterar sus funciones biológicas. Así surge el SAR promedio y el SAR local, el primero se refiere a la tasa de absorción general del cuerpo humano, la local se refiere a la absorción que puede tener cada órgano o extremidad del cuerpo incluyendo la profundidad de absorción de radiación y que depende de su geometría, de tal modo que la absorción de los campos electromagnéticos se realiza por niveles en la extensión del cuerpo.

Estudios antiguos como el de Chou (1996) demuestran por medio de dosimetría el nivel de SAR en diferentes órganos del cuerpo y a diferentes profundidades sin mencionar altos riesgos de exposición, pero también concluye que es necesaria la investigación continua para no concluir en límites de exposición irrazonables. Otros artículos más recientes como el de Cruz (2009) sobre el riesgo para la salud por radiación no ionizante de las redes de telecomunicaciones, deduce que la evaluación de exposición es a nivel térmico, incluso comparados con otros medidos en Australia, Bélgica e Inglaterra. Lo anterior y otros tantos estudios publicados en el portal de la OMS no dan garantía absoluta de que la radiación no ionizante tenga un efecto irreparable en la salud, de cualquier modo continúan en desarrollo investigaciones que permiten generar límites para evitar situaciones adversas aunque sea en sus mínimos niveles.

---

1 La Dra. Ana Rosa Carrillo Avila es Docente Investigador de Ingeniería en el Centro Universitario del Norte de la Universidad de Guadalajara en Colotlán Jalisco, México. [ana.cavila@academicos.udg.mx](mailto:ana.cavila@academicos.udg.mx)

ICNIRP (2000) expone que el SAR no es una medida acertada para evaluar la absorción de energía porque encima de 6 GHz los EMF se absorben muy superficialmente y por lo tanto la profundidad es menos relevante, para ello sugiere la densidad de potencia absorbida establecida en  $W/m^2$ . Respecto a la exposición los niveles que mencionan las directrices, son de dos tipos: la población ocupacional expuesta y el público general. La población ocupacional se refiere a individuos que toman precauciones porque conocen los riesgos debido a las condiciones de exposición; y el público general se refiere al grupo de personas de todas las edades que tienen condiciones de salud variadas y no conocen la susceptibilidad o respuesta de su cuerpo al exponerse a los campos electromagnéticos. Así mismo, los niveles de referencia a la exposición se presentan en diferentes rangos de frecuencia siendo las unidades para el campo eléctrico el volt por cada metro (V/m) y para el campo magnético el Ampere por cada metro (A/m), ambos campos son perpendiculares entre sí y al relacionarse de manera proporcional definen la densidad de potencia, realizando el análisis dimensional resulta que  $(V/m) \cdot (A/m) = VA/m^2$  y de acuerdo a la ley de watt que aplica para el numerador de ésta relación se deducen las unidades de la densidad de potencia como  $W/m^2$ .

El cuadro 1 muestra las restricciones básicas que pronuncia la Comisión Internacional en Protección de Radiación no Ionizante para la exposición a campos electromagnéticos de 100 kHz a 6 GHz para intervalos promediados  $\geq 6$  min.

	Rango de frecuencia	SAR promedio para el cuerpo entero	SAR local (cabeza y tronco)
<b>Exposición ocupacional</b>	100 KHz – 6 GHz	0.4 W/kg	10 W/kg
<b>Exposición público general</b>	100 KHz – 6 GHz	0.08 W/kg	2 W/kg

Cuadro 1. Directrices ICNIRP(2020).

El cuadro 2 representa los niveles de referencia para la exposición ocupacional y público general a campos eléctricos y magnéticos promediados durante 30 min a todo el cuerpo, tomando en cuenta que  $f$  es en MHz, y NA significa “no aplicable” y no es necesario tenerlo en cuenta al determinar el cumplimiento.

	Rango de frecuencia	Campo eléctrico- E (V / m )	Campo magnético-H (A/m)	Densidad de potencia (W/m <sup>2</sup> )
<b>Exposición ocupacional</b>	400–2000 MHz	$3f^{1/2}$	$0.008f^{1/2}$	$f / 40$
	2–300 GHz	NA	NA	50
<b>Exposición público general</b>	400–2000 MHz	$1.375f^{1/2}$	$0.0037f^{1/2}$	$f / 200$
	2–300 GHz	NA	NA	10

Cuadro 2. Niveles de referencia a campos eléctricos y magnéticos. ICNIRP(2020).

### Descripción del método

Se utilizó una metodología inductiva con un enfoque cuantitativo.

Para las mediciones técnicas de los campos se utilizó un medidor triaxial de RF de banda ancha capaz de monitorear la radiación de alta frecuencia en una escala de 10 MHz hasta 8 GHz, con factores de calibración en diferentes frecuencias, el instrumento tiene un sensor de medición isotrópico de tres canales que mide el campo eléctrico en la atmósfera a su alrededor con escala dinámica por lo que es muy sensible a la variación de los campos.

Las mediciones se realizaron en campo lejano; al estar en alta frecuencia (HF) y muy alta frecuencia (VHF) las longitudes de onda se estiman arriba de los 100 mm sabiendo que  $\lambda = c / f$  y que las bandas de frecuencia asignadas para acceso inalámbrico en México son 1710 – 1755 / 2110-2155 MHz y 1760-1780/ 2160-2180 MHz publicadas por el IFT en el diario oficial de la federación el 05 de marzo de 2019. Así mismo incluye 10 MHz (1755-1760/2155-2160 MHz) de espectro radio eléctrico disponible para los servicios de banda ancha móvil para uso comercial.

La estación base sobre la que se realizarán las mediciones tiene 3 antenas sectoriales con una cobertura máxima de 120° cada una, está instalada a 1.6 km del centro de Colotlán con altura del mástil de 30 metros, en una colonia habitada que se encuentra sobre una de las zonas más altas, la estación fue colocada para dar cobertura a la zona sur de Colotlán. El primer monitoreo se tomó en un espacio al aire libre frente a las viviendas que rodean la estación, a una distancia de 60 metros de la base de la antena. El segundo monitoreo se realizó desde un hospital que se encuentra a 600 metros de la antena. Para ambas distancias el medidor se calibró a 2100 MHz debido a que la

antena base trabaja con un enlace descendente de 2120 MHz. La evaluación se realizó con valores promedio, es decir, con la media de los valores instantáneos que detecta el sensor, en el tiempo correspondiente a 30 segundos durante 6 minutos de exposición.

La evaluación se realizó con valores promedio, es decir, con la media de los valores instantáneos que detecta el sensor en el tiempo correspondiente a 30 segundos durante 6 minutos de exposición.

### Comentarios Finales

Se deduce la longitud de onda porque el medidor utilizado propone que para los campos lejanos se debe tomar en consideración más de tres longitudes de onda.

$$\lambda = c / f$$

donde:

$c = 299\,792\,458$  m/s (velocidad de la luz)

$f = 2100$  MHz (frecuencia calibrada en el instrumento de medición)

$\lambda =$  longitud de onda

Sustituyendo los valores se obtiene:

$$\lambda = \frac{299\,792\,458 \text{ m/s}}{2100 \text{ MHz}} \approx 0.143 \text{ m}$$

Así, la longitud de onda con la que estamos trabajando toma un valor aproximado de 14.3 cm.

Los resultados se pueden ver afectados porque las mediciones realizadas fueron cerca de espacios habitados, donde los campos se alteran por la presencia de otros dispositivos, maquinas eléctricas u objetos que también presentan radiación electromagnética aún en bajas frecuencias.

Se realizaron 3 diferentes mediciones para cada distancia y frecuencia para comparar el estado de las oscilaciones y se verificó que sus rangos de variación eran muy semejantes, identificando que el campo eléctrico aumentaba un poco cuando la radiación solar incidía sobre el sensor, por lo que se decidió medir en sombra. De acuerdo a las tablas de datos se determina la densidad de potencia con el modelo matemático  $S = EH$  proporcionado en los parámetros fundamentales de las antenas por García (2010).

El cuadro 3 muestra las mediciones obtenidas a la frecuencia de 2100 MHz a dos diferentes distancias, el monitoreo se registra cada 30 segundos durante 6 minutos de exposición.

2100MHz a 60 m de la antena				2100MHz a 600 m de la antena			
t(s)	mV/m	mA/m	S=EH $\mu\text{W}/\text{m}^2$	t(s)	mV/m	mA/m	S=EH $\mu\text{W}/\text{m}^2$
30	146.7	0.400	58.7	30	4.8	0.0127	0.061
60	146.2	0.349	51.1	60	4.7	0.0127	0.060
90	127.8	0.407	52	90	5.3	0.0151	0.080
120	169.4	0.380	64.4	120	4.6	0.0116	0.053
150	135.2	0.351	47.5	150	6.4	0.0167	0.107
180	130.8	0.355	46.5	180	4.8	0.0127	0.061
210	130.5	0.339	44.2	210	4.6	0.0122	0.056
240	120.2	0.338	40.7	240	4.2	0.0116	0.049
270	155.6	0.353	54.9	270	4.4	0.0122	0.054
300	131.9	0.359	47.3	300	4.8	0.0127	0.061
330	136	0.391	53.2	330	4.8	0.0122	0.058
360	131.9	0.329	43.5	360	4.8	0.0127	0.061

Cuadro 3. Mediciones a la frecuencia de 2100 MHz

### Resumen de Resultados

La evaluación de resultados indica que los niveles de intensidad de campo eléctrico (mV/m) fueron más altos a distancias más cercanas a la antena, y de igual manera la intensidad de campo magnético (mA/m) también aumenta con la cercanía a la fuente de radiación.

La densidad de potencia que presentó los más bajos niveles y de forma constante fue a larga distancia.

En seguida se presenta la comparación de los dos momentos de la medición, contiene el conjunto de datos representado por dos variables en cada gráfica, la variable común es el tiempo, medido en segundos. El siguiente análisis gráfico es una forma muy común de observar la dispersión de datos temporales.

En la figura 1 es notorio como el campo eléctrico es más alto cuanto menos es la distancia de monitoreo.

En la figura 2 las variaciones del campo magnético son cada vez más pequeñas entre más grande es la distancia a la antena.

La figura 3 es una proporción directa de ambos campos, y el medidor detecta las constantes fluctuaciones a distancias más cortas.

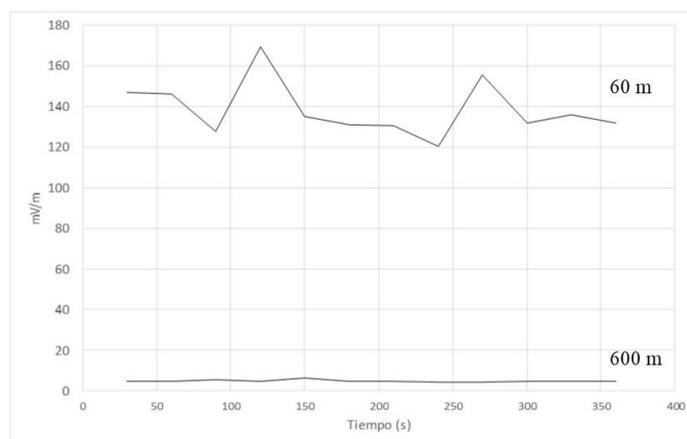


Figura 1. Variación del campo eléctrico para dos diferentes distancias (E). Elaboracion propia.

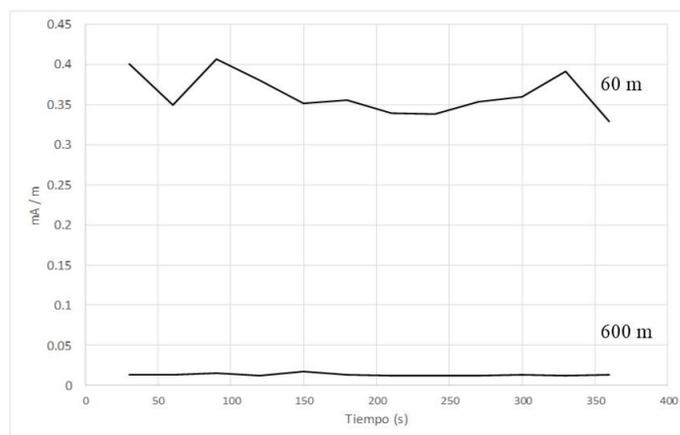


Figura 2. Variación del campo magnético para dos diferentes distancias (H). Elaboracion propia.

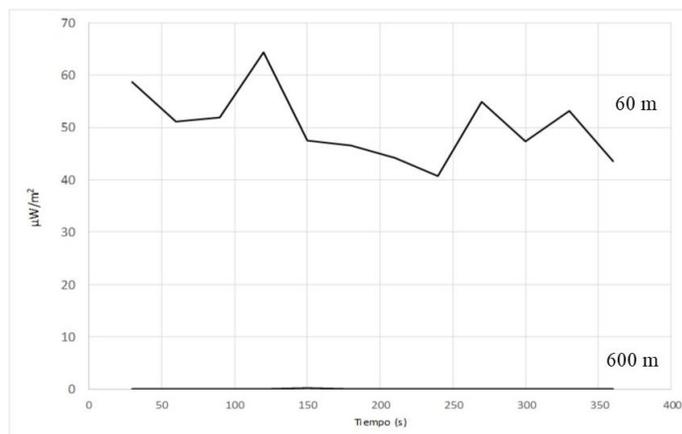


Figura 3. Variación de la densidad de potencia para dos diferentes distancias (S). Elaboracion propia.

### Conclusiones

Ubicando el presente estudio en los niveles de referencia del público en general y comparando las directrices de ICNIRP presentadas en el cuadro 2, indican que el campo eléctrico (E) y el magnético (H) en la frecuencia de 2100 MHz es un valor mínimo que no aplica (NA) a la exposición, a menos que la densidad de potencia fuera de  $10 \text{ W/m}^2$ , pero en el caso de nuestros resultados la potencia más alta es de  $64.4 \mu\text{W/m}^2$  y se encuentra en el cuadro 3 a la distancia de 60m a la antena, es decir que estamos muy lejos de los límites.

El presente estudio fue definido con el objetivo de monitorear los campos electromagnéticos y permitimos realizar comparaciones con los límites de exposición a la radiación, ahora concluimos en que los resultados son positivos, satisfactorios, comprobables y se han fundamentado para utilizarse como punto de partida para otras evaluaciones más analíticas respecto una parte de los requerimientos en la instalación de estaciones base de telefonía móvil.

Los instrumentos de medición son muy útiles, son un objeto básico de lectura rápida, sin dejar de lado el correcto manejo de los conceptos, las unidades de medición y los modelos matemáticos establecidos. Es necesario que al utilizar cualquier herramienta de medición, se compruebe también con el cálculo matemático, realizando deducciones, de ésta manera también se comprueba si el instrumento es confiable o no para una medición rápida.

El sensor utilizado es confiable, porque las variaciones que presentó en la medición de densidad de potencia estaban muy próximas al comprobarlas matemáticamente con  $S=EH$ . Es cierto que hubo desviación en los resultados, pero la mayoría fueron las lecturas con valores mínimos, porque se utilizaron valores promedio de un grupo de valores instantáneos detectados por el medidor de RF.

Los resultados y su interpretación son útiles para partir hacia una nueva perspectiva de estudio de las antenas, donde se profundice en la directividad, el ancho del haz, la determinación de la zona de Fresnel, entre otros. Es importante que la expansión tecnológica sea estructurada y controlada en su reglamentación, dar seguridad y certeza a la población sobre la exposición a la radiación no ionizante, para eliminar suposiciones e inseguridades sobre los efectos en la salud. Las estaciones base para telefonía móvil trabajan a frecuencias cada vez más altas, entrando al rango de las microondas, su potencia puede variar hasta 50 watts dependiendo del área que se desea cubrir, es por ello que la investigación y monitoreo constante es importante para asegurar que nos exponemos a los rangos permitidos.

### Referencias

- Chou C, Bassen H, Osepchuk J, Balzano Q, Petersen R, Meltz M, Cleveland R, Lin J.C, & Heynick L. "Radio Frequency Electromagnetic Exposure: Tutorial Review on Experimental Dosimetry". *Revista Bioelectromagnetics*, 17, 195-208, 1996, consultada por internet el 25 julio de 2020. Dirección de internet [https://www.researchgate.net/publication/14396253\\_Radio\\_frequency\\_electromagnetic\\_exposure\\_Tutorial\\_review\\_on\\_experimental\\_dosimetry](https://www.researchgate.net/publication/14396253_Radio_frequency_electromagnetic_exposure_Tutorial_review_on_experimental_dosimetry)
- Cruz, V. "Riesgo para la salud por radiaciones no ionizantes de las redes de telecomunicaciones en el Perú". *Revista peruana de medicina experimental y salud pública*, vol. 26, No. 1, 2009, consultada el 28 de julio de 2020. Dirección de internet e: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342009000100017](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342009000100017)

García, A. Cálculo de antenas. Marcombo. 2010. México.

GSMA. "Some 700 millions new mobile subscribers by 2025". The mobile Economy 2019. *Revista corporativa* (en línea), consultada por internet el 05 de agosto de 2020. Dirección de internet <https://www.gsmainelligence.com/research/?file=b9a6e6202ee1d5f787cfebb95d3639c5&download>

ICNIRP. Icnirp guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields. *Revista Health phys.* 118 (5):483-524, 2020, consultada por internet el 30 de septiembre de 2020. Dirección de internet <https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPrfgdl2020.pdf>

Instituto Federal de Telecomunicaciones. "Publicaciones en el diario Oficial de la Federación." Primera sección, 2019, consultada por internet el 18 de agosto de 2019. Dirección de internet <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/conocenos/pleno/sesiones/acuerdoliga/dofpift20021974.pdf>

Salomón A. "Horizonte sectorial". *Las Telecomunicaciones en México*, (en línea) Vol. 53 (11), p.p 1066-1071, 2003, consultada por internet el 21 de septiembre de 2020. Dirección de internet <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/59/8/RCE.pdf>

# ESTRUCTURA DE BANDAS ELECTRÓNICAS EN ÓXIDO DE ZIRCONIO OBTENIDAS MEDIANTE CÁLCULOS AB-INITIO

Alexa Carrillo Mercader<sup>1</sup>, Dra. María Luisa Ojeda Martínez<sup>2</sup>, Dr. Celso Velásquez Ordoñez<sup>3</sup>, Dr. Miguel Ojeda Martínez<sup>4</sup>

**Resumen**— En particular, el óxido de zirconio es un buen candidato para aplicaciones optoelectrónicas ya que usando poca energía eléctrica proporciona apoyo en el proceso de emisión de luz de otros elementos. En este trabajo, se realizó un estudio de las bandas electrónicas de óxido de zirconio mediante la Teoría de los Funcionales de la Densidad implementada en el código SIESTA, se emplearon algunos funcionales para poder encontrar al más confiable en la descripción del óxido de zirconio. Se modeló un cristal perfecto de óxido de zirconio que fue relajado al mínimo de energía. Con la estructura relajada se analizó cual funcional presentaba un valor de constante de la red más parecido al valor experimental. Finalmente, se calcularon las bandas de energía en cada estructura relajada. Los resultados demuestran la existencia de un funcional que puede proporcionar una mejor descripción de las bandas de energía del óxido de zirconio.

**Palabras clave**— Óxido de zirconio, bandas electrónicas, cristal perfecto, Teoría de los Funcionales de la Densidad.

## Introducción

En la actualidad, la investigación de materiales que puedan reducir el consumo de energía es de mucha importancia a nivel mundial, por ejemplo, aquellos materiales que puedan ser usados en aplicaciones de optoelectrónica utilizando poca energía eléctrica durante el proceso de emisión de luz ya que pueden abrir la oportunidad de crear nuevos dispositivos como pantallas, biomarcadores, diodos emisores de luz entre otros. En particular, los aislantes térmicos son buenos candidatos para este tipo de aplicaciones debido a que su estructura no permite que los electrones tengan la facilidad de desplazarse a través de ellos, ya que en estos materiales todos los electrones se encuentran fuertemente ligados a sus átomos respectivos formando parte de los enlaces atómicos que configuran su estructura interna (Lambertini, 2014), además de que contienen electrones repartidos en bandas de energía separadas por regiones en las que no existen estados electrónicos, regiones no permitidas a las que les llamamos brechas prohibidas o bandas prohibidas (Jasso, 2004).

Un ejemplo de aislante térmico es cuando el zirconio tiende a ligarse con el oxígeno formando el  $ZrO_2$  (óxido de zirconio), el cual presenta transparencia óptica en el rango de 0.3 a 8  $\mu m$  y una banda prohibida alrededor de 5.8 eV, la estructura cristalina del  $ZrO_2$  cristaliza en una estructura cúbica centrada en las caras (FCC), cuando esto sucede se le conoce como zirconita (Bruni et al., n.d.; López et al., 2009).

Conocer la estructura de un material es esencial para poder modelarlo, debemos conocer las distancias entre los átomos que lo conforman, la organización en diferentes redes cristalográficas, la constante de red y las posiciones de los átomos dentro de la red.

Con el conocimiento de las coordenadas espaciales de los átomos y aprovechando la primera zona de Brillouin para la estructura FCC es posible calcular las bandas de energía para diversos materiales y en este caso se realizará para el óxido de zirconio, lo cual representa el principal objetivo de este escrito.

## Descripción del Método

*El hamiltoniano electrónico asociado a la ecuación de Schrödinger*

Usamos el hamiltoniano electrónico para describir la energía de un sistema en el que los electrones de los átomos están en constante movimiento e interactúan entre sí (Ojeda et al., 2019; Parr, 1980).

$$\hat{H} = E$$

<sup>1</sup> Alexa Carrillo Mercader es estudiante de Ingeniería en Diseño Molecular de Materiales en el Centro Universitario de los Valles - Universidad de Guadalajara, México. [alexa.carrillo8989@alumnos.udg.mx](mailto:alexa.carrillo8989@alumnos.udg.mx)

<sup>2</sup> La Dra. María Luisa Ojeda Martínez es Profesora de Ingeniería en Diseño Molecular de Materiales en el Centro Universitario de los Valles - Universidad de Guadalajara, México.

<sup>3</sup> El Dr. Celso Velásquez Ordoñez es Profesor de Ingeniería en Diseño Molecular de Materiales en el Centro Universitario de los Valles - Universidad de Guadalajara, México.

<sup>4</sup> El Dr. Miguel Ojeda Martínez es Profesor de Ingeniería en Diseño Molecular de Materiales en el Centro Universitario de los Valles - Universidad de Guadalajara, México. [miguel.ojeda9380@academicos.udg.mx](mailto:miguel.ojeda9380@academicos.udg.mx) (autor corresponsal)

El hamiltoniano electrónico se describe de la siguiente ecuación, donde  $T$  es la energía cinética de todo el sistema y  $U$  es la energía potencial.

$$\hat{H} = T + U$$

Al descomponer este hamiltoniano en las diferentes energías que contribuyen a su valor final, podemos encontrar que existen tanto la energía cinética de los electrones, así como la de los núcleos. Además, el sistema también se verá influenciado por la energía potencial de interacción entre núcleo-núcleo, electrón-núcleo y electrón-electrón. Considerando también que la aproximación de Born Oppenheimer indica que la energía cinética de los núcleos tiene una contribución mucho menor comparada con la de los electrones es posible despreciarla obteniendo la siguiente relación para el hamiltoniano (Parr, 1980).

$$\hat{H} = \hat{T}_e + \hat{U}_{en} + \hat{U}_{ee} + \hat{U}_{nn}$$

$\hat{T}_e$  = Energía cinética del electrón.

$\hat{U}_{en}$  = Energía potencial de la interacción electrón-núcleo.

$\hat{U}_{ee}$  = Energía potencial de la interacción electrón-electrón.

$\hat{U}_{nn}$  = Energía potencial de la interacción núcleo-núcleo.

### Teoría de los Funcionales de la Densidad (DFT)

Para poder conocer la estructura de bandas electrónicas del óxido de zirconio se empleó la Teoría de los Funcionales de la Densidad (DFT por Density Functional Theory) (Parr, 1980). Esta Teoría se fundamenta en el teorema de Hohenberg-Kohn que indica que la energía es un funcional de la densidad y por otra parte en que se puede conocer la estructura electrónica de un sistema resolviendo la ecuación de auto consistente de Kohon-Sham de un electrón que interactúa con un potencial efectivo que contiene toda la información de un sistema (Görling, 1999; Parr, 1980).

$$\left[ -\frac{1}{2} \nabla^2 + V_{ef}(\vec{r}) \right] \Psi(\vec{r}) = \epsilon \Psi(\vec{r})$$

El campo de potencial efectivo depende de la densidad de la carga electrónica que contiene los siguientes terminos.

$$V_{ef}(\vec{r}) = V(\vec{r}) + \int \frac{n(\vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|} d^3\vec{r}' + V_{xc}(\vec{r})$$

$V(\vec{r})$  = contribucion de los nucleos del potencial efectivo.

$\int \frac{n(\vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|}$  = contribucion clasica de Coulomb al potencial.

$V_{xc}(\vec{r})$  = contribución de la energía de intercambio y correlación.

### Primera zona de Brillouin para una FCC.

La primera zona de Brillouin es el volumen de menor tamaño en el que podemos encontrar la representación de nuestra celda primitiva al reproducir este volumen se generaría toda la red. Por otra parte, la descripción de cómo se propagan las ondas a través de nuestra red se determina considerando los puntos de alta simetría podemos para el caso de una red FCC son los siguientes. En la Figura 1 se muestra la primera zona de Brillouin para una red FCC.

Notación.	Primitivas.
$\Gamma$	(0,0,0)
X	(1/2,1/2,0)
L	(1/2,1/2,1/2)
W	(3/4,1/2,1/4)
$\Delta$	(1/4,1/4,0)
K	(1/4,1/4,1/2)

Tabla 1. Notación de puntos de alta simetría de la primera zona de Brillouin en una red FCC.

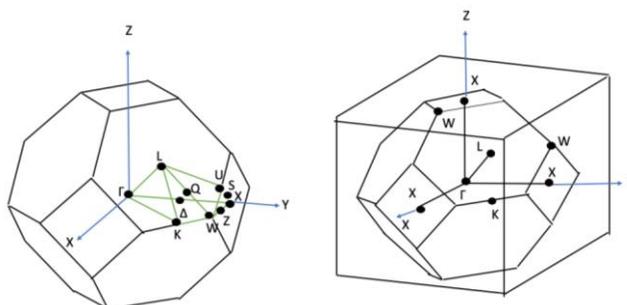


Figura 1. Muestra de la ubicación de los puntos primitivos de alta simetría en una FCC.

*Modelo del cristal perfecto de  $ZrO_2$  y parámetros de cálculo.*

La fase estable FCC de  $ZrO_2$  tiene una estructura en donde cada ion Zr esta coordinado con ocho iones de oxígeno equidistantes y a su vez, cada ion oxígeno esta coordinado tetraédicamente con cuatro iones de zirconio, los iones de zirconio forman la estructura cubica fcc y los iones de oxígeno forman una subred cubica simple (PALACIOS, 2009).

Para comprobar que las coordenadas que establecimos en nuestros átomos corresponden a los de la estructura de  $ZrO_2$  cúbica, se realizó un modelo mediante un sistema de 22 átomos el cual fue representado en el programa Jmol (Hanson & others, 2008; Willighagen & Howard, 2007).

La constante de red de la celda de  $ZrO_2$ , de acuerdo con la base de datos Materials Project (ICSD ID 291453) tiene un valor teórico de 5.14997 Å, ese valor es aproximado al valor considerado experimentalmente de 5.135 Å, pero debemos tomar en cuenta que este valor depende de la temperatura y del grado de estabilización (Ploc, 1981). Los átomos empleados en el modelo y sus respectivas coordenadas se muestran a continuación:

Zr	0.00000	0.00000	0.00000	Zr	5.14997	5.14997	5.14997
Zr	0.00000	2.57498	2.57498	Zr	0.00000	5.14997	5.14997
Zr	5.14997	2.57498	2.57498	Zr	5.14997	0.00000	5.14997
Zr	2.57498	0.00000	2.57498	O	1.28749	3.86247	3.86247
Zr	2.57498	5.14997	2.57498	O	1.28749	1.28749	3.86247
Zr	2.57498	2.57498	0.00000	O	1.28749	1.28749	1.28749
Zr	2.57498	2.57498	5.14997	O	1.28749	3.86247	1.28749
Zr	0.00000	0.00000	5.14997	O	3.86247	3.86247	1.28749
Zr	0.00000	5.14997	0.00000	O	3.86247	1.28749	1.28749
Zr	5.14997	0.00000	0.00000	O	3.86247	1.28749	3.86247
Zr	5.14997	5.14997	0.00000	O	3.86247	3.86247	3.86247

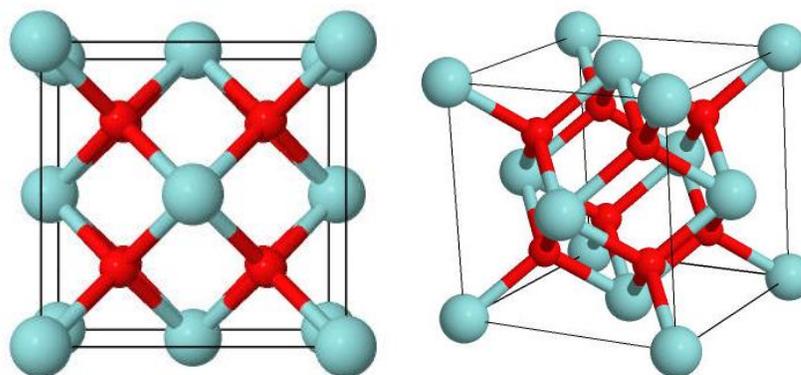


Figura 2. Representación de la celda cúbica del  $ZrO_2$ , se muestran dos diferentes vistas de la misma estructura.

Con el modelo descrito en la Figura 2 y haciendo las consideraciones necesarias con respecto a la simetría del sistema, se realizaron los cálculos para la optimización de la estructura y de las bandas electrónicas mediante la DFT con su implementación en el código SIESTA (Spanish Initiative for Electronic Simulations with Thousands of Atoms) (Soler et al., 2002), utilizando los funcionales PBE, PW91 y AM05 los cuales se basan en la Aproximación del Gradiente Generalizado (Generalized Gradient Approximation GGA) (Stampfl & de Walle, 1999). La intención es la de comparar los resultados obtenidos con los valores experimentales y comprobar que metodología nos permite describir de mejor manera al material. Las funciones base utilizadas son doble zeta más polarización DZP. También se utilizaron pseudopotenciales conservadores de la norma con una energía de corte de 150 Ry representando de manera eficiente al conjunto de ondas planas. En el caso de los cálculos realizados, las estructuras fueron relajadas a la mínima energía con el método de gradiente conjugado hasta que el valor máximo de la fuerza fue menor que 0.01 eV/Å, para lo cual fue necesario optimizar la estructura en más de una ocasión

### Resumen de resultados.

Comenzamos por la relajación de la estructura al estado de mínima energía, esto se consiguió al variar el parámetro de red y realizar los cálculos de la energía del sistema mediante la metodología descrita previamente. Los valores obtenidos mediante esos cálculos se muestran en la Figura 3 (representados por los puntos), además, los valores fueron ajustados con la ecuación de estado de Murnaghan (líneas continuas) (del Castillo Hernández & others, 2019; Guillermet, 1995).

$$E(V) = E_0 + \frac{B_0 V}{B'_0} [B'_0 (1 - \frac{V_0}{V}) + (\frac{V_0}{V})^{B'_0} - 1]$$

En la ecuación  $E_0$ , es la energía final del sistema,  $B_0$  y  $B'_0$  son el módulo de compresibilidad y su primera derivada, por último,  $V_0$  es el volumen en equilibrio.

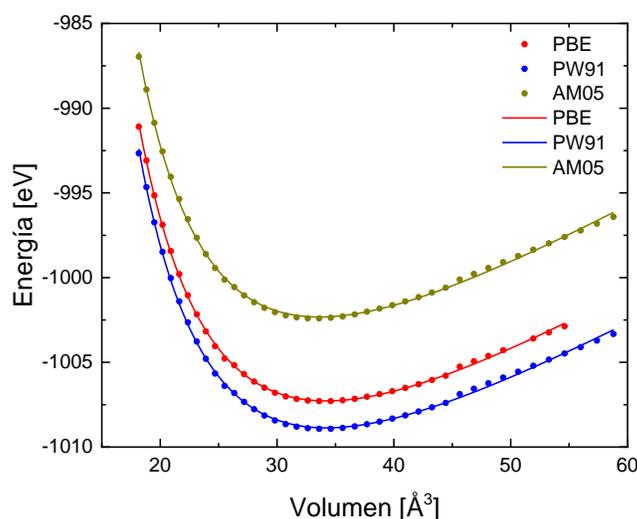


Figura 3. Grafica de la energía total del sistema con respecto a la variación del volumen de la celda de ZrO2

Al obtener el valor del parámetro de red encontramos que con el uso del funcional PBE el resultado fue de 5.154 Å, mientras que para los funcionales PW91 y AM05 los resultados fueron 5.153 Å y 5.122 Å, respectivamente. De esta manera confirmamos que los tres funcionales considerados en este estudio se pueden aproximar en cierta medida al valor del parámetro de red experimental de 5.135 Å de acuerdo con (Ploc, 1981)

### Banda de energía de ZrO2.

Considerando los parámetros de red optimizados de la sección anterior se realizaron los cálculos de la estructura de bandas electrónicas, los resultados obtenidos se muestran en la Figura 4. Como se puede observar, en

todos los casos se puede reproducir el comportamiento de la brecha indirecta sin embargo de acuerdo con lo que se sabe de DFT la energía de la banda prohibida siempre es subestimada. En este trabajo, utilizando PBE la energía es de 3.0571 eV, con PW92 de 2.9749 eV y con AM05 es de 2.894 eV, en todos los casos observamos que hay una discrepancia muy grande con el valor experimental de 5.8 eV.

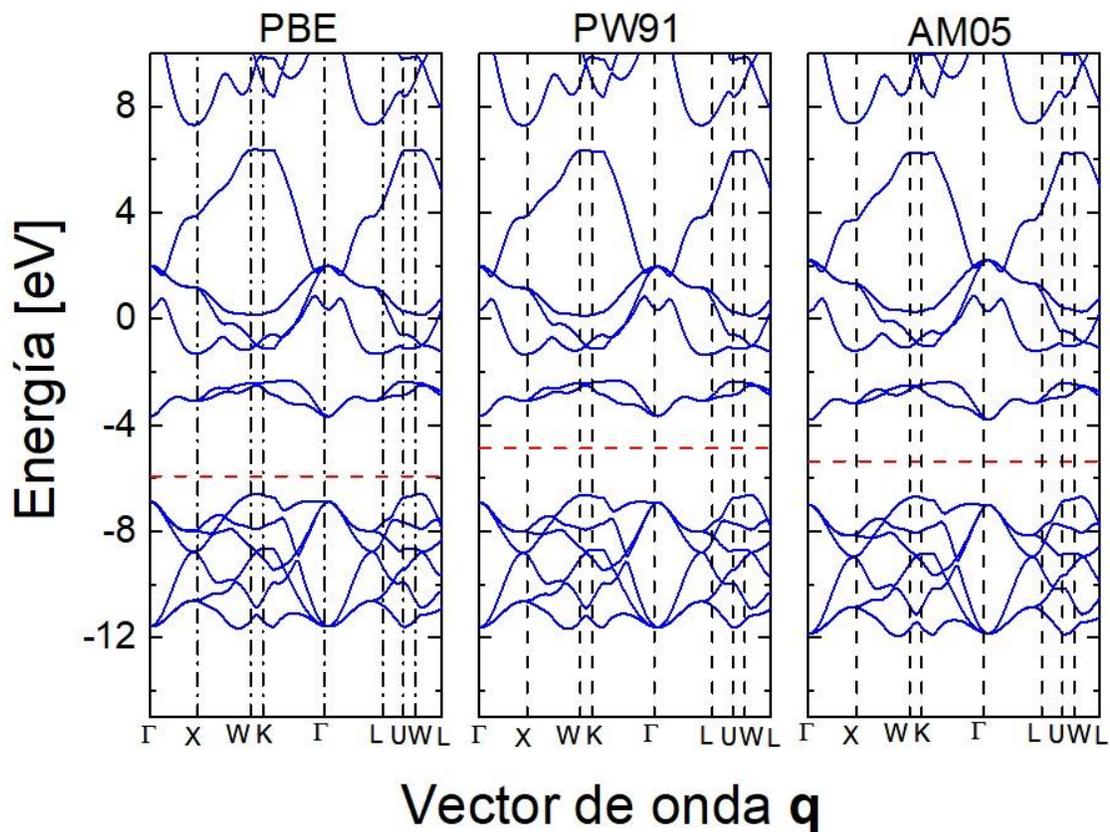


Figura 4. Estructura de bandas electrónicas de  $ZrO_2$  en una red cubica. La línea punteada roja representa el nivel de Fermi

### Comentarios Finales

#### Conclusiones

En este trabajo se obtuvo la estructura de bandas para  $ZrO_2$  utilizando la Teoría de los Funcionales de la Densidad implementada en el código SIESTA. Se utilizaron tres diferentes funcionales para representar a la energía de intercambio y correlación PBE, PW91 y AM05 todos ellos basados en la Aproximación de Gradiente Generalizado. La energía final del sistema con la variación del parámetro de red fue comparada con la ecuación de estado de Murnaghan en donde se observa que los valores obtenidos son muy parecidos al valor experimental. Finalmente, al realizar el cálculo de las bandas electrónicas podemos confirmar que las tres metodologías describen en buena medida a la estructura de bandas indirecta característica del material, sin embargo, debido a la metodología utilizada el valor de esta energía es muy diferente al reportado experimentalmente.

#### Referencias bibliográficas

- Bruni, Y. L., Garrido, L. B., & Aglietti, E. F. (n.d.). *EFFECTO DE LA ADICIÓN DE CEMENTO ALUMINOSO EN LAS CARACTERÍSTICAS TEXTURALES DE CERÁMICOS DE  $ZrO_2$* .  
 del Castillo Hernández, Y., & others. (2019). *Estudio mecano-cuántico mediante primeros principios: propiedades estructurales y elásticas de la calcopirita  $AgGaTe_2$* .  
 Görling, A. (1999). Density-functional theory beyond the Hohenberg-Kohn theorem. *Physical Review A*, 59(5), 3359.

- Guillermet, A. F. (1995). Thermodynamic properties of the generalized Murnaghan equation of state of solids. *International Journal of Thermophysics*, 16(4), 1009–1026.
- Hanson, R. M., & others. (2008). Jmol: an open-source Java viewer for chemical structures in 3D. URL: [Www. Jmol. Sourceforogenet. Net.--2008](http://www.jmol.org).
- Jasso, M. E. C. (2004). Estructura de bandas del Si y del SiO<sub>2</sub>. *Queretaro: TESIS DE MAESTRIA*.
- Lambertini, A. R. (2014). *Materiales cerámicos porosos de base silicato para uso como aislantes térmicos*. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ingeniería. Argentina.
- López, J. J. C., Narváez, J. L., & Páez, J. E. R. (2009). Síntesis de ZrO<sub>2</sub> nanométrico utilizando precipitación controlada. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 47, 20–28.
- Ojeda, M. M., Martínez, A. N. P., Tapia, V. M. R., Figueroa, J. L. C., Mowbray, D. J., & Ordoñez, C. V. (2019). Density functional theory calculations of the radial breathing mode in graphene quantum dots. *Journal of Nanophotonics*, 13(4), 46011.
- PALACIOS, D. R. O. (2009). *MAESTRIA EN CIENCIA DE MATERIALES*. CENTRO DE INVESTIGACION EN MATERIALES AVANZADOS.
- Parr, R. G. (1980). Density functional theory of atoms and molecules. In *Horizons of quantum chemistry* (pp. 5–15). Springer.
- Ploc, R. A. (1981). The lattice parameter of cubic ZrO<sub>2</sub> formed on zirconium. *Journal of Nuclear Materials*, 99(1), 124–128.
- Soler, J. M., Artacho, E., Gale, J. D., García, A., Junquera, J., Ordejón, P., & Sánchez-Portal, D. (2002). The SIESTA method for ab initio order-N materials simulation. *Journal of Physics: Condensed Matter*, 14(11), 2745.
- Stampfl, C., & de Walle, C. G. (1999). Density-functional calculations for III-V nitrides using the local-density approximation and the generalized gradient approximation. *Physical Review B*, 59(8), 5521.
- Willighagen, E., & Howard, M. (2007). Fast and scriptable molecular graphics in web browsers without Java3D. *Nature Precedings*,

# Replanteamiento de la enseñanza-aprendizaje a través del uso de plataformas y herramientas digitales a distancia en la educación terciaria

Dra. Erika Patricia Carrizales Ruiz<sup>1</sup>, M.Ed. Evaristo Alférez Rodríguez<sup>2</sup>, M.C. Genaro Demuner Molina<sup>3</sup>, M.Ed. Sandra M. Carrizales Ruiz<sup>4</sup>

**Resumen**— El presente documento tuvo como finalidad conocer a través de un taller de elaboración didáctico digital para maestros de la Universidad Autónoma de Coahuila, la utilidad de los temas expuestos, la información recibida y la disponibilidad para seguirse capacitando en la enseñanza-aprendizaje a través del uso de plataformas y herramientas digitales a distancia. Al término del taller impartido se proporcionó un formulario a 159 docentes de varias regiones del estado. Los resultados arrojaron que al 90% de los maestros les resultaron muy útiles los contenidos del taller y que fue muy informativo, los resultados de la probabilidad de seguir tomando talleres relacionados con prácticas docentes y el uso de tecnologías fue del 95%, mientras que el 5% reportó que es ligeramente probable. Finalmente, el uso de la tecnología no es lo más importante de un curso en línea si no llevar a cabo el proceso de enseñanza- aprendizaje a través de prácticas efectivas que promuevan la interacción entre sus miembros. Sin embargo, la transición docente hacia la inclusión de las tecnologías y la capacitación en recursos digitales es una necesidad urgente en el contexto educativo actual.

**Palabras clave**— material didáctico, plataformas, herramientas digitales, educación remota de emergencia, educación en línea

## Introducción

Independientemente de que el COVID-19 obligó al sistema educativo global a impartir la enseñanza a distancia, nos ha obligado a reconsiderar la manera de impartir clases y de aprender, y la educación superior no es la excepción. Si bien en muchos países y especialmente en las instituciones educativas privadas de todos los niveles esta forma de enseñanza-aprendizaje ya era parte de sus actividades educativas, en nuestro país, en las instituciones públicas, la educación a distancia es algo reciente y en muchas de ellas algo totalmente nuevo. Por lo que aún en la situación de emergencia que actualmente vivimos, se busca propiciar un ambiente de aprendizaje con un enfoque digital que se apoye en el uso de tecnologías. Según el informe del documento “Nuevas escuelas de pensamiento: modelos innovadores para impartir educación superior” realizado por la Unidad de Inteligencia Economista (EIU) organismo que se dedica a la investigación basada en evidencia, evalúa y pronostica continuamente políticas, condiciones económicas y comerciales en más de 200 países, hizo una extensa revisión de la literatura y un amplio programa de entrevistas llevados a cabo entre agosto y diciembre de 2019 el cual ha sido encargado por la Fundación Qatar, dicho documento destaca tres momentos en la educación superior: los objetivos en la evolución de la educación superior, desafíos que enfrenta la educación superior y modelos innovadores de educación superior. Es importante mencionar que la educación en línea es diferente de la educación remota de emergencia ya que este tipo de educación tiene el objetivo de proporcionar enseñanza durante la crisis y se espera regresar a la forma de enseñanza previa, sin embargo, la educación en línea requiere un enfoque pedagógico que considere la planeación, diseño y desarrollo de un curso y no solamente subir contenidos a un repositorio.

Algunas de las practicas docentes nuevas para muchos de nosotros son trasladar nuestras sesiones presenciales a sesiones virtuales y adaptar nuestros cursos a un formato en línea, dar acceso a nuestros materiales didácticos por medio de un repositorio o plataforma, considerando las facilidades tecnológicas con las que cuentan los estudiantes y apoyarnos en sus habilidades para la explicación de temas, uso de recursos digitales, realización de proyectos, organización de actividades y acceso a una infinidad de información y recursos que faciliten el aprendizaje. Otra consideración importante para la educación en línea es proporcionar una retroalimentación pertinente, oportuna y personalizada que corrija errores, resuma, ejemplifique y responda preguntas o inquietudes. La Universidad Autónoma de Coahuila en concordancia con su Modelo Educativo aún en la situación de emergencia que actualmente vivimos, busca propiciar un ambiente de aprendizaje que proporcione a estudiantes y profesores las herramientas tecnológicas necesarias que faciliten la adquisición de aprendizajes significativos. Por esta razón el presente documento tuvo como finalidad conocer a través de un taller de elaboración didáctico digital con el uso de Teams con una duración de 10 horas, para maestros de la universidad, la utilidad de los temas expuestos, la información recibida y la disponibilidad para seguirse capacitando en la enseñanza-aprendizaje a través del uso de plataformas y herramientas digitales a distancia.

### *Justificación*

El surgimiento de plataformas e-learning, herramientas digitales y el uso de nuevas tecnologías en el ámbito global, pero sobre todo la situación de emergencia que a muchos docentes obligó a llevar sus clases a un espacio virtual, crearon la necesidad de trasladar lo real a lo virtual, en muchos de los casos sin una metodología. En el 2003 surge una metodología de trabajo en línea que promueve la importancia de la tecnología en la enseñanza y que facilite su difusión con calidad académica. La metodología PACIE es un acrónimo de los procesos secuenciales en los que se apoya esta metodología (Presencia, Alcance, Capacitación, Interacción y E-learning), creada por el Ing. Pedro Camacho Fundación para la Actualización Tecnológica de Latinoamérica (FATLA), cuyo objetivo es facilitar la transición de espacios presenciales de las instituciones a espacios virtuales y servir de guía para los docentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje con el uso e implementación de los recursos didácticos (Camacho, 2009). Algunas de las características distintivas de esta metodología según su creador, son: La motivación y el acompañamiento, calidad y calidez humana versus la cantidad y la frialdad, la comunicación y presentación de la información para la construcción de aprendizajes mediante la interacción e intercambio de experiencias educativas.

En la 48 conferencia internacional de Educación, la UNESCO (2008) recomienda que los docentes deben pasar por procesos permanentes de perfeccionamiento profesional y desarrollo de competencias básicas y/o especializadas cuando se accede a un equipo multidisciplinario. En este mismo orden de ideas, los docentes son el recurso más costoso y poderoso del sistema educativo ya que entre sus retos se encuentra el de responder a una gran diversidad de necesidades educativas. La reorientación de las funciones docentes apunta hacia competencias relacionadas con actitudes de inclusión, motivación y formación continua, habilidades pedagógicas que muestren su dominio del proceso de enseñanza-aprendizaje, uso de recursos tecnológicos, prácticas de evaluación y autoevaluación que lo lleven a desempeñar su rol hacia el aseguramiento de la calidad docente. Esta revolución tecnológica ha provocado una explosión literaria de opciones innovadoras de evaluación educativa, como uno de los retos de la educación superior a distancia, los docentes están obligados a mantenerse al día en conocimientos sobre inteligencia artificial, big data, analítica del aprendizaje, procesamiento natural de lenguaje, aprendizaje de máquinas, realidad virtual y aumentada, háptica, conocida como comunicación cinestésica, que proporciona una forma de recrear el sentido del tacto mediante la aplicación de una serie de fuerzas, vibraciones y movimientos a la persona y se puede usar con otros mecanismos sensoriales para ofrecer al usuario una experiencia más realista. Según Díaz y Hernández (2000), “la evaluación del proceso de aprendizaje y enseñanza es una tarea necesaria, en tanto que aporta al profesor un mecanismo de autocontrol que la regula y le permite conocer las causas de los problemas u obstáculos que se suscitan y la perturban”. Siendo la evaluación un proceso dinámico, continuo y sistemático corresponde al docente saber y dar a conocer los procedimientos e instrumentos que se utilizarán para llevarla a cabo. Aun cuando la educación a distancia representa un reto para cualquier docente que tiene la mayor parte de su experiencia basada en la enseñanza a través de un modelo presencial, se han llevado a cabo iniciativas que fortalezcan la evaluación a distancia para fortalecer el replanteamiento en mención, prueba de ello es el documento elaborado por la Coordinación de Desarrollo Educativo e Innovación Curricular de la UNAM (2020) que sugiere recursos que orientan procesos de evaluación en línea de los momentos del aprendizaje.

### **Descripción del Método**

#### *Reseña de las dificultades de la búsqueda*

Este estudio se llevó a cabo de una manera documental ya que su finalidad fue la de guiar hacia un replanteamiento de la enseñanza-aprendizaje a través del uso de plataformas y herramientas digitales a distancia en la educación terciaria, lo anterior a través de un taller de elaboración didáctico digital con el uso de Teams con una duración de 10 horas, para maestros de la Universidad Autónoma de Coahuila, la utilidad de los temas expuestos, la información recibida y la disponibilidad para seguirse capacitando en la enseñanza-aprendizaje a través del uso de plataformas y herramientas digitales a distancia. Al término del taller impartido se proporcionó un formulario a 159 docentes de las regiones del estado Torreón, Piedras Negras, Monclova y Saltillo. Entre algunas de las preguntas se incluyen las que pretenden conocer cuál es la utilidad que los docentes piensan que tiene un taller que les ayude a elaborar material didáctico digital para impartir sus clases, si fue suficiente la información recibida y si tienen la disponibilidad para seguirse preparando y estudiando cursos en el uso de plataformas y herramientas digitales a distancia para impartir sus clases.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

En la Gráfica 1 los resultados arrojaron que al 62% de los maestros les resultaron extremadamente útiles los contenidos del taller, al 28% muy útiles, el 7% reportó que le eran un poco útiles, mientras que al 6% le resultaron de poca utilidad.

#### ¿QUE TAN ÚTILES FUERON LOS TEMAS DEL TALLER?

[Más detalles](#)

● EXTREMADAMENTE ÚTILES	45
● MUY ÚTILES	99
● UN POCO ÚTILES	11
● LIGERAMENTE ÚTILES	4
● NADA ÚTILES	0



Gráfica 1. Utilidad de los Temas del Taller

En la Gráfica 2 se reflejan los resultados que midieron qué tan informativo fue el material utilizado durante el taller, dichos resultados indicaron que el 64% de los docentes opinó que le material fue extremadamente informativo, el 26% reportó que fue muy informativo, mientras que el 10% registró entre poco y ligeramente informativo.

#### QUE TAN INFORMATIVO FUE EL MATERIAL UTILIZADO DURANTE EL TALLER?

[Más detalles](#)

● EXTREMADAMENTE INFORM...	42
● MUY INFORMATIVO	101
● UN POCO INFORMATIVO	12
● LIGERAMENTE INFORMATIVO	3
● NADA INFORMATIVO	1

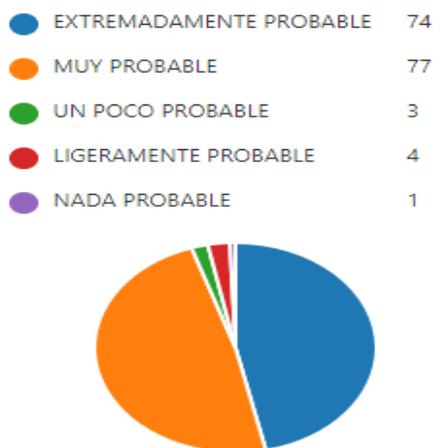


Gráfica 2. Qué tan informativo fue el material utilizado durante el taller

En lo que respecta a la Gráfica 3 se refleja la probabilidad de que el docente tome otro taller relacionado con prácticas docentes y el uso de tecnologías, donde el 47% considera que es extremadamente probable y el 48% que es muy probable, mientras que el 5% restante de los docentes opinó que es un poco o ligeramente probable que lo haga.

### ¿QUE TAN PROBABLE ES QUE TOME OTRO TALLER RELACIONADO CON PRÁCTICAS DOCENTES Y EL USO DE TECNOLOGÍAS?

[Más detalles](#)



**Gráfica 3. Probabilidad de que el docente tome otro taller relacionado con prácticas docentes y el uso de tecnologías**

Los resultados de este estudio indican que existe una gran disposición docente para seguirse capacitando en el área tecnológica que les permita mejorar sus prácticas de enseñanza a distancia, la mayoría de los profesores consideran que los temas abordados en el taller de elaboración de material didáctico digital fueron de mucha utilidad, y el material informativo fue bastante útil. Sin embargo, es importante seguir ofertando este tipo de talleres para lograr la capacitación de un mayor número de docentes.

#### *Conclusiones*

Los resultados muestran de manera muy breve que ya existe por parte de los docentes un replanteamiento de la enseñanza-aprendizaje a través del uso de plataformas y herramientas digitales a distancia en la educación terciaria, lo anterior debido a la respuesta en el instrumento de evaluación administrado al final del taller cursado. Cabe mencionar que no hay una metodología o recurso digital perfecto ya que en todo momento cada docente debe considerar las necesidades de aprendizaje, contexto educativo y los recursos disponibles de sus estudiantes, sin embargo los temas abordados en el taller y la información proporcionada son de gran utilidad para que la transición de un proceso de enseñanza-aprendizaje tradicional y presencial hacia uno virtual, les permitirá responder exitosamente a los desafíos que enfrenta la educación superior en la actualidad.

#### *Recomendaciones*

Es importante destacar que el cambio de paradigma de la enseñanza-aprendizaje a través del uso de plataformas y herramientas digitales a distancia en la educación terciaria no es una tarea exclusiva del docente, el cambio se debe dar principalmente en las universidades al actualizar sus modelos educativos y que estos faciliten la capacitación docente, los métodos, las técnicas didácticas y las estrategias para su puesta en práctica además de hacer partícipes a los estudiantes de su propio aprendizaje a través del desarrollo del pensamiento crítico para que los futuros profesionistas contribuyan a la formación de una economía y sociedad cada vez más digitales, aprovechar la tecnología para brindar una educación mejor y más inclusiva, responder a la creciente demanda y a la demografía cambiante.

## Referencias

- Camacho P. (2009). Metodología PACIE. [Documento en línea] Disponible: [http://vgcorp.net/pedro/?page\\_id=20](http://vgcorp.net/pedro/?page_id=20) [Consulta: 2020 Agosto 01].
- Díaz Barriga, F., y Hernández Rojas, G. (2000). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. McGraw-Hill (Serie Docente del siglo XXI). México.
- UNAM. (2020). *Evaluación del y para el aprendizaje a distancia: Recomendaciones para docentes de educación media superior y superior*. Coordinación de Desarrollo Educativo e Innovación Curricular. México.
- UNESCO. (2008). *La educación inclusiva: El camino hacia el futuro*. 48ª Reunión de la CIE. 22 p. Ginebra Suiza.

## Notas Biográficas

La **Dra. Erika Patricia Carrizales Ruiz** es profesora investigadora de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y Docente de Inglés en la Universidad Autónoma de Coahuila. Obtuvo su doctorado en la Nova Southeastern University de Miami, Florida y una especialización en la enseñanza aprendizaje del inglés en la Universidad Pedagógica Nacional, Campus Ajusco. Colaboró en el libro digital *Proyectos de Desarrollo UAAAN 2018-2009*, ha colaborado en la corrección de artículos en inglés de la Revista Agraria desde el 2013, participó en publicación de Academia Journals, Celaya 2014, Chetumal, Cd. Juárez, Tuxpan, Morelia, Puebla, Hidalgo y Oaxaca. Colaboró en mesas de trabajo de especialistas para el Catálogo de Buenas Prácticas Docentes de Anuiés, 2016 y ha publicado Buenas Prácticas Docentes de 2016 al 2019.

El **M.Ed. Evaristo Alférez Rodríguez** es profesor investigador de la Universidad Autónoma de Coahuila. Su desempeño como gestor de proyectos relacionados con el programa de inglés lo han llevado a interesarse en la transferencia de la formación docente como principal línea de investigación. Actualmente es estudiante de Doctorado, docente de la Facultad de Sistemas de la UA de C y funcionario administrativo en el departamento de Control Escolar. Ha participado en publicaciones de Academia Journals, Chetumal, Cd. Juárez, Tuxpan, Morelia, Puebla, Hidalgo y Oaxaca.

El **M. C. Genaro Demuner Molina**, es profesor investigador de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en el área de Ingeniería Agrícola, mecanización y agricultura de precisión. Obtuvo su Maestría en el Área de Posgrado de la UAAAN. Imparte cátedra en materias de ingeniería a alumnos de la UAAAN. Ha publicado en la Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas (2011-2012), Ciencia y Tecnología del Agua (2014) ambas mexicanas, en la Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias de la Habana Cuba (2013) y un capítulo de libro publicado en Bogotá Colombia por la Asociación Latinoamericana y del Caribe de Ingeniería Agrícola (2016). Es miembro de la Asociación Mexicana de Ingeniería Agrícola (AMIA), de la Asociación Latinoamericana y del Caribe de Ingeniería Agrícola (ALIA) y de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo (SMCS). Ha presentado sus trabajos en congresos nacionales e internacionales desde el 2011 a la fecha.

La **M.Ed. Sandra María Carrizales Ruiz**, es profesora investigadora de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en la Unidad Académica de Idiomas y en la Secretaría de Educación Pública como Docente de Inglés en Escuelas Primarias, ha colaborado en diversas publicaciones de Academia Journals.

# CONSIDERACIONES ÚTILES EN LA ADAPTACIÓN DE LOS PEQUEÑOS AGRICULTORES ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Dra. Lorena Casanova Pérez<sup>1</sup>, Dr. Emigdio de la Cruz de la Cruz<sup>2</sup>,  
M.C. Florencia García Alonso<sup>3</sup>, Ing. Alberta San Juan Martínez<sup>4</sup> y M.C. Bonifacio Ramírez Hernández<sup>5</sup>

**Resumen**—El objetivo de este estudio fue comprender cómo los agricultores en un área particular en el trópico subhúmedo mexicano conceptúan a la precipitación, así como, las ideas que tienen sobre su duración, intensidad e impacto de una manera distinta a la utilizada por el Servicio Meteorológico Nacional. Este estudio comprendió entrevistas a profundidad a pequeños productores de cuatro localidades donde se lleva a cabo agricultura de temporal. Los datos obtenidos fueron analizados temáticamente. Se concluye que la conceptualización de la precipitación, así como, las estructuras semánticas utilizadas en la comunicación de su duración, intensidad e impacto derivan de una construcción semántica particular mediada por su cultura en el nivel local, cuyo conocimiento puede ser utilizado como referencia en el diseño y la implementación de estrategias de comunicación encaminadas a la adaptación de esta actividad productiva ante el cambio climático.

**Palabras clave**— agricultura; conceptualización; estrategias; comunicación.

## Introducción

En México, la comunicación sobre los principales fenómenos meteorológicos la realiza el Servicio Meteorológico Nacional (SMN). La información que esta institución difunde a través de los medios masivos ha sido presentada con una semántica distinta a la usada por las personas de localidades eminentemente agrícolas ya que en mucho involucra conceptos de carácter científico difícil de comprender y que impiden la transposición de las ideas del discurso científico al no científico, impidiendo que lo expresado por el investigador, lo informado por los medios de comunicación y lo observado y conceptualizado por el agricultor no coincidan (Rosas y Barrios, 2017). Con base en este contexto, el objetivo de este estudio fue comprender cómo los agricultores de parte del trópico subhúmedo mexicano conceptúan un fenómeno meteorológico en particular: la precipitación, así como, las ideas que tienen sobre su duración, intensidad e impacto.

En consecuencia, es fundamental comprender los contextos locales de comunicación para establecer estrategias para la adaptación de la agricultura en fenómenos como la precipitación en un contexto de cambio climático (Granados *et al.*, 2014). Un tema de investigación que resulta más complejo y necesario de lo que podría suponerse, cuya incompreensión constituye un límite para enfrentar al cambio climático. En este sentido, los conocimientos de cómo los productores de sociedades agrícolas comunican sobre los fenómenos meteorológicos singulares, sus alcances y limitaciones implican una oportunidad para enfrentar los efectos potenciales e inesperados del cambio climático, particularmente, en el mediano y largo plazo.

## Descripción del Método

### *Entrevistas a profundidad*

Se realizaron 25 entrevistas a profundidad; la identificación de los participantes en las entrevistas a profundidad se hizo con base en una muestra intencionada usando la técnica “bola de nieve”. Las entrevistas fueron fundamentales para reconstruir la percepción y conceptualización de los fenómenos meteorológicos desde los protagonistas dando como resultado una información histórica para comprender desde la individualidad lo sucedido en nivel local (Lara y Antúnez, 2014). El número de entrevistados se determinó a partir del punto de saturación,

---

<sup>1</sup> La Dra. Lorena Casanova Pérez es profesora investigadora en la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense, Huejutla, Hidalgo. [lorena.casanova@uthh.edu.mx](mailto:lorena.casanova@uthh.edu.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> El Dr. Emigdio de la Cruz de la Cruz es profesor investigador de la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense, Huejutla, Hidalgo. [emigdio.delacruz@uthh.edu.mx](mailto:emigdio.delacruz@uthh.edu.mx)

<sup>3</sup> La M.C. Florencia García Alonso, es profesora investigadora en la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense, Huejutla, Hidalgo. [florencia.garcia@uthh.edu.mx](mailto:florencia.garcia@uthh.edu.mx)

<sup>4</sup> La Ing. Alberta San Juan Martínez, es profesora de asignatura en la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense, Huejutla, Hidalgo. [alberta.sanjuan@uthh.edu.mx](mailto:alberta.sanjuan@uthh.edu.mx)

<sup>5</sup> El M.C. Bonifacio Ramírez Hernández es profesora investigador en la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense, Huejutla, Hidalgo. [bonifacio.ramirez@uthh.edu.mx](mailto:bonifacio.ramirez@uthh.edu.mx)

momento en el cual la información obtenida comenzó a ser redundante. Se realizó el análisis temático (Baker y Edwards, 2013).

### *Encuesta*

La aplicación del cuestionario para la encuesta se realizó con base en una muestra estadística de carácter aleatorio estratificado por edad y por localidad. La muestra fue obtenida de un marco muestral elaborado con información del Registro Agrario Nacional, del Instituto Mexicano del Seguro Social (Unidad Médica Rural Xocotitla), Concesionaria de Aguas Nacionales para la Agricultura y la Ganadería Módulo de Riego La Antigua A.C. y de los presidentes de los Comisariados Ejidales (n=65).

### *Área de estudio*

En el área de estudio se localiza en la planicie costera central de Veracruz y la conformaron las localidades de El Limón, Angostillo, Xocotitla y Rancho Nuevo pertenecientes al municipio de Paso de Ovejas (19°35′-19°22′ N y 96°19′-96°35′); el clima predominante es Aw° (w), cálido subhúmedo con una precipitación entre los 1200 y 1000 mm anuales (INEGI, 2010). Veracruz es un estado afectado por el déficit de lluvias durante la fase de El Niño y aunque la situación mejora en los veranos de la fase La Niña, la lluvia se presenta por debajo de lo normal, particularmente en el centro del Estado (Torres et al., 2010). En condiciones fuertes de El Niño, es probable que en todo Veracruz se presenten inviernos muy fríos y lluvias torrenciales y veranos secos y calientes. En cuanto a su periodicidad, Magaña, Pérez y Conde (2009) mencionan que la presencia de El Niño comprende periodos irregulares que fluctúan entre dos y siete años.

Se estima que para el 2050 se esperan cambios en la precipitación y la temperatura para el centro de Veracruz. En un escenario de sensibilidad media se prevé la disminución de la precipitación entre un 6 y 8%, mientras que la temperatura aumentaría de 1.9 a 2.0 ° C. Mientras que en un escenario de sensibilidad alta se anuncia una disminución de 10 a 14% en la precipitación y un aumento de temperatura de 2.7 a 2.8 ° C para esta región del Estado. De ese modo, los cambios asociados al cambio climático y su relación con fenómenos como El Niño en la región donde se ubica el área de estudio muestran una tendencia a la existencia de precipitación menor y temperatura mayor (Miranda-Alonso, 2012).

### *Resultados*

#### *a) Lluvias asociadas a los temporales*

El 100% de los productores encuestados tuvo noción de ellos, pero solo el 64% tuvo una idea aproximada. Los temporales fueron identificados como periodos de lluvia que se presentaban durante los meses de junio, julio y septiembre. Los productores mencionaron que aproximadamente dos décadas atrás, los temporales duraban en promedio 10 días y sucedían durante noches y días seguidos, lo que resultaba contraproducente porque “no dejaban trabajar”. Ahora éstos duran en promedio dos días, Martina Vela Contreras de 83 años, ejidataria de Angostillo mencionó que: “rara vez llueve en el día, el agua ya no se encharca como antes y los días nublados también son raros.”

Los temporales fueron identificados como periodos de lluvia que se presentaban durante los meses de junio, julio y septiembre. Los productores mencionaron que aproximadamente dos décadas atrás, los temporales duraban en promedio 10 días y sucedían durante noches y días seguidos, lo que resultaba contraproducente porque “no dejaban trabajar”. Ahora éstos duran en promedio dos días, Martina Vela Contreras de 83 años, ejidataria de Angostillo mencionó que: “rara vez llueve en el día, el agua ya no se encharca como antes y los días nublados también son raros.” Asimismo, los entrevistados también refieren que ahora los temporales son más breves, pero con lluvias más intensas que ellos denominan “torrenciales” o “aguacerones”, es decir, lluvia más intensa que puede provocar arrastres del suelo y pérdida del cultivo de maíz. Así como, la ausencia de lluvia “relativa”, “pausada” o “penetrante” y la predominancia de lluvia “manchoneada”, que en la semántica científica podría ser análoga al concepto de lluvias aisladas.

Asimismo, los entrevistados también refieren que ahora los temporales son más breves, pero con lluvias más intensas que ellos denominan “torrenciales” o “aguacerones”, es decir, lluvia más intensa que puede provocar arrastres del suelo y pérdida del cultivo de maíz. Así como, la ausencia de lluvia “relativa”, “pausada” o “penetrante” y la predominancia de lluvia “manchoneada”, que en la semántica científica podría ser análoga al concepto de lluvias aisladas. Estos hallazgos resultan valiosos, sobre todo, en un área influenciada por los efectos de El Niño exacerbado por el cambio climático (Miranda-Alonso, 2012).

b) *Lloviznas asociadas a los vendavales*

Las lloviznas en el área de estudio son una fuente de humedad fundamental para la actividad agrícola y la obtención de pastura para el ganado. En este sentido, los productores reconocieron la existencia hasta hace una década de tres tipos de lloviznas importantes como fuente de humedad en su quehacer agrícola, las cuales sucedían en varias épocas del año.

Los entrevistados mencionaron la presencia de lloviznas asociadas a los vendavales que suceden en días previos al periodo denominado Días de Muertos o Todos Santos. Los productores de edad mayor fueron quienes comunicaron más sobre este fenómeno consistente en periodos en los cuales se presentan vientos frescos o fríos asociados a lloviznas, las cuales pueden llegar a ser intensas, denominadas por los entrevistados como “lloviznales”. Aunque este fenómeno no se encontró dentro del glosario del SMN, si es un tema de comunicación abordado por periódicos locales que lo definen como vientos frescos que se presentan en los últimos o primeros días de octubre o noviembre, incluso hasta en diciembre

A las lloviznas que sucedían durante los vendavales también se les conoce como “lloviznas frijoleras”, su desaparición durante los meses de septiembre y octubre, y las altas temperaturas que se han presentado en los últimos años en el área de estudio han complicado la producción de esta leguminosa, incluso para fines de autoconsumo, ya que al ser un cultivo C3 es altamente sensible al aumento de la temperatura y a la reducción de la humedad (Sangerman-Jarquín, Acosta-Gallegos, Switenstesus, Damián-Huerta y Larqué-Saavedra, 2010). Ahora, según los productores solo existen lloviznas denominadas “pelo o pelillo de gato” o “brisitas” que son lloviznas mínimas que suceden de junio a septiembre.

c) *Lloviznas asociadas a los nortes:*

Los vientos del Norte que acontecen en enero están asociados a las lluvias o lloviznas invernales, cuya presencia o ausencia forma parte de lo que regionalmente se nombra cabañuelas. Las cabañuelas es una de las tradiciones populares en materia de pronóstico del tiempo y clima (Magaña, Pérez y Conde, 1999). Según Hémond y Goloubinoff (1997) las cabañuelas, en el caso de México serían las cabañuelas de invierno que suceden en el mes de enero. Estas son un pronóstico del tiempo que es parte de la meteorología popular y consiste en predecir cuál va a ser el tiempo meteorológico del año entrante. Este método es de origen europeo, pero en el caso de México también se basa en conteos mesoamericanos (Katz, 1994). En el área de estudio los días del 01 a 12 de enero, representan los meses de enero a diciembre, del día 13 al 24 de enero representan el transcurso de los meses de diciembre a enero (de manera inversa al periodo anterior), del 25 al 30, los días son presentados por medio días (1:00-12:59 horas, 13:00 - 0:59 horas) y el día 31, cada dos horas representa un día (1:00-2:59 horas, 3:00-4:59 horas, etc.).

Los nortes son señalados como los responsables del acame producido en los cultivos de maíz, sobre todo, aquellos que han sido sembradas tardíamente. La lluvia asociada a los nortes en ocasiones puede provocar la pérdida del cultivo en suelos con drenaje insuficiente (“agriamiento” del cultivo). Las afectaciones a la agricultura por este tipo de fenómeno, comunicadas por los productores del área de estudio, son similares a las que han sido mencionadas en el estado de Veracruz por Acevedo y Luna (2005) y Osorio (2015).

c) *Lloviznas asociadas a las Cabañuelas y lloviznas frijoleras*

Las lloviznas de enero asociadas a las cabañuelas ya no suceden, tal como lo menciona Pablo Reyes Castro de 59 años, Ejidatario de El Limón: “Ya no llovizna como antes, recuerdo que en enero cuando cosechaba poníamos una lona, tendrá unos ocho o 10 años que ya no lo hacemos.”

En el pasado las Cabañuelas, las cuales involucraban la presencia de vientos de componente Norte y lloviznas en los primeros días de enero que servían a los productores para establecer empíricamente sus predicciones meteorológicas. Autores como Lorente (2009) y Juárez (2017) califican a las cabañuelas como una expresión de la etnometeorología indígena. Expresión que únicamente fue señalada por el 45% de los productores entrevistados, quienes tuvieron una idea aproximada de su significado y funcionamiento, mientras que 43% y el 12%, tuvieron una idea parcial o no las identificaron, respectivamente.

## Comentarios Finales

### *Resumen de resultados*

A Para los agricultores del área de estudio, el comportamiento del aire, lluvia y temperatura y sus manifestaciones como nortes, suradas, vendavales, “seca”, temporales y lloviznas son fundamentales en su quehacer

productivo. Al respecto, ellos han conformado una semántica particular mediada por la cultura, es decir, basada en sus valores, creencias y experiencias de vida (Buys, Miller y van Megen, 2012). Desde la perspectiva teórica de Luhmann (2006), se trata de una semántica propia generada por las operaciones comunicativas entre los productores y sus familias, al tematizar socialmente los diferentes fenómenos meteorológicos estudiados.

Parafraseando a Blanco-Rivero (2011), se trata de una semántica que es regulada en su evolución por la plausibilidad, así como también, por la pérdida de realidad de sus conceptos. Ya que, si un concepto pierde asidero en la realidad, se desecha (tal como está sucediendo con fenómenos como Vendavales y Cabañuelas), mientras que los conceptos que son útiles para describir no solo lo que ha pasado, sino también lo que está sucediendo en el presente y lo que podría pasar en el futuro, adquieren mayor relevancia comunicativa como: “aguacerones”, “torrenciales”, “pelillos de gato” y lluvia “manchoneada” que reflejan los tipos de lluvia y su distribución espacial.

Estos hallazgos son valiosos y pueden ser utilizados en el área de estudio para diseñar estrategias de comunicación que por un lado, alerten sobre los cambios en las principales variables agroclimáticas /agrometeorológicas que podrían estar atribuyéndose a los impactos del cambio climático en el corto plazo, y por el otro, evidencian la necesidad de realizar acciones de adaptación en sus sistemas de producción en el mediano y largo plazo. Para lo cual puede ser útil el establecimiento de analogías entre conceptos utilizados por los meteorólogos del SMN y aquellos usados por los productores. Esto facilitaría la socialización del conocimiento y por ende la solución de problemas urgentes como los generados por los impactos en la agricultura de fenómenos meteorológicos exacerbados por el cambio climático (Trelles y Rodríguez, 2013).

Así, la comunicación de los fenómenos meteorológicos en un contexto de cambio climático en un área como en la que se realizó esta investigación va más allá de que los periodistas se especialicen en áreas temáticas o que los científicos conozcan las herramientas adecuadas para comunicar a la población. Esto involucra también la forma en que la población se comunica o tematiza sobre dichos fenómenos, cuál es la semántica que subyace a sus operaciones comunicativas y de qué manera estas palabras/ideas pueden ser un recurso potencial para una comunicación más efectiva en contextos locales. Un ejemplo valioso es la tipología de lluvias/lloviznas (precipitación) a la que aluden los agricultores entrevistados, donde cada nombre da idea del grado de intensidad, duración y distribución de estas, lo cual posibilita la comprensión de lo que está sucediendo con la precipitación y los fenómenos meteorológicos asociados a ella en un contexto de cambio climático

### *Conclusiones*

La conceptualización de fenómenos meteorológicos particulares en el área de estudio y la comprensión de sus impactos indican la existencia de una construcción social que ha generado una semántica particular en el nivel local que en algunos aspectos coincide con la semántica de carácter científico encontrada en el discurso del SMN, en otros difiere sustancialmente y en otros más, tiene el potencial para convertirse en la base de estrategias de comunicación que faciliten la apropiación social del conocimiento sobre fenómenos meteorológicos y su relación con el cambio climático, tal es el caso de los conceptos usados por los agricultores para diferenciar los grados de intensidad, duración y distribución espacial de la precipitación.

### *Recomendaciones*

El conocimiento sobre los fenómenos meteorológicos particulares por los productores del área de estudio debería tener un mayor interés para quienes toman decisiones, no solo para salvaguardar la vida de la población, sino, para generar condiciones que permitan a los productores realizar sus actividades agrícolas previendo riesgos y anticipando con ello, las acciones de adaptación proactivas pertinentes. Para lograrlo es necesario que el conocimiento generado por la meteorología precise de la colaboración de comunicadores expertos y especializados que sepan transmitir la información a una audiencia no especializada, porque la comunicación pública es parte consustancial de la ciencia, por lo que está obligada a brindar resultados en términos de apropiación social del conocimiento.

Para lograr lo anterior es necesario que instituciones como el SMN y los medios de comunicación involucren en sus estrategias de comunicación, los resultados sobre las formas en que los productores y las familias se comunican, particularmente, la semántica usada. Si la comunicación sobre el impacto productivo y social de los cambios de elementos como la precipitación en un contexto de cambio climático es comprendida por la mayoría de la población, se generará entre los productores y sus familias un grado mayor de reflexividad que les permitirá una apropiación social del conocimiento. Al hacerlo, estarían coadyuvando en el desarrollo de las capacidades adaptativas de los productores ante el cambio climático que la agricultura requiere, es decir, promoviendo la gestión del riesgo en sus agroecosistemas, particularmente, en el mediano y largo plazo.

## Referencias

- Acevedo, F. y A. Luna. "Principales fenómenos meteorológicos que afectaron al estado de Veracruz en el año 2005". En: Inundaciones en el estado de Veracruz. Xalapa, Veracruz: UV-COVECYT, 2005. Dirección de internet [http://www.uv.mx/eventos/inundaciones2005/PDF/04\\_PRINCIPALES.pdf](http://www.uv.mx/eventos/inundaciones2005/PDF/04_PRINCIPALES.pdf)
- Baker, S. E. y R. Edwards. "How many qualitative interviews is enough?" (1st ed.) England: Middlesex University-University of Southampton, 2013.
- Granados, R., Medina M. de la P. y V. Peña. "Variación y cambio climático en la vertiente del Golfo de México. Impacto en la cafeticultura". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol. 5 Num. 3, 473-485, 2014. <https://doi.org/10.29312/remexca.v5i3.951>.
- Hémond, A. y M. Goloubinoff. "El "viacrucis" del agua. Clima, calendario agrícola y religión entre los nahuas de Guerrero (México)". En: Hémond, Aline y Marina Goloubinoff (Eds). *Antropología del Clima en México*. (pp. 238-271). Quito: Abya-Yala. 1997.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). Cartografía Censo 2010. <http://www.inegi.org.mx/inegi/spc/doc/INTERNET/20-%20Manual%20cartografia%20censo%202010.pdf>.
- Juárez, A. M. "De animales, plantas y lluvia: el uso de la fauna y la flor de la meteorología indígena". *ULUA Revista de Historia, Sociedad y Cultura*, Vol. 30, 155-187, 2017. <http://ulua.uv.mx/index.php/ulua/article/viewFile/2558/4444>.
- Miranda-Alonso, S. "Variabilidad climática intertemporal en el estado de Veracruz". En: Alejandro Yáñez-Arancibia (Ed). *Cambio climático: Dimensión Ecológica y Socioeconómica*. (pp. 1-12). Madrid: Editorial Académica Española., 2012.
- Katz, E. "Meteorología popular de la mixteca: tradiciones indígenas y europeas". En: Iwanisewski S., Lebeuf A., Wiercinski A, Ziolkowski M.S. (Eds). *Tiempo y astronomía en el encuentro de dos mundos*. (pp. 105-122). Varsovia: Universidad de Varsovia., 1994.
- Lara, P. y A. Antúnez. "Historia oral como alternativa metodológica de investigaciones para las ciencias sociales". *Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales*, Vol. 20, 45-62., 2014. <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/42540/articulo2.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Lorente, D. "Nociones de etnometeorología nahua. El complejo ahuasques-granicero en la Sierra de Texcoco, México". *Revista Española de Antropología Americana*, Vol. 39 Núm. 1, 97-118, 2009. <https://revistas.ucm.es/index.php/REAA/article/view/REAA0909110097A>.
- Magaña, V., Pérez, J. L. y C. Conde. "El fenómeno de EL NIÑO y la Oscilación del Sur (ENOS) y sus impactos en México", 2009. Dirección de internet <http://ccaunam.atmosfcu.unam.mx/cambio/nino.htm>
- Rosas, M. E. y A. Barrios. "Comunicación del riesgo. Cambio climático y crisis ambientales,". *Chasqui*, Vol. 136, 2017. Dirección de internet: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6242352>.
- Sangerman-Jarquín, D. M., Acosta-Gallegos, J. A., Switnestesius, R., Damián-Huerta, M. A. y B.S. Larqué-Saavedra. "Consideraciones e importancia social en torno al cultivo de frijol en el centro de México". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1, 363-380, 2010. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342010000300007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342010000300007)
- Torres, J. A., Tejeda, A., Vázquez-Aguirre, J. L., Brunet, M., Hernández, P. y A. Ruiz. Índices de cambio climático y análisis de la variabilidad en el estado de Veracruz, México. *Clima, Ciudad y Ecosistemas*, Vol. 5, 295-304, 2010. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342014000300011](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342014000300011)
- Osorio, M. E. Estudio de la intensificación de los vientos en el puerto de Veracruz mediante modelación numérica. Tesis de Maestría en Ciencias en Ciencias de la Tierra. Universidad Nacional Autónoma de México - Centro de Ciencias Atmosféricas, México D. F. 75 p., 2015.

## Notas Biográficas

La **Dra. Lorena Casanova Pérez** es profesora de tiempo completo de la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense, Huejutla de Reyes, Hidalgo. La Dra. Casanova realizó la maestría en ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural en el Colegio de la Frontera Sur y sus estudios de doctorado en Agroecosistemas Tropicales en el Colegio de Postgraduados. Ha publicado artículos científicos en revistas JCR y Conacyt, es miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

El **Dr. Emigdio de la Cruz de la Cruz** es profesor de tiempo completo de la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense, Huejutla de Reyes, Hidalgo. El Dr. De la Cruz realizó la maestría en ciencias en Fruticultura en la Universidad Autónoma Chapingo y el Doctorado en Ciencias en Horticultura en el Colegio de Postgraduados. Actualmente realiza investigación sobre el control biológico de plagas y enfermedades en cultivos. Es miembro de la Red de Investigadores en Agricultura Sostenible del Estado de Hidalgo.

La **M. C. Florencia García Alonso** es profesora investigadora de la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense, Huejutla de Reyes, Hidalgo. La M.C. García es Licenciada en Biología por el Instituto Tecnológico de Huejutla, realizó la maestría en ciencias en Agroecosistemas Tropicales en el Colegio de Postgraduados Campus Veracruz. La M. C. García ha publicado artículos científicos en revistas Conacyt.

La **Ing. Alberta San Juan Martínez** es profesora de tiempo parcial de la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense, Huejutla de Reyes, Hidalgo. La Ing. San Juan es Ingeniera en Agrobiotecnología en la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense. Actualmente cursa la maestría en Ingeniería y Tecnología Ambiental en la Universidad Centro Panamericano de Estudios Superiores.

El **M. en C. Bonifacio Ramírez Hernández**, es profesor de tiempo parcial de la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense, Huejutla de Reyes Hidalgo. El M en C. Ramírez, realizó la Maestría en Ciencias en Economía del Desarrollo Rural, en la División de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad Autónoma Chapingo y sus estudios de Ingeniero Agrónomo con especialidad en Economía Agrícola, en la Universidad Autónoma Chapingo.

## Apéndice

### Guion de entrevista semiestructura utilizado en la investigación

1. Información personal del entrevistado (nombre, apellidos, edad, género, localidad y municipio).
2. Periodo durante el cual se presentaba la precipitación (aguaceros, lloviznas) durante la década de los 70 del siglo pasado.
3. Caracterizar cada tipo de lluvia en cuanto a duración, intensidad y distribución espacial durante los años 70 del siglo pasado.
4. Actualmente, indicar en qué periodo inicia la temporada de lluvias.
5. Caracterizar cada tipo de lluvia en cuanto a duración, intensidad y distribución espacial.
6. Indagar por qué los entrevistados llaman así a cada tipo de lluvia previamente indicado (en los años 70 versus actualmente).

# COMPARACIÓN DE LA TALLA Y PESO DE *Echinometra lucunter* (LINNAEUS, 1785) EN TRES LITORALES ROCOSOS DE VERACRUZ

Julio César Castañeda-Ortega<sup>1</sup> y Oscar Méndez<sup>2\*</sup>

**Resumen**-Se muestrearon erizos *Echinometra lucunter* en tres zonas del estado de Veracruz en abril de 2018 y abril de 2019. De cada erizo se obtuvo el diámetro y peso. Se colectaron 342 erizos: 128 en Villa Rica; 77 en La Mancha y 137 en Punta Delgada. El análisis estadístico ( $H= 6.3$ ,  $gl=2$   $p = 0.04$ ) mostró que los erizos de Villa Rica fueron más pequeños que los de la Mancha (Dunn  $p < 0.05$ ), al comparar el peso se encontraron diferencias significativas ( $H = 16.01$ ,  $gl = 2$ ,  $p < 0.001$ ) siendo los erizos de Villa Rica menos pesados que los de La Mancha (Dunn  $p < 0.05$ ), y de Punta Delgada (Dunn  $p < 0.05$ ). Se concluye que las variaciones morfométricas reportadas parecen estar relacionadas con las características (falta de alimento, temperatura y oleaje) en las distintas localidades.

**Palabras clave**-Echinometridae, ecología, erizos, morfometría, litoral rocoso.

## INTRODUCCIÓN

Los erizos del género *Echinometra* son los más comunes y abundantes de los trópicos. Por lo regular, habitan en aguas poco profundas entre la marea baja y profundidades de hasta 10 metros. La mayoría de las especies de este género se encuentran comúnmente en los primeros metros de agua, con la excepción de las especies del Caribe como *Echinometra lucunter* que habita desde la zona intermareal hasta 45 metros de profundidad en fondos rocosos con abundantes macroalgas, y en el continente americano se distribuye desde la costa sur de Estados Unidos hasta Brasil (Reyes-Lujan et al. 2015). El género *Echinometra* comprende ocho especies, con una distribución pantropical y a menudo se encuentran entre los erizos más frecuentes en los arrecifes que habitan (Bronstein y Loya, 2013). Los equinoideos juegan un papel preponderante en el balance de los océanos y de los arrecifes de coral. Son parte de las cadenas tróficas de los océanos al servir de alimento a otras especies, siendo depredados por cangrejos, peces grandes, nutrias marinas, anguilas, aves e inclusive los seres humanos (Estes et al. 2013). Se les considera herbívoros facultativos, alimentándose de una amplia variedad de algas y pastos marinos; y en condiciones de escases de recursos pueden alimentarse de detritos orgánicos (Birkeland, 1989). Esta plasticidad en la modificación de sus estrategias de forrajeo hace que en zonas donde su densidad de población es alta puedan ejercer una gran presión sobre las poblaciones vegetales, teniendo la capacidad de erradicarlas en poco tiempo (McClanahan y Muthiga, 2006). Lo que hace que influyan en la geomorfología de los arrecifes debido a su capacidad de bioerosionar el suelo produciendo grandes cantidades de sedimento fino que recubre esas zonas del piso marino (Alvarado et al. 2015). Debido a la destrucción o modificación de los litorales rocosos en los últimos años, se requiere la necesidad de generar información sobre una de las especies de erizos más comunes y abundantes en los sistemas costeros de Veracruz, contribuyendo a entender parte de su dinámica poblacional para planes de manejo futuros.

## DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Las costas del estado de Veracruz se ubican en la parte suroccidental del Golfo de México presentando una amplia gama de hábitats como lagunas costeras con vegetación conservada (humedales), zonas oceánicas, marismas, esteros, bahías y arrecifes de coral. Los sitios de muestreo (Punta Delgada, Villa Rica y La Mancha) se localizan en el lado este del estado de Veracruz (Fig. 1), con una plataforma continental muy angosta, llegando a tener 50 km de ancho y menos de 70 m de profundidad. Está compuesta por sedimentos de origen post-glacial y es un área de alta sedimentación terrígena debido a la gran cantidad de descargas de ríos, sin embargo, se pueden encontrar estructuras arrecifales delimitadas por los ríos La Antigua y Papaloapan (Cruz-Escalona, 2005). En esta región los vientos en otoño-primavera soplan hacia el este- sureste y en primavera-invierno soplan en dirección este-noroeste. Las fluctuaciones estacionales de los sistemas atmosféricos de presión con cierta variabilidad de otoño a invierno (octubre a abril), dominado por incursiones frontales localmente conocidas como “nortes” (vientos del norte).

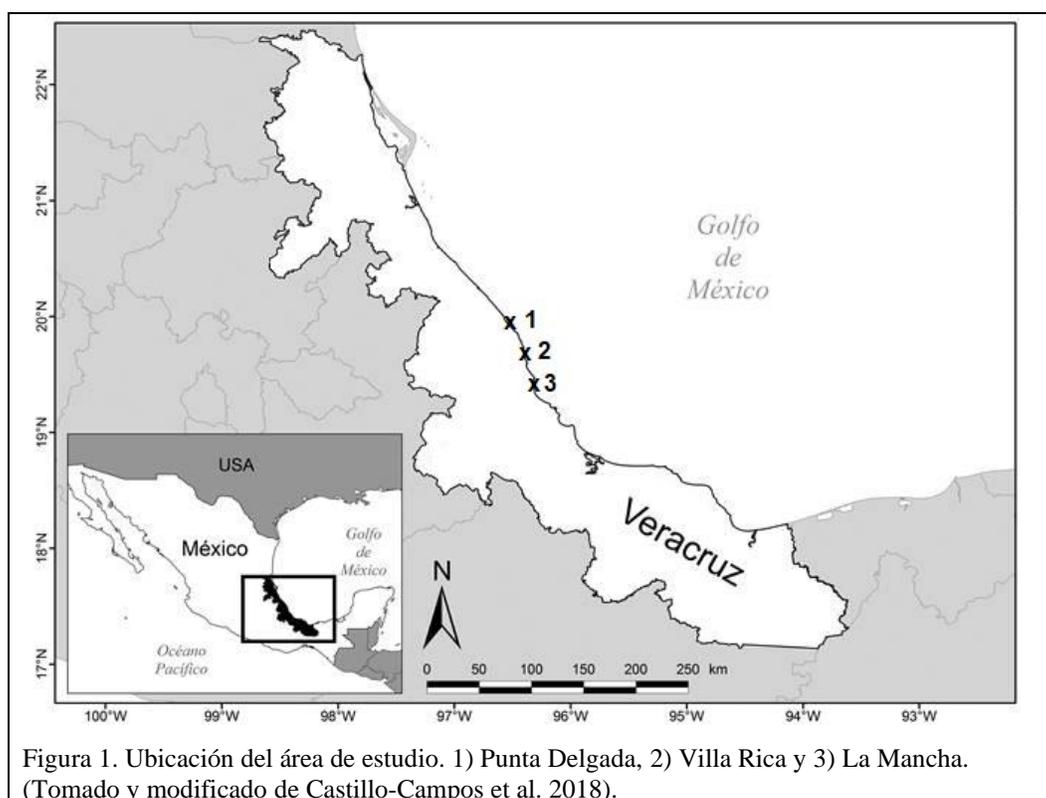
<sup>1</sup>Julio Cesar Castañeda Ortega. Facultad de Biología-Xalapa, Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán S/N Zona Universitaria. CP 91090. Xalapa, Veracruz, México. [jucastaneda@uv.mx](mailto:jucastaneda@uv.mx)

<sup>2</sup>Oscar Méndez. Laboratorio de Hidrobiología, Facultad de Biología-Xalapa, Universidad Veracruzana. Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán S/N Zona Universitaria. CP 91090. Xalapa, Veracruz, México. \*Autor de correspondencia: [omendez@uv.mx](mailto:omendez@uv.mx)

Durante la primavera y el verano, la variabilidad atmosférica está dominada por tormentas tropicales que pueden evolucionar a huracanes (junio a noviembre) (Salas-Pérez y Granados-Barba, 2008).

#### *Punta Delgada*

Pertenece al municipio de Alto Lucero, es una playa rocosa que se localiza en la llanura costera del Golfo de México ( $19^{\circ}36'19''$  N y  $96^{\circ}24'35''$  O) en la zona neotropical (Fig. 1). Presenta una estructura geomorfológica de la cordillera neovolcánica, se clasifica como Morfotectónica II, extendiéndose desde las inmediaciones de Coatzacoalcos, Ver., abarcando 300 km aproximadamente de la cordillera neovolcánica hacia el pleistoceno, en sus porciones central y sur cubre la planicie costera del sotavento (Severino-Murolas, 2009). Comprende la parte centro de la zona de Veracruz. Los sedimentos son de suelos pleistocénicos, derivados del área volcánica de los Tuxtlas o del Pico de Orizaba. Su costa es de mares marginales, por el suelo irregular, con rocas sedimentarias, como son basaltos con propiedad de albergar diferentes biotas marinos (Hernández-Rodríguez, 2010). Las corrientes superficiales presentan un intervalo de velocidad que oscila entre los 0 y 40 centímetros por segundo y otras que van de los 50 centímetros por segundo sin rebasar los 60 centímetros por segundo, se encuentran dirigidas hacia tres puntos principales, al norte, sur y noroeste, con un mínimo porcentaje hacia el este (García, 2006).



#### *Villa Rica*

La comunidad pesquera de Villa Rica ( $19^{\circ}40'45''$  N y  $96^{\circ}23'30''$  O) pertenece al municipio de Actopan, Veracruz, localizada sobre la carretera costera Cardel-Nautla, a la altura del kilómetro 40 entre los poblados de Tinajitas y el Viejón (Fig. 1). El litoral rocoso está constituido por una superficie desigual compuesta por rocas de origen volcánico en su forma de andesitas, tobas y areniscas. El clima cálido, con régimen en lluvias en verano y una relación P/T mayor de 55.3 de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada por García (2006). Presenta vientos de baja intensidad entre 2.1 y 3 metros por segundo provenientes del sur, característicos de la época de lluvias entre los meses de junio a octubre. La estación de secas comprende los meses de noviembre a mayo con invasiones de masas de aire polar, vientos de altas intensidades (>10 metros por segundo) con componentes del norte. Presenta corrientes litorales de sur a norte en los meses de marzo a septiembre y en dirección contraria de octubre a febrero, con una velocidad promedio anual de 0.17 metros por segundo. La zona está expuesta al golpe constante de las olas y oquedades donde se forman pozas y depresiones de rocas que tienen un lento pero constante recambio de agua. Es

una playa que de acuerdo a la naturaleza del sustrato presenta facies: rocosa, pedregosa, gravosa, arenosa y limosa (Ramírez, 1975).

#### *La Mancha*

La zona de la Mancha se ubica en la planicie costera que se extiende al sureste del Golfo de México, esta planicie abarca desde la punta de Villa Rica, al noreste del puerto de Veracruz hasta las estribaciones de la Sierra de San Martín. El litoral rocoso arenoso se ubica en playa Paraíso próxima a la Laguna de La Mancha se encuentra dentro de las coordenadas 19°35'48.6" N, 96°22'28.9" O. Es una playa tipo arenoso - pedregoso y rocoso-pedregoso, sujeta a emersión y sumersión constante (Fig. 1). Se identifican dos porciones, Noreste (NE) y Sureste (SE). En la porción NE se ubican las siguientes zonas: intermareal expuesta, protegida de tipo rocoso-arenoso, protegida de tipo rocoso-pedregoso y terrazas expuestas. En la porción SE están las siguientes zonas: manglar y playa arenosa con afloramientos rocosos (Vargas-Hernández y Ramírez-Rodríguez, 2006).

Para la colecta de organismos se realizaron cuatro salidas al campo, dos durante el mes de abril de 2018 a las playas de Punta Delgada y Villa Rica, y las otras dos se realizaron en La Mancha en abril de 2019. Los erizos fueron colectados en las partes rocosas a través de buceo libre, en las zonas con profundidad menor a 2 m. Para la colecta de los erizos se utilizaron guantes de carnaza y espátulas para desprender y manipular a los erizos del sustrato. Una vez despegados del sustrato, fueron colocados en una cubeta (de un volumen de 15 litros aproximadamente) con agua de mar. Posteriormente se trasladaron a la playa, en donde fueron pesados en una báscula granataria (precisión  $\pm 1$  g) y se tomaron mediciones morfométricas del diámetro y el alto de la testa en mm con ayuda de un vernier (precisión  $\pm 0.1$  cm). Los diámetros de la testa de los individuos se agruparon por ámbitos de tallas en pequeños (menores a 25 mm), medianos (26-40 mm) y grandes (mayores a 40 mm). Una vez obtenidos los datos morfométricos de cada erizo, se regresaron a su hábitat natural. A su vez, se tomó la temperatura del agua cada 30 minutos por un intervalo de tiempo de 10 horas utilizando un termómetro de mercurio con graduación 0-100 °C, obteniendo la temperatura promedio de cada localidad  $\pm$  su Desviación Estandar (DE).

Para comparar el diámetro y el peso de las tres poblaciones de erizos el análisis estadístico consistió en realizar una prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis y como prueba a posteriori se optó por la prueba de Dunn. Todos los análisis estadísticos se realizaron con la paquetería Sigmastat versión 4.0 desarrollado por Systat Software.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se midieron un total de 342 erizos, 128 en Villa Rica encontrando 6 pequeños, 59 medianos y 63 grandes, 77 en La Mancha donde se encontraron 7 pequeños, 18 medianos y 52 grandes y 137 en Punta Delgada reportando solo 1 pequeño, 43 medianos y 93 grandes (Fig. 2). En Villa Rica, los erizos presentaron un diámetro promedio de 41.74 mm ( $\pm 10.68$  mm DE) con un peso promedio de 41.38 g. ( $\pm 27$  g DE). En la localidad de La Mancha el diámetro promedio de los organismos colectados fue de 44.07 mm ( $\pm 14.17$  mm DE) y un peso promedio de 65.03 g. ( $\pm 47.32$  g DE). Para el caso de Punta Delgada el diámetro promedio de la población fue de 43.24 mm ( $\pm 6.2$  mm DE) mientras que el peso promedio fue 46.04 g. ( $\pm 16.2$  g DE).

La temperatura promedio del agua para cada una de las localidades fue: Punta Delgada 26.8 °C  $\pm 1.67$  °C DE; Villa Rica 25.5 °C  $\pm 1.58$  °C DE, mientras que La Mancha registró una temperatura promedio de 28.4 °C  $\pm 2.07$  °C DE. Al comparar el diámetro de las tres poblaciones se encontraron diferencias significativas (H= 6.3, gl =2 p = 0.04) entre La Mancha y Villa Rica (Dunn, p < 0.05) siendo los organismos de esta última los más pequeños (Fig. 3). En la comparación de pesos entre las tres poblaciones (Fig. 4), nuevamente se encontraron diferencias significativas (H = 16.01, gl =2, p < 0.001). La prueba de Dunn indicó que los individuos de Villa Rica fueron significativamente de menor peso que los La Mancha (p < 0.05) y los de Punta Delgada (p < 0.05).

Como se observa en la Fig. 2, los organismos pequeños (menores a 25 mm) son los menos abundantes, esto puede deberse a que la talla tiene un efecto directo sobre la sobrevivencia en los erizos, indicándose que los individuos más pequeños son más susceptibles a la depredación que los adultos (Hart y Chia, 1990). Los individuos pequeños aguardan refugiados durante una parte de su juventud hasta alcanzar cierta talla, posterior a la cual comienzan a moverse activamente con la finalidad de hallar alimento. La tasa de mortalidad se eleva cuando se rebasa la capacidad de carga del hábitat béntico en términos de refugio contra depredadores (Bostfort et al., 1994). Esto es, los erizos al crecer se ven forzados a abandonar sus refugios y moverse en busca de mejores espacios. Si los aspectos anteriores actúan sobre *E. lucunter*, tendríamos que después de alcanzar cierta talla, éste se vuelve más móvil y abandona su refugio en busca de mejores condiciones de alimento y refugio, haciéndolo más vulnerable a la depredación. La falta de individuos pequeños de *E. lucunter* en las tres localidades, sugiere que es más vulnerable en estas tallas de diámetro de testa (Fig. 2). Por otro lado, se han mencionado que peces, cangrejos, langostas y otros equinodermos (asteroideos) se encuentran dentro de los principales depredadores de erizos jóvenes (Tegner y Dayton, 1981; Pearse y Hines, 1987; Sala y Zabala, 1996). En las playas Villa Rica y La Mancha se observa un mayor número de erizos pequeños a diferencia de Punta Delgada. Este incremento puede estar relacionado a que

estas dos playas presentan un alto afluente de turistas que podría disminuir la presencia de los depredadores y aumentar la abundancia de erizos pequeños, a diferencia de Punta Delgada donde la presencia de turistas es nula beneficiando la presencia de depredadores. El tamaño de ésta especie es afectado directamente por la acción del oleaje, la exposición a la marea y la oferta de alimento (Kunz y Collins, 1974).

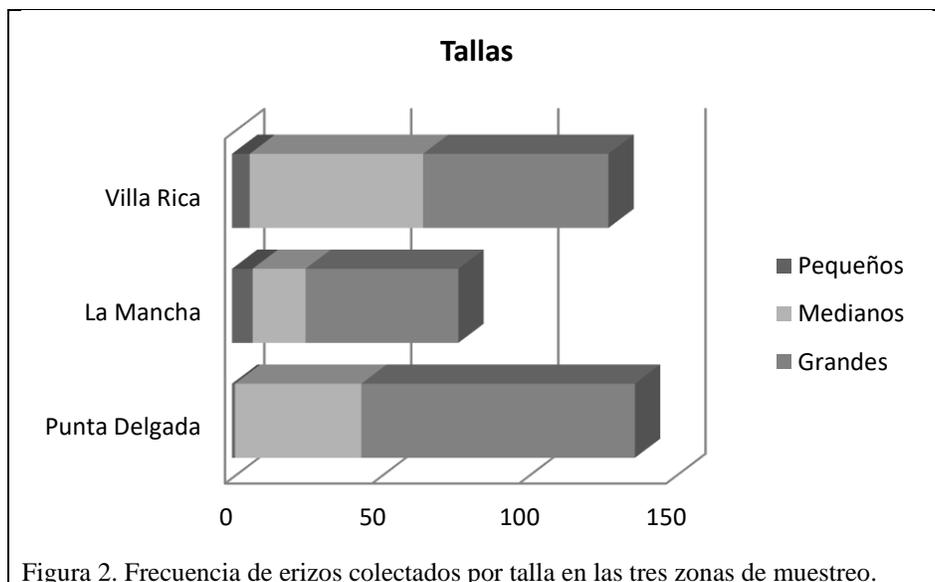
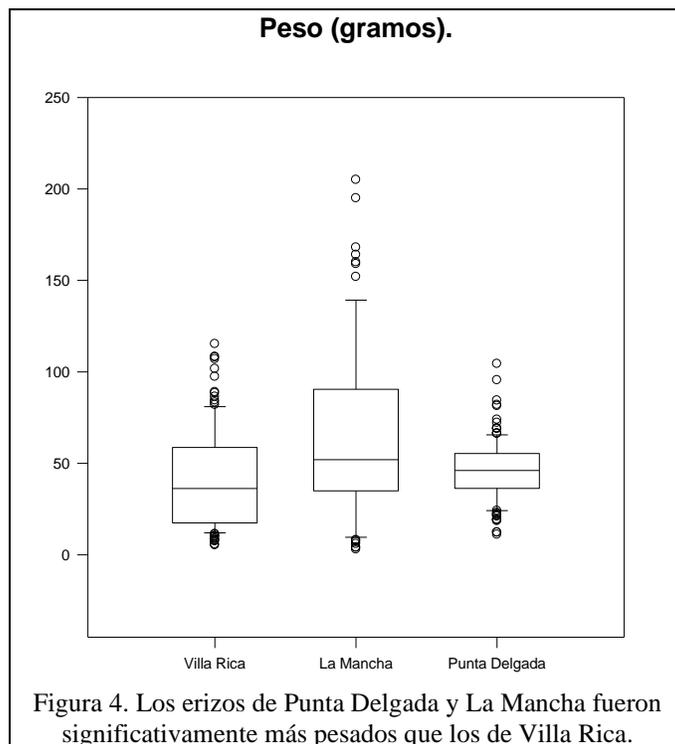
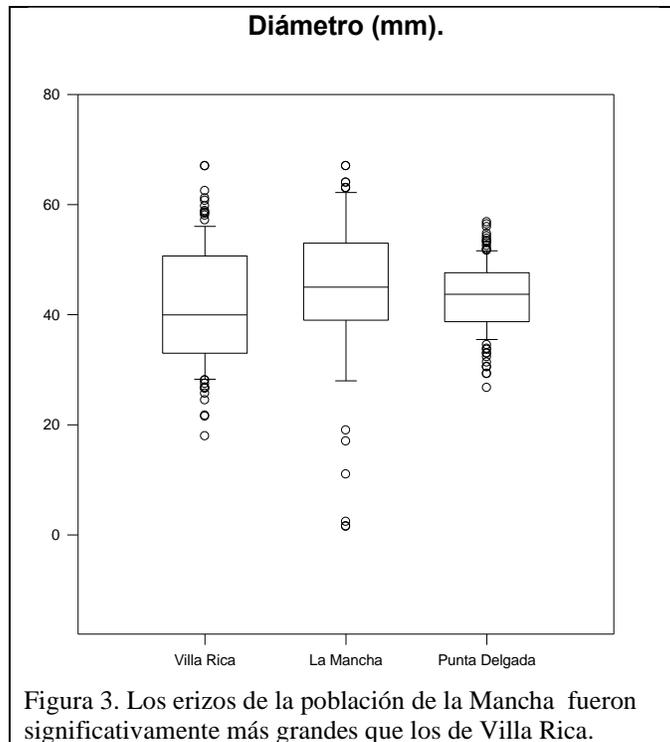


Figura 2. Frecuencia de erizos colectados por talla en las tres zonas de muestreo.

Monroy-López y Solano (2005) reportan tallas en un estudio realizado en las costas de Colombia con un tamaño promedio de 31.7 mm, mientras que Wong-Perez (2007) en su trabajo realizado en la playa Boca Andrea Veracruz, reporta un menor tamaño para *E. lucunter* con una talla promedio de 36.58 mm. Esto podría estar dado por la abundancia de la especie, además de la presencia en la zona de otros equinodermos competidores por los mismos recursos. Monroy-López y Solano (2005) reportan encontrarlos en asociación hasta con 5 tipos de cohabitantes con *E. lucunter* (*Clastocheilus vanderhorsti*, *Ophiothrix synoecina*, *Asymbolus rubiginosus*, *Armatoplanea divae*, y *Teleophrys pococki*) mientras que en nuestro estudio solo se pudo observar la coexistencia con el erizo *Echinometra viridis*, lo que representaría una menor competencia por los recursos.

El análisis estadístico reveló que la población de Villa Rica presentó un menor peso que las poblaciones de La Mancha y Punta Delgada. Este menor peso nos puede indicar la ausencia de alimento. El crecimiento en los erizos es sumamente sensible en respuesta a la disponibilidad de alimento (Edwardrs y Ebert, 1991), e incluso puede revertirse bajo condiciones de escasez.

Una posibilidad del menor tamaño puede estar relacionado con las temperaturas más bajas del agua en Villa Rica en comparación con las otras dos zonas muestreadas. En organismos ectotérmicos como los erizos de mar, la baja temperatura puede modificar la tasa de consumo de alimento y por ende el peso y tamaño de los organismos. Nuestros resultados coinciden con lo reportado por Watts et al. (2011) donde evaluaron el efecto de la temperatura en la conducta de forrajeo del erizo *Lytechinus variegatus*, encontrando que la tasa de ingesta de alimentos disminuyó significativamente a temperaturas bajas (16°C) en comparación con temperaturas altas (22°C y 28°C) encontrando que los organismos mantenidos a altas temperaturas aumentaron significativamente su diámetro y su peso en comparación con los mantenidos a una temperatura baja. Por otra parte, Siikavuopio et al. (2012) reportan que el crecimiento de los juveniles del erizo *Strongylocentrotus droebachiensis* se ve afectado por la temperatura del agua siendo significativamente menor el crecimiento corporal a una menor temperatura (6°C) en comparación con los erizos mantenidos a cualquier otro tratamiento de temperatura (mayor a 10°C), lo cual también es consistente con lo registrado en este trabajo, apoyando la hipótesis del efecto negativo de las bajas temperaturas en el crecimiento de individuos de *E. lucunter* en Villa Rica.



## CONCLUSIONES

Se determinó la morfometría del erizo *E. lucunter* en tres localidades de la costa central del estado de Veracruz, siendo la localidad de Villa Rica en donde se registraron los erizos de menor talla y peso. Los erizos de La Mancha presentaron las mayores tallas y registraron el mayor peso. Con este trabajo se ha contribuido a acrecentar el conocimiento de los equinodermos para el Estado de Veracruz. Las variaciones morfométricas reportadas parecen estar relacionadas con algunas características de los hábitats (temperatura, alimento, oleaje). La información obtenida con este trabajo debe ser tomada en cuenta para plantear las estrategias a seguir para la protección, el uso y el aprovechamiento de este recurso así como para el establecimiento de los planes de manejo de áreas naturales protegidas de los litorales rocosos de Veracruz.

## REFERENCIAS

- Alvarado, JJ, Héctor Reyes-Bonilla H, y Benítez-Villalobos F. *Diadema mexicanum*, erizo de mar clave en los arrecifes coralinos del Pacífico Tropical Oriental: lo que sabemos y perspectivas futuras (Diadematoidea: Diademataidae). *Revista de Biología Tropical*, Vol. 63 No. 2, 2015, 135-157.
- Birkeland, C. The influence of echinoderms on coral reef communities. En M. Jangoux and J. M. Lawrence (Eds.). *Echinoderm Studies*. Balkema, Rotterdam, Brookfield, Estados Unidos de América. 1989, 1-79.
- Bostford, L.W., B.D. Smith y J.F. Quinn. Bimodality in size distributions: The red sea urchin *Strongylocentrotus franciscanus* as an example. *Ecological Applications*. Vol.4, No. 1, 1994, 42-50.
- Bronstein, O, y Loya, Y. The taxonomy and phylogeny of *Echinometra* (Camarodonta: Echinometridae) from the red sea and western Indian Ocean. *PLoS One*, Vol. 8, No. 10, 2013. e77374. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077374>.
- Cruz-Escalona, VH. Interdependencia ecotrófica entre Laguna de Alvarado, Veracruz y la plataforma continental adyacente. (Tesis de Doctorado). Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, 2005, 134 pp.
- Edwards, P.B. y T.A. Ebert. 1991. Plastic responses to limited food availability and spine damage in the sea urchin *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, No.145, 1991, 205-220.
- Estes, JA, Peterson CH, y Steneck RS. Chapter 3 Some Effects of apex predator in Higher - latitude coastal oceans. En: James J. T., (Ed.). *Trophic Cascades: Predators, Prey, and the Changing Dynamics of Nature*. A Estes Island Press Estados Unidos de América. 2013. Pp. 37-53
- García, ACM. Caracterización y comportamiento estacional de la meiofauna intermareal en la playa arenosa de Boca Andrea, Veracruz (periodo de otoño 2002-primavera 2003). (Tesis de licenciatura). Facultad de Biología, Xalapa. Universidad Veracruzana. México. 2006, 50 pp.
- Hart, L.J. y F.S. Chia. Effect of the food supply and body size on the foraging behavior of the borrowing sea urchin *Echinometra mathaei* (de Blainville). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, No. 135, 1990, 99-108.
- Hernández-Rodríguez, C. Composición, distribución y abundancia de la comunidad psámica del intermareal arenoso de la playa de Punta Delgada, Municipio de Alto Lucero de Gutiérrez Barrios; Veracruz, México. (Periodo: octubre de 2007 a Marzo de 2008). (Tesis de licenciatura). Facultad de Biología, Xalapa. Universidad Veracruzana. México. 2010, 60 pp.
- Kunz, N. y P. Collins. Population distribution and size class structure of *Echinometra lucunter* on beachrock at Boiler Bay, St. Croix, U.S. Virgin Islands. Chapter 4a. In D. Abbott, J. Odgen, y I. Abbott (eds.). *Studies on the Activity Pattern, Behavior, and Food of the Echinoid Echinometra lucunter* (Linnaeus), on Beachrock and Algal Reefs at St. Croix, U.S Virgin Islands. West Indies Laboratory. Fairlight Dickinson University. 1974, 21-26 pp.
- McClanahan TR, y Muthiga NA. Chapter 15 Ecology of *Echinometra*. En: Lawrence J. M. (Ed.). *Editable Sea Urchins: Biology and Ecology* ELSEVIER, Países Bajos. 2006, 287-307.
- Monrroy-López, M, y Solano, OD. Estado poblacional de *Echinometra lucunter* (Echinometridae) y su fauna acompañante en el litoral rocoso del Caribe Colombiano. *Revista de Biología tropical*, Vol. 53, No. 3, 2005, 291-297.
- Pearse, J.S. y A.H. Hines. Long-term population dynamics of sea urchins in a central California kelp forest: rare recruitment and rapid decline. *Marine Ecology Progress Series*, Vol.39, 1987, 275-283.
- Ramírez, ML. Contribución al conocimiento de las algas marinas del litoral rocoso de Villa Rica, Veracruz. (Tesis de licenciatura), Facultad de Biología, Xalapa. Universidad Veracruzana. México. 1975, 65 pp.
- Reyes-Luján J, Arrieché, D, Zapata-Vivenes E, Barrios, J, Salgado, W, y Lodeiros, C. Ciclo gametogénico del erizo marino *Echinometra lucunter* (Echinometra: Echinoidea) en el Noriente de Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, Vol. 63, No. 12, 2015, 273-283.
- Siikavuopio SI, James P, Lysne H, Sæther, BS, Samuelsen TA, y Mortensen A. Effects of size and temperature on growth and feed conversion of juvenile green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*). *Aquaculture*, No. 354-355, Vol. 2, 2012, 27-30.
- Sala, E. y M. Zabala. Fish predation and the structure of the sea urchin *Paracentrotus lividus* populations in the NW Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 140, 1996, 71-81
- Salas-Pérez, JJ, y Granados - Barba, A. Oceanographic characterization of the Veracruz reefs system. *Atmósfera*, Vol. 21, No. 3, 2008, 281-301.
- Severino-Murolas, MT. Moluscos gasterópodos de la zona intermareal de la playa rocosa de Punta Delgada, Veracruz. (Tesis de licenciatura) Facultad de Biología, Xalapa. Universidad Veracruzana. México. 2009, 75 pp.
- Tegner, M.J., y Dayton, P.K. Population structure, recruitment and mortality of two sea urchins (*Strongylocentrotus franciscanus* and *S. Purpuratus*) in a the kelp forest. *Marine Ecology Progress Series*, Vol.5, 1981, 255-268
- Vargas-Hernández, JM, y Ramírez - Rodríguez, A. Los arrecifes Rocosos. In: Moreno-Casasola, P. (Ed.). *Entornos Veracruzanos: La Costa de la Mancha*. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, México. 2006, 381-390 pp.
- Wong-Pérez, S. Análisis morfométrico de las especies de equinodermos de la playa de Boca Andrea, Veracruz (Tesis de especialización). Facultad de estadística e informática, Xalapa. Universidad Veracruzana. México. 2007, 46 pp.
- Watts, SA, Hofer, SC, Desmond RA, Lawrence AL, y Lawrence, JM. The effect of temperature on feeding and growth characteristics of the sea urchin *Lytechinus variegatus* fed a formulated feed. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Vol. 397, No. 2, 2011, 188-195.

# ESTUDIO CINÉTICO DE LA ELIMINACIÓN DE MAGNESIO EN CHATARRA DE ALUMINIO MEDIANTE EL PROCESO DE REDUCCIÓN ALUMINOTÉRMICA

Ing. Citlaly Castillo Rodríguez<sup>1</sup>, Dra. Rocío Maricela Ochoa Palacios<sup>2</sup> y  
Dr. Jesús Torres Torres<sup>3</sup>

**Resumen**— El presente trabajo reporta el estudio cinético de los experimentos de laboratorio realizados para la eliminación de magnesio en chatarra de latas de aluminio, mediante reducción aluminotérmica de ZnO y agitación, con la posibilidad de obtener una aleación Al-Zn y productos de reacción sólidos. Los parámetros variados fueron: temperatura (750, 800, 850°C), velocidades de agitación (200, 250, 300 rpm), tiempo constante de 60 minutos y agitador tipo turbina. El contenido de Mg y Zn se midió por análisis químico de espectrometría de emisión por chispa y las escorias se analizaron por MEB. Los resultados muestran una disminución de 0.93 a 0.023% e.p. de Mg y se incorporó hasta 4.97% e.p. de Zn. La cinética de reacción se ajustó al modelo de ley de potencia. Por lo que, este proceso resulta eficiente en la disminución de Mg y también evita la generación de gases contaminantes en el medio ambiente.

**Palabras clave**— reducción aluminotérmica, chatarra de aluminio, eliminación de magnesio, estudio cinético.

## Introducción

El reciclaje de aluminio es una práctica que ha aumentado en los últimos años debido a que con solo el 5% de la energía total requerida para producir una tonelada de aluminio primario se puede obtener la misma cantidad de aluminio reciclado (Tillová 2012). Sin embargo, en este tipo de aluminio, el Mg es uno de los principales elementos considerado como impureza (Hashiguchi y Sueyoshi, 2010), ya que la combinación de Mg y Si genera un compuesto nombrado siliciuro de magnesio (Mg<sub>2</sub>Si), que en cantidades por encima de 0.1 % e.p. produce sobre endurecimiento en las aleaciones vaciadas, lo cual se traduce en fragilidad y esto a su vez en fracturas y defectos (Hengcheng, 2003).

Se ha observado que el proceso de reducción aluminotérmica de diferentes óxidos (Dávila, 2019 y Ochoa, 2016) es una opción viable para la disminución de Mg en chatarra de aluminio, al presentar productos de reacción sólidos del tipo MgO y MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Los autores han realizado estudio termodinámico para establecer si las reacciones pueden llevarse a cabo, por lo que utilizan softwares como el HSC de Outotec para determinar los valores de la energía libre de Gibbs con diferentes materiales para reducir. Sin embargo, también es importante conocer la velocidad con la que se lleven a cabo estas reacciones, sobre todo porque la industria de la fundición requiere procesos eficientes en este tipo de prácticas, y de tal forma asegurar que sea un proceso económicamente rentable. Se han realizado algunos estudios cinéticos (Escobedo, 2003 y Flores, 2008) para la eliminación de Mg a diferentes condiciones y variando los óxidos añadidos, en ellos se ha observado que el mecanismo de reacción ha sido similar, de carácter difusivo a pesar de llevarse a cabo a distintas condiciones.

Por lo que el objeto de la presente investigación es estudiar la termodinámica y la cinética de reacción del proceso de reducción aluminotérmica del ZnO para eliminar el contenido de magnesio en chatarra de latas de aluminio, y a su vez producir aleaciones de fundición de la serie 700 (Al-Zn).

## Procedimiento experimental

Antes del proceso de reducción aluminotérmica se realizó la fusión de latas de aluminio para la obtención de lingotes de aproximadamente 10 kg, con la finalidad de obtener composición química homogénea en el material de inicio. Se utilizó chatarra de latas de aluminio debido a su alto contenido del elemento Mg, la Tabla 1 presenta la composición química general, mostrando que los elementos principales son Mg (0.93 %e.p.) y Mn (0.77 %e.p.). También se utilizó polvo de ZnO grado reactivo como material oxidante, la Figura 1 muestra el patrón de DRX. Posteriormente, se llevó cabo los experimentos en un horno de resistencia y crisol de carburo de silicio, con capacidad de 1300 gramos, este horno tiene adaptado un dispositivo de agitación que gira en el sentido de las manecillas del reloj. Las condiciones variadas en el proceso fueron: temperatura de fusión (750, 800, 850 ° C), velocidades de agitación (200, 250, 300 rpm), tiempo constante de 60 minutos usando un agitador tipo turbina.

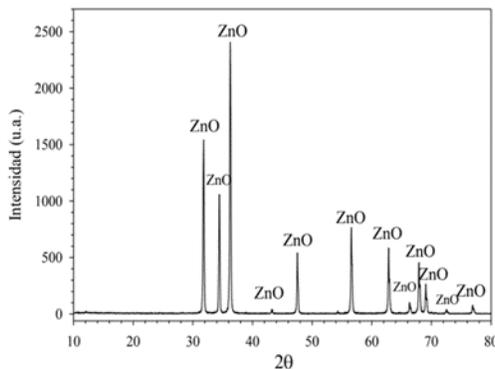
Elemento	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti	Otros	Al
%e.p.	0.286	0.625	0.188	0.77	0.93	0.022	0.013	0.15	0.017	0.024	96.7

<sup>1</sup> Ing. Citlaly Castillo Rodríguez, estudiante de Maestría en Ciencias de los Materiales en el Tecnológico Nacional de México/I. T. Saltillo. [castillo\\_citlaly@hotmail.com](mailto:castillo_citlaly@hotmail.com)

<sup>2</sup> Dra. Rocío Maricela Ochoa Palacios, Profesora e Investigadora en el Departamento de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México/I. T. Saltillo. [rochoa@itsaltillo.com.mx](mailto:rochoa@itsaltillo.com.mx)

<sup>3</sup> Dr. Jesús Torres Torres, Profesor Investigador del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Saltillo, México [jesus.torres@cinvestav.edu.mx](mailto:jesus.torres@cinvestav.edu.mx)

Tabla 1. Composición química aluminio).



de la aleación base (latas de

Figura 1. Patrón de difracción de rayos X del ZnO.

La práctica del proceso de reducción es calentar un lingote de aproximadamente 1300 g hasta alcanzar estado de fusión y la temperatura del experimento (750, 800 o 850 °C), cuando se alcanza la temperatura de trabajo se añade el ZnO en 5 paquetes de aluminio con 25 g cada 10 minutos hasta introducir 125 g en total, correspondiente al cálculo estequiométrico para obtener 7 % e.p. de zinc en solución con aluminio. Seguido de la adición del primer paquete de ZnO, se introduce el dispositivo de agitación a la velocidad de trabajo correspondiente (200, 250 o 300 rpm). Cada experimento tuvo tiempo constante de 60 minutos, de los cuales en los últimos 10, se realizó desgasificación con argón, y se tomaron muestras después de cada adición de polvo y de la desgasificación. Posterior a los experimentos, se analizaron las muestras finales del proceso: la composición química usando la técnica de análisis químico de emisión por chipa, enfatizando en los % e.p. del magnesio y del zinc, la microestructura de las aleaciones obtenidas y la escoria resultante mediante microscopia electrónica de barrido.

Por último, se realizó el análisis cinético usando los datos de los % e.p. del Mg a diferentes parámetros de reducción aluminotérmica. Esto inicia con el cálculo de la fracción reaccionada, que es la medición del alcance que tiene una reacción en función del tiempo, es decir, el cambio de reactivos a productos a medida que avanza la reacción. Para ello se utilizó la ecuación (1). Los resultados de  $\alpha$  fueron sustituidos en diferentes expresiones analíticas de los modelos cinéticos (Vyazovkin y Wight, 1997) para determinar la constante de velocidad y la energía de activación y analizar el mecanismo de reacción gobernante en el proceso.

$$\alpha = \frac{(X_0 - X_t)}{(X_0 - X_f)} \tag{1}$$

Dónde:

$X_0$  = la masa inicial de Mg en % e.p.

$X_t$  = la pérdida de Mg en % e.p. al tiempo (t)

$X_f$  = la pérdida de Mg en % e.p.

### Análisis y discusión de resultados

#### Análisis termodinámico

El análisis termodinámico de una reacción es importante debido a que esto permite saber si es posible que se lleva a cabo o no. Con el programa HSC se obtuvo los valores de energía libre de Gibbs de cada una de las reacciones que pueden ocurrir durante el proceso de reducción aluminotérmica de ZnO y estos son mostrados en la Tabla 2.

Reacción	Energía libre de Gibbs	Ecuación
$4/3 \text{ Al}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2/3 \text{ Al}_2\text{O}_3$	$\Delta G_{1123K}^\circ = -882.46 \text{ kJ}$	(2)
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Mg} + 1/2 \text{ O}_2 = \text{MgAl}_2\text{O}_4$	$\Delta G_{1123K}^\circ = -1036.56 \text{ kJ}$	(3)
$2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$	$\Delta G_{1123K}^\circ = -970.09 \text{ kJ}$	(4)
$1/2 \text{ Al} + 1/4 \text{ Mg} + \text{ZnO} \rightarrow 1/4 \text{ MgAl}_2\text{O}_4 + \text{Zn}$	$\Delta G_{1123K}^\circ = -223.99 \text{ kJ}$	(5)
$2/3 \text{ Al} + 1/3 \text{ MgO} + \text{ZnO} \rightarrow 1/3 \text{ MgAl}_2\text{O}_4 + \text{Zn}$	$\Delta G_{1123K}^\circ = -220.23 \text{ kJ}$	(6)
$4/3 \text{ Al} + 2\text{ZnO} = 2/3 \text{ Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Zn}$	$\Delta G_{1123K}^\circ = -205.82 \text{ kJ}$	(7)
$\text{Mg} + \text{ZnO} \rightarrow \text{MgO} + \text{Zn}$	$\Delta G_{1123K}^\circ = -244.91 \text{ kJ}$	(8)
$\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{Mg} \rightarrow 3\text{MgO} + 2\text{Al}$	$\Delta G_{1123K}^\circ = -117.69 \text{ kJ}$	(9)
$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} \rightarrow \text{MgAl}_2\text{O}_4$	$\Delta G_{1123K}^\circ = -92.02 \text{ kJ}$	(10)

Tabla 2. Reacciones involucradas en el proceso de reducción aluminotérmico de ZnO con los valores de la energía libre de Gibbs, durante la eliminación de magnesio.

### *Reducción aluminotérmica*

La Figura 2, muestra las gráficas de los experimentos realizados a las diferentes variables de proceso de temperatura (750, 800 y 850°C) y velocidad de agitación (200, 250 y 300 rpm), comparando los porcentajes de Mg disminuidos y la cantidad de Zn incorporada en cada experimento a las mismas condiciones, observando el efecto de estas variables sobre la eliminación de magnesio durante la reducción aluminotérmica de ZnO. El comportamiento de la disminución de Mg muestra que la temperatura tiene efecto significativo, debido a que la mayoría de los experimentos tuvieron disminución más acelerada a la temperatura de 850°C. Además, los datos demuestran que a mayores velocidades de agitación se alcanzaron los menores contenidos de Mg (< 0.1% e.p.), por lo que se puede deducir que ambos parámetros son de gran influencia sobre la disminución del Mg usando ZnO.

En el proceso de reducción aluminotérmica de ZnO, la disminución de Mg tiene por consecuencia el aumento de Zn, esto se debe a que después de la reacción, este se disuelve en el aluminio líquido y a pesar de que el porcentaje de Zn incorporado en la aleación al final del proceso no es proporcional al porcentaje de Mg que se disminuye, también se atribuye al efecto de los parámetros, dado que a 250 y 300 rpm se alcanzó mayor concentración de Zn.

Analizando lo anterior, es posible establecer una relación Mg/Zn a las variables utilizadas, pues se observa que, bajas revoluciones con altas temperaturas reportan resultados eficientes, y a su vez, con revoluciones altas y temperaturas bajas se obtienen resultados similares. El establecimiento de dicha relación basada en los resultados mostrados da paso a la posibilidad de que en el proceso de reducción aluminotérmica se puedan reducir costos de energía utilizando temperaturas bajas y velocidades de agitación entre 250 y 300 rpm.

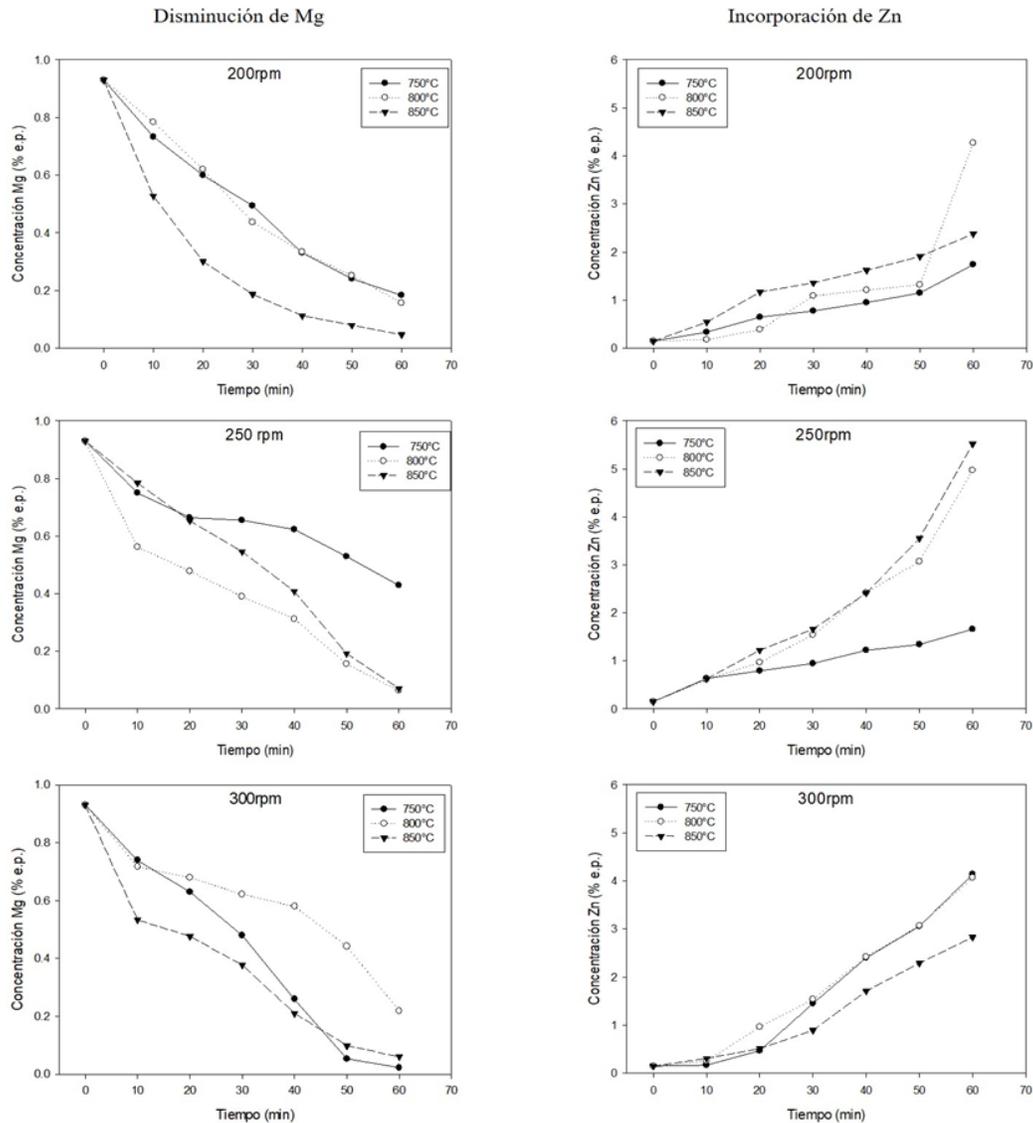


Figura 2. Disminución de Mg e incorporación de Zn durante el proceso de reducción aluminotérmica a diferentes temperaturas y velocidades de agitación.

La microestructura de la aleación obtenida al final del proceso de reducción aluminotérmica fue analizada en el microscopio electrónico de barrido. La Figura 3 muestra la micrografía de dicha aleación y la tabla del análisis EDS de los % atómicos de los elementos principales de la matriz y de las fases presentes, deduciendo que son intermetálicos del tipo  $Al_6(FeMn)$  y  $Al_{12}(Fe,Mn)_3Si$ , debido a la cantidad de impurezas de Fe y Mn presentes en las latas de aluminio.

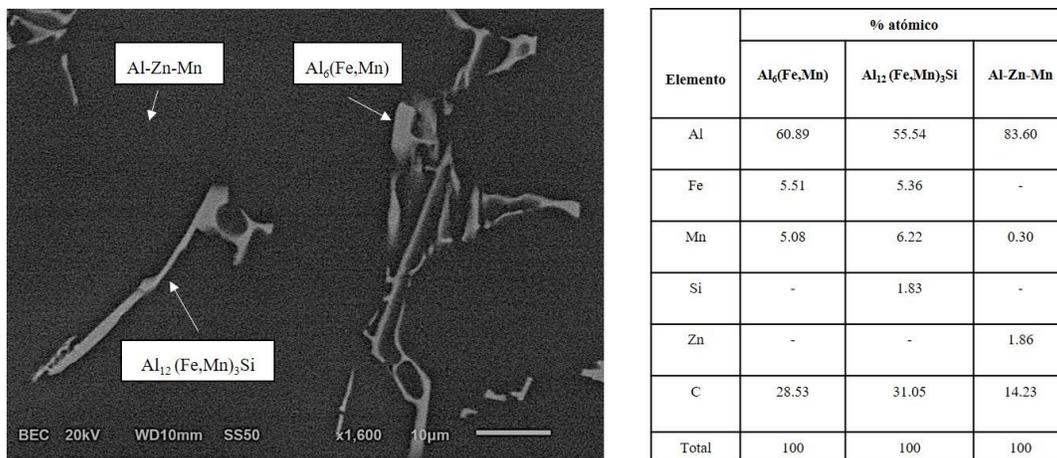


Figura 3. Micrografía de aleación obtenida al final del proceso de reducción aluminotérmica de ZnO y composición química de los intermetálicos identificados por el análisis EDS.

La Figura 4 muestra la micrografía de la escoria obtenida al final del proceso de reducción aluminotérmica en la que se corrobora que los productos de reacción obtenidos al final de dicho proceso son los esperados de acuerdo al análisis termodinámico realizado previamente.

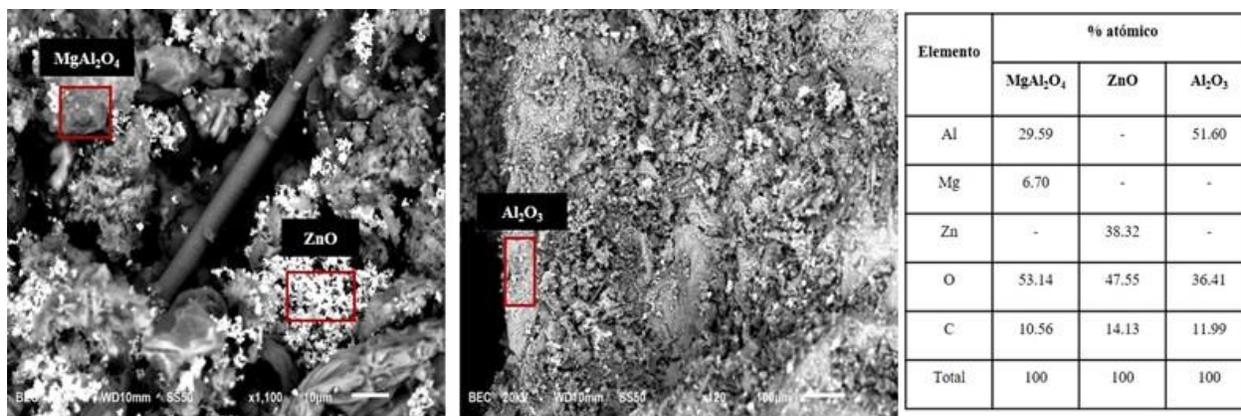


Figura 4. Micrográficas de la escoria obtenida al final del proceso de reducción aluminotérmica de ZnO y composición química de las partículas analizadas.

### Cinética de reacción

La Figura 5 muestra el ajuste que tuvo la fracción reaccionada ( $\alpha$ ) con uno de los modelos presentados por Vyazovkin y Wight (1997) para cada uno de los experimentos, esta fracción está representada por la línea sólida, donde  $0 \leq \alpha \leq 1$ . En las gráficas se observa que, en el proceso de disminución de Mg, la reacción es más acelerada en los primeros 30 minutos, por lo que el modelo gobernante a las diferentes condiciones es el de ley de potencia (P3), el cual basa la dependencia de la velocidad de la reacción en la concentración de las diferentes especies involucradas (Mu'azu, 2011), en este caso, la reacción es más efectiva al inicio del proceso cuando la concentración de Mg es mayor. Este modelo es descrito de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$g(\alpha) = 2\alpha^{1/2} = kt \tag{11}$$

Donde k es la constante de velocidad y t tiempo. La constante de velocidad en función de la temperatura, puede ser expresada por la ecuación de Arrhenius (12).

$$k = A \exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right) \tag{12}$$

$$\ln k = \ln k_0 - \frac{E}{R} \left(\frac{1}{T}\right) \tag{13}$$

De la ecuación (13) es posible obtener el valor de la energía de activación ( $E$ ) en condiciones no isotérmicas, al graficar  $\ln k$  contra  $(1/T)$ .

La Figura 6, muestra el gráfico de regresión lineal de  $\ln k$  contra  $(1/T)$  para el modelo cinético de ley de potencia. Los puntos corresponden a los datos experimentales cada uno perteneciente a una de las temperaturas utilizadas, al unirlos mediante regresión lineal, se acercan a una línea recta con un coeficiente de correlación  $R=0.93$ .

El valor de energía de activación obtenido es de 49.9 kJ/mol, el cual es muy cercano al de otros procesos representados por el mismo modelo de ley de potencia (Ozgun y Ozkan, 2017 y Mu'azu, 2011). Puntualmente el valor de energía de activación puede ser atribuido a dos factores principales:

- 1) a la cantidad limitada de los átomos de Mg para reaccionar con el ZnO y formar MgO o  $MgAl_2O_4$  de acuerdo a las ecuaciones (5) y (8).
- 2) a la interacción del aluminio con el oxígeno para la formación de  $Al_2O_3$  como se observa en la ecuación (7) limitando de esta manera la reacción del magnesio con el oxígeno.

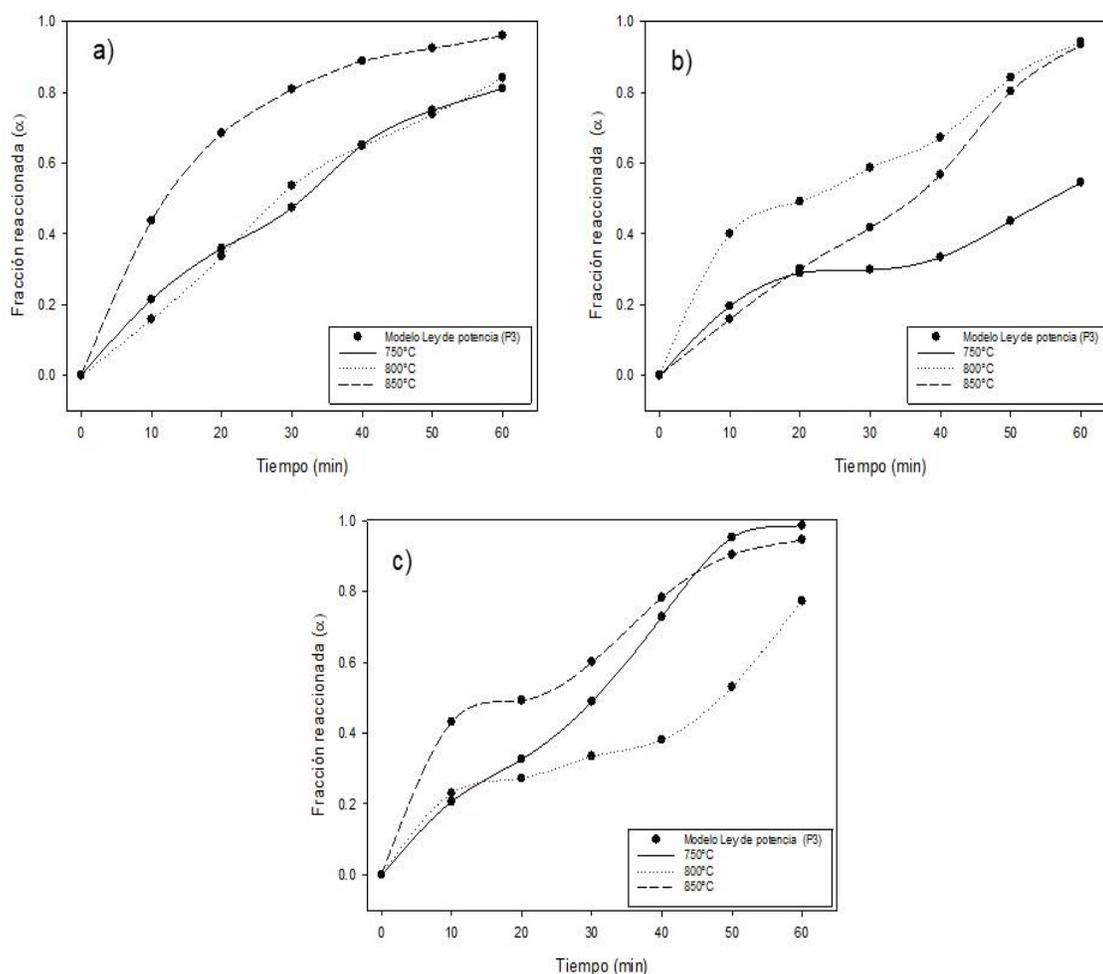


Figura 5. Comparación de la fracción reaccionada ( $\alpha$ ) experimental con el modelo cinético de Ley de potencia (P3) a diferentes temperaturas y velocidades de agitación: a) 200 rpm, b) 250 rpm y c) 300 rpm.

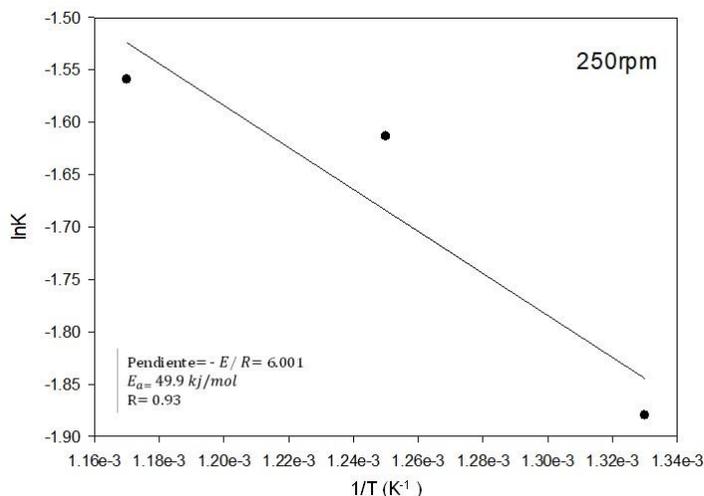


Figura 6. Gráfica de  $\ln k$  vs  $1/T$  ( $K^{-1}$ ) de los experimentos realizados para calcular la energía de activación de acuerdo a la ecuación de Arrhenius.

### Conclusiones

- Se comprobó a nivel laboratorio, la viabilidad de eliminar Mg mediante el proceso de reducción aluminotérmica de ZnO.
- La temperatura y velocidad de agitación son parámetros de influencia relevante en el proceso de reducción aluminotérmica, y con la combinación adecuada de estos es posible reducir costos de energía eléctrica.
- El mecanismo de reacción que describe el comportamiento de los datos experimentales es el de ley de potencia (P3), deduciendo que la barrera del proceso de eliminación de magnesio usando ZnO, se encuentra en la cantidad limitada de los átomos de Mg comparadas con la cantidad de átomos de aluminio para reaccionar con el ZnO.
- Los productos de reacción encontrados en el análisis termodinámico son las mismas especies presentes en la escoria después del proceso de reducción aluminotérmica de ZnO, siendo el  $Al_2O_3$  y  $MgAl_2O_4$  principalmente.

### Referencias

- Dávila, F. O., Torres, T. J., and Valdes, F. A. "Effect of Mg concentration on the aluminothermic reduction of  $Mn_2O_3$  particles obtained from cathodes of discharged alkaline batteries: Mathematical modeling and experimental results," *Metals (Basel)*, vol. 9, no. 1, 2019.
- Escobedo, C. J., Hernández, F. J. Escobedo, S., Flores, A. and Cortés, A. D. "Estudio cinético de la eliminación de magnesio en las aleaciones de aluminio mediante la inyección de polvos de sílice," *Rev. Metal.*, vol. 39, no. 3, 2003.
- Flores, A., Muñiz, R., Torres, J., Macías, E. and Rodríguez, N. "Estudio del mecanismo de reacción durante la refinación de magnesio de aleaciones de aluminio líquidas usando partículas de  $SiO_2$ ," *Rev. Metal.*, vol. 44, no. 2, 2008.
- Hashiguchi, H., Sueyoshi, T. "Removal of Magnesium from Molten Aluminum Scrap by Compound-Separation Method with Shirasu," *Mater. Trans.*, vol. 51, 2010.
- Hengcheng, L. "Restraining effect of strontium on the crystallization of  $Mg_2Si$  phase during solidification in Al/Si/Mg casting alloys and mechanisms," *Mater. Sci. Eng.*, vol. A358, 2003.
- Mu'azu, K., Abdullahi, M. and Akuso, A. "Kinetic Study of Calcination of Jakura Limestone Using Power Rate Law Model," *Niger. J. Basic Appl. Sci.*, vol. 19, no. 1, 2011.
- Ochoa, R., Flores, A. and Torres, J. "Effect of magnesium on the aluminothermic reduction rate of zinc oxide obtained from spent alkaline battery anodes for the preparation of Al-Zn-Mg alloys," *Int. J. Miner. Metall. Mater.*, vol. 23, no. 4, 2016.
- Özgür, D. Ö. and Özkan, G. "Power-Law Kinetic Models for Synthesis of Ammonia Borane," *Int. J. Chem.*, vol. 49, no. 12, 2017.
- Tillová, E., Chalupová, M., Duriníková, E. and Hurtalova, L. "Effect of chemical composition of secondary Al-Si cast alloy on intermetallic phases," *Mach. Technol. Mater.*, vol. 3, 2012.
- Vyazovkin, S. and Wight, C. A. "Isothermal and nonisothermal reaction kinetics in solids: In search of ways toward consensus," *J. Phys. Chem. A*, vol. 101, no. 44, 1997.

# MEJORA CONTINUA PARA INCREMENTAR EL DESEMPEÑO LABORAL BASADO EN LA PERSONALIDAD Y AMBIDIEXTRÍA

M. en C. Erika Castillo Serrano<sup>1</sup>, Dr. Oscar Montaña Arango<sup>2</sup>, Dra. Magda Gabriela Sánchez Trujillo<sup>3</sup>, Myrna Urith Pérez Lugo<sup>4</sup>

**Resumen**—La empresa es una organización en la que factores como ambidiextría, personalidad y espacios de trabajo pueden coadyuvar a implementar la mejora continua e incrementar el desempeño laboral. En este mundo globalizado, las empresas deben formular estrategias que reflejen, las expectativas y el comportamiento de su recurso humano.

Esta investigación propone un modelo de mejora continua basado en la ambidiextría, personalidad y ambiente de trabajo para incrementar el desempeño laboral y pueda servir de apoyo para mejorar las condiciones tanto de la empresa, el capital humano y del empresario con la intención de aumentar el desempeño laboral.

El desarrollo de esta investigación visualiza como el factor conciencia en la personalidad se deriva en el orden, el sentido del deber, esfuerzo del logro y la reflexión para generar ambientes de trabajo ordenados y limpios que se relacionan positivamente generando actividades de explotación y exploración que a su vez detonan en el incremento del desempeño laboral. Por otro lado, un ambiente desordenado generaría malos resultados en las actividades laborales, por la razón de presentar engorro, incomodidad y tendería a bajar el desempeño.

**Palabras clave**—Ambidiextría, desempeño, mejora continua, orden, personalidad.

## Introducción

En la actualidad, para alcanzar una posición competitiva en el mercado, las empresas apremian cambios organizacionales, apoyados de una cultura de mejora continua (Emiliani, 2005). Para Imai, (1986) la mejora continua involucra la participación de todos los actores del proceso al realizar esfuerzos consistentes para hacer del lugar de trabajo un sitio ordenado en donde los trabajadores puedan lograr sus metas de vida. Pero parece ser que en la cultura occidental esto no se lleva a cabo porque se le da más importancia al producto y al proceso que a la persona y al ambiente o espacio de trabajo; razón por la que esta investigación pretende integrar la personalidad y el ambiente a la filosofía de la ambidiextría y mejora continua. Para esto es menester diseñar ambientes ordenados de trabajo que motiven, mejoren y generen ambidiextría en la fuerza laboral para incrementar su desempeño y por consiguiente mejoren el producto y proceso en la cadena de valor.

Esta investigación muestra los efectos positivos de la personalidad con el factor conciencia en la faceta del orden, con la que se genera ambidiextría y mejora continua que puede incrementar el desempeño laboral.

La importancia de implementar una cultura de mejora continua es crucial para el desarrollo de las organizaciones y nuestro país, por lo que se espera que los resultados de este modelo puedan ser usados por organizaciones que aprenden y se identifican con una visión de mejora continua capaz de construir talento organizacional y adaptarlo de forma permanente a un entorno cambiante a través de la ambidiextría para incremento del desempeño laboral.

## Desarrollo del tema

La mejora continua significa mejora paso a paso o incremental con el fin de perfeccionar estándares, Suarez & Dávila, (2008), esta filosofía ha sido aplicada de diferentes maneras: a) Como elemento mágico que aparece a través de la participación de los empleados y los sistemas de sugerencias de mejora para eliminar desperdicios o MUDAS, b) Como un sistema de actividades de gestión occidental TQM y c) como sistema de producción Toyota TPS (Martínez-Lorente, F, & B.G., 1998) y Lean Thinking o pensamiento esbelto. Para la implementación de la mejora continua los directivos de las organizaciones pueden diseñar o renovar espacios de trabajo para que no afecten negativamente al desempeño laboral.

Aunque la mejora continua puede estar originada por las ideas o propuestas de mandos, técnicos o consultores, también puede ser animada por los espacios de trabajo ordenados que pueden generar actividades de explotación y exploración.

La ambidiextría se utiliza como metáfora para expresar la capacidad que poseen las empresas de explotar sus conocimientos actuales, mientras que exploran nuevos conocimientos generadores de nuevas oportunidades

<sup>1</sup> M. en C. Erika Castillo Serrano es profesor de tiempo completo en la Universidad Tecnológica de Tula Tepeji, Hidalgo, México. [erika.castillo@utt.edu.mx](mailto:erika.castillo@utt.edu.mx). (autor correspondiente).

<sup>2</sup> Dr. Oscar Montaña Arango, Profesor investigador, Universidad Autónoma de Hidalgo, México. [omontano@uaeh.edu.mx](mailto:omontano@uaeh.edu.mx).

<sup>3</sup> Dra. Magda Gabriela Sánchez Trujillo. Profesora Investigadora. Responsable de Investigación innovación y desarrollo Escuela Superior Tepeji del Río UAEH. Hidalgo, México.

<sup>4</sup> Myrna Urith Pérez Lugo es profesor de tiempo completo en la Universidad Tecnológica de Tula Tepeji, Hidalgo, México. [myrnaurith.perez@utt.edu](mailto:myrnaurith.perez@utt.edu).

para desarrollar nuevas aptitudes que posteriormente se transformarán en habilidades, experiencias, nuevas tecnologías y capacidades.

La ambidiextría es vista como una alternativa organizacional esencial para lograr un desempeño incesante. La ambidiextría organizacional es reconocida como una capacidad estratégica para la mejora continua y desempeño organizacional. Diversas investigaciones han reflejado una relación entre ambidiextría organizacional y el desempeño de la organización (Junni et al, 2013). La ambidiextría organizacional se puede aplicar con el uso simultáneo de actividades de explotación y exploración al interior de una organización (Raisch, 2009).

Las actividades de explotación giran en relación a la mejora continua generada por la experiencia basada en el uso de rutinas establecidas, es hacer uso y desarrollo de cosas ya conocidas. Mientras que la exploración se enfoca en alcanzar nuevos conocimientos (Levinthal & March, 1993).

Las actividades de explotación obtienen el máximo provecho a la variedad de conocimientos, capacidades, habilidades, tecnologías empleados en el presente. Mientras que la exploración está relacionada con la búsqueda de nuevas capacidades, la experimentación, la improvisación y la innovación radical.

La ambidiextría anteriormente no era tan conocida, a la fecha existen bastantes investigaciones teóricas y empíricas que han combinado variables como desempeño, innovación y productividad.

El incremento del desempeño en las organizaciones es un desafío que debiera esquematizar su dirección formativa para conseguir la eficiencia laboral y la formación integral de los trabajadores, así como el perfeccionamiento persistente de los líderes de las empresas quienes deben estar conscientes de la importancia de la generación del conocimiento a través de las actividades de explotación y exploración, como una de las bases elementales en el crecimiento personal y organizacional.

Por otro lado, la personalidad del recurso humano se considera un desafío para las organizaciones y ha sido tema de investigación desde los años 80s porque se ha considerado como un predictor importante de los comportamientos de las personas en las empresas (Adler & Weiss, 1988) y se concibe como el estilo distintivo de funcionamiento adaptativo que un miembro de una especie presenta para relacionarse con su ambiente (Cardenal, Sánchez, & Ortíz-Tallo, 2007). Los rasgos de personalidad son disposiciones más o menos estables, aunque éstas pueden cambiar con el entorno y el tiempo (Stemberg & Lubart, 1997). El capital humano en base a su personalidad podría generar actividades de exploración y de explotación para aumentar la calidad y desempeño laboral.

Han sido identificados cinco grandes factores de la personalidad: extroversión, afabilidad, conciencia, neuroticismo y apertura al cambio, éstos consisten en un grupo de rasgos psicológicos (Boudreau, Boswell, Judge, & Bretz, 2001). John Neuman y Soto en el año 2008 describen éstos cinco factores: El factor extraversión consiste en ser confiable, sociable, asertivo y de emociones positivas; la afabilidad se inclina por ser de confianza, franco, sincero, actitud conciliadora, modesto y humilde; el factor conciencia muestra una tendencia en ser competente, ordenado, con sentido del deber, se esfuerza por el logro y autodisciplinado; el neuroticismo involucra sentimientos negativos, ansiedad, hostilidad, depresión, timidez, impulsividad y vulnerabilidad; la apertura a la experiencia tiende a tener grandes ideas, tomar acciones y con valores. (Jonh, Naumann, & Soto, 2008).

Los trabajadores con el factor conciencia están encaminados al logro y se relacionan positivamente con los rendimientos de organización, además de ser ordenados (Carsrud & Olm, 1996). El factor conciencia presenta la aptitud de nuevos compromisos, el logro, autodisciplina y optimización de procedimientos (Major, Turner, & Fletcher, 2006). También el factor conciencia favorece comportamientos como pensar antes de actuar, el respeto a reglamentos y normalización, la planificación, orden, organización y priorización de tareas (Jonh et al, 2008). Así también, el factor conciencia figura con el logro de las actividades del trabajo que dan lugar al desempeño laboral ya que son personalidades motivados por aprender (Colquitt & Simmering, 1998).

Por otro lado, podemos decir que el espacio de trabajo relacionado al entorno que nos rodea puede tener una gran influencia en la velocidad con la que funciona el proceso creativo en la mente, numerosos factores afectan ya sea positiva o negativamente a la forma que el ser humano expresa su creatividad (Martínez Fernández, 2017).

En relación a espacios de trabajo actualmente se puede decir que existe una nueva inclinación, por lograr la productividad y desempeño laboral a través de la felicidad y el bienestar del empleado, por lo que se podría favorecer la ambidiextría a través de espacios de trabajo ordenados.

La industria japonesa hace énfasis en la relación que existe entre fuerza laboral y espacio laboral ordenado, expuestas en diversas herramientas de mejora continua, como Lean Manufacturing: 5's, SMED, Pokayoke, Kaizen, TPM, Mapeo de flujo de valor. Imai (1989) define Kaizen como: "Mejoramiento y aún más significa mejoramiento continuo que involucra a todos, gerente y trabajadores por igual". De esta manera, la primera óptica de la definición del Kaizen se basa entonces en sustentar su presencia, como un elemento organizacional en la que la participación de los empleados impacta directamente en la mejora de los procesos de trabajo (Senge 1990; Elgar y Smith 1994). En este sentido, Bessant (2003) indica que la movilización y la participación de los empleados, genera un canal o un medio para que los mismos, puedan contribuir al desarrollo de la compañía. En términos sencillos, "trabajando con las manos, pero utilizando el cerebro para pensar", por lo que se podrían generar actividades de explotación y exploración del conocimiento generándose la ambidiextría organizacional.

### *Planteamiento del problema*

El personal es parte fundamental en las organizaciones, ya que con él se puede incrementar o reducir las ganancias de éstas, el único medio vivo y dinámico es el recurso humano de quien se infiere depende el mal o buen manejo de una organización.

Desafortunadamente algunas organizaciones no le dan importancia a la personalidad laboral siendo que ésta puede considerarse un presagio al comportamiento laboral.

Generalmente las organizaciones no consideran la personalidad como factor que contribuya a la mejora y logro sus metas, sin embargo, la personalidad en la empresa crea valor y genera una exposición de su posicionamiento, además de permitirle mantenerse en el mercado a nivel competitivo, atraer clientes corporativos y mantener con vida sus negocios (Tovar Córdoba, Pérez Acosta, & Rodríguez del Castillo, 2016).

Los líderes de organizaciones no toman en cuenta la personalidad como detonante en el incremento de la productividad y desempeño laboral sino más bien lo relacionan a la maquinaria y automatización, un problema de las organizaciones es no visualizar que un factor de éxito puede ser la gente, cuando las personas están motivadas y organizadas y aplican los principios de productividad, calidad, comportamiento ético y hacen un uso equilibrado de la tecnología para el progreso humano, la productividad está asegurada (Marvel Cequea, Rodríguez Monroy, & Núñez Bottini, 2011).

Los responsables de las organizaciones generalmente se ocupan en mayor magnitud en planear, vigilar, liderar, gestionar, comprar, producir, distribución de productos, sin dar oportunidad al capital humano explorar y explotar sus conocimientos para tomar mejores decisiones; siendo éste un factor importante como portador de ideas que pueden convertirse en oportunidades para la mejora continua de las empresas.

En la actualidad, para alcanzar una posición competitiva en el mercado, las empresas apremian cambios organizacionales, apoyados de una cultura de mejora continua (Emiliani, 2005). Para Imai (1986) la mejora continua involucra la participación de todos los actores del proceso y realizar esfuerzos consistentes para hacer del lugar de trabajo un sitio en donde los trabajadores puedan empeñarse en sus metas de vida. Pero parece ser que en la cultura occidental esto no se lleva a cabo porque se le da más importancia al producto y al proceso que a la persona y al ambiente o espacio de trabajo; razón por la que esta investigación pretende integrar la ambidiextría, personalidad y ambiente ordenados a la filosofía de la mejora continua. Para esto es menester diseñar ambientes de trabajo que motiven y mejoren intrínsecamente la fuerza laboral para incrementar su desempeño y que por consiguiente mejoren el producto y proceso en la cadena de valor.

Por otro lado, en este trabajo de investigación desarrolla un interés por averiguar si el rasgo de personalidad conciencia incide de forma significativa en el desarrollo de la ambidiextría y el desempeño laboral, tomando en cuenta que la personalidad describe lo que tienen en común las personas y lo que las diferencia (Soto, 2001) y ésta incide en los éxitos, fracasos y conflictos dentro de las empresas (Dubring, 2003); y en los estados de ánimos, desempeños, motivaciones y actitudes de los usuarios (Barrick, 1998).

En base a lo anterior se plantean las hipótesis modelo de mejora continua basado en el ambiente laboral ordenado que se adapte a ciertas condiciones para que la fuerza laboral incremente sus actividades explotación y de exploración y obtenga un mejor desempeño al generar valor para el producto o servicio de su organización. Se plantean las siguientes hipótesis.

- El orden y la limpieza ejercen un efecto positivo con las actividades de explotación.
- El orden y la limpieza ejercen un efecto positivo con las actividades de exploración.
- Las actividades de explotación ejercen un efecto positivo sobre el desempeño laboral.
- Las actividades de exploración ejercen un efecto positivo sobre el desempeño laboral.
- La percepción del nivel de explotación de la empresa se asocia con la personalidad laboral.
- La percepción del nivel de exploración de la empresa se asocia con la personalidad laboral.
- La personalidad en su faceta conciencia ejerce un efecto positivo sobre el desempeño.

La importancia de implementar una cultura de ambidiextría y mejora continua es crucial para el desarrollo de las organizaciones y nuestro país, por lo que se espera que los resultados de este modelo puedan ser usados por organizaciones que aprenden y se identifican con una visión de mejora continua.

### **Descripción del Método**

*Diseño del experimento.* El experimento se llevó a cabo en dos salones de clase de Universidad Tecnológica de Tula Tepeji en el Programa educativo de Procesos Industriales. Se crearon dos tipos de ambientes: a) Un lugar de trabajo desordenado y desagradable en el que existen materiales colocados fuera de lugar y acumulación de desperdicios y b) Un ambiente de trabajo ordenado, limpio y bien organizado.

En el lugar de trabajo desordenado se tenían un sinnúmero de documentos, folders, lápices, tasas para café, libros y cajas regadas por la mesa de trabajo y el piso. En el lugar de trabajo ordenado no había desorden y solo se tenía lo necesario en la mesa de trabajo y el piso estaba limpio sin cosas regadas.

*Muestra:* Para la realización de este estudio se ha tomado como población el Programa Educativo de Procesos Industriales de la Universidad de Tula Tepeji en el cuatrimestre mayo agosto 2020 con una población de

210 alumnos. El método de selección fue un muestro aleatorio. El tamaño de la muestra calculada es de 52 alumnos con un margen de error de 1% y un nivel de confianza de 99%.

*Procedimiento:* El proceso de recolección de datos se llevó a cabo de la siguiente manera: 1) Invitación a participar, 2) Programar cita, 3) Entrevista a los estudiantes interesados, 4) aplicación de cuestionarios.

*Medición:* Para la medición de las variables se aplicaron cuestionarios de: Desempeño, Personalidad, de actividades de exploración y de actividades de explotación.

- *Desempeño:* Para evaluar el desempeño se seleccionaron los participantes y se les otorgó una actividad que no necesita un aprendizaje anticipado. Se les asignaron siete encuestas de un estudio de mercado previamente contestados, ordenados y se les pidió capturarlos en una base de datos. El cuestionario fue el resultado de un estudio de mercado de un cosmético. La encuesta fue de opción múltiple. cada estudiante se le asignó el cuestionario y ellos procedieron a capturar las respuestas sin comentarles que ya con anticipación estaban almacenadas las respuestas. Esta actividad coadyuvó para evaluar el desempeño al visualizar que las respuestas de los estudiantes fueran capturadas correcta o incorrectamente. Cada encuesta consistió en 10 preguntas con cuatro opciones múltiples, a los universitarios se les explicó lo que tenían que hacer, posterior a la captura de los cuestionarios de desempeño se les aplicaron además tres test: personalidad, de explotación y de exploración del conocimiento. Cada encuesta consistió en 10 preguntas con cuatro opciones múltiples, a los universitarios se les explicó lo que tenían que hacer, posterior a la captura de los cuestionarios de desempeño se les aplicaron además tres test: personalidad, de explotación y de exploración del conocimiento.

La calidad o desempeño del trabajo de captura de los datos de la encuesta de estudio de mercado fue medida a través del total de respuestas capturadas correctamente entre el total de preguntas. Examinando el alfa de Cronbach se verificó una fiabilidad de 0,836.

- *Personalidad:* Para medir la personalidad se ha utilizado la escala ideada por Hewee & Shamugathan,(2010) que posibilita medir de los cinco grandes factores de la personalidad, solo el de factor Conciencia, los participantes tenían que seleccionar el acuerdo o desacuerdo de cada uno de cinco ítems comprendidos en una escala tipo Likert de siete puntos (Hewee & Shamugathan, 2010). Examinando el alfa de Cronbach se verificó la fiabilidad de 0,780. Los ítems del cuestionario fueron los siguientes: Me gusta completar los detalles de las tareas de acuerdo a los planes de trabajo; mis compañeros dirían que soy una persona responsable; priorizo mi trabajo de manera eficaz, de modo que, las cosas más importantes se realizan primero; dirijo la organización en la que me encuentro de acuerdo a un estricto conjunto de principios éticos; estoy motivado para alcanzar los objetivos y responsabilidades que en cada momento me correspondan.
- *Actividades de Exploración:* Para medir las actividades de exploración se aplicó un test seleccionado de la literatura existente, del año 2012 por los autores Siren, Kohtamaki y Kuckertz. El test lo conforman 6 preguntas que se evalúan mediante la escala de Likert de siete puntos (Sirén, Kohtamäki, & Kuckertz, 2012). Examinando el alfa de Cronbach se verificó la fiabilidad de 0,779. Los ítems del cuestionario fueron los siguientes: Como persona buscas nuevas ideas con imaginación y creatividad; basas tu éxito en tu capacidad para explorar nuevas posibilidades (uso de tecnologías, procesos de aprendizaje); crea nuevos proyectos, exposiciones o tareas innovadores; creas trabajos innovadores, buscas satisfacer las necesidades de tus asignaciones (proyectos) de forma creativa; te aventuras a crear nuevos proyectos con intensidad.
- 1. *Actividades de Explotación:* Para medir las actividades de explotación se usó un test seleccionado de la literatura existente desarrollado en el año 2012 por los autores Siren, Kohtamaki y Kuckertz. El test lo conforman 6 preguntas que se evalúan mediante la escala de Likert de siete puntos. Examinando el alfa de Cronbach se verificó la fiabilidad de 0,779. Los ítems del cuestionario fueron los siguientes: En tus asignaciones te comprometes a mejorar la calidad y tu nivel de eficiencia; continuamente mejoras la fiabilidad de tus trabajos; incrementas los niveles de uso de tecnologías en tus trabajos; constantemente revisas tus evaluaciones y el grado de cumplimiento en tus asignaciones en tiempo y forma, ajustas tus horarios al máximo para cumplir con todas tus asignaciones, te centras profundamente en satisfacer todas tus materias.

### Comentarios Finales

Los resultados de análisis estadístico en el SPSS se presentan en la tabla 1, en la que se evalúan si las hipótesis se relacionan significativamente. Como se puede observar en la tabla 1, el nivel de significancia en todas las hipótesis es menor que 0,005 ( $0,00 < 0,05$ ) por lo que rechazamos todas las hipótesis nulas y aceptamos las hipótesis alternativas, por lo tanto, podemos decir que, a un nivel de significancia de 0,05, la personalidad en su faceta conciencia ejerce un efecto significativo sobre el desempeño, El orden y la limpieza ejercen un efecto significativo sobre las actividades de explotación, el orden y la limpieza ejercen un efecto significativo con las actividades de exploración, las actividades de explotación ejercen un efecto significativo sobre el desempeño laboral, las actividades de exploración ejercen un efecto significativo sobre el desempeño laboral, la percepción del nivel de

explotación de la empresa se asocia con la personalidad laboral y la percepción del nivel de exploración de la empresa se asocia con la personalidad laboral. Por otro lado, se analizó en la tabla 2, la correlación entre las variables de estudio en el que se puede apreciar una alta correlación positiva entre los constructos.

Tabla 1  
Prueba de Hipótesis.

Ha Hipótesis alternativa	✓ Se acepta × Se rechaza	Ho Hipótesis nula	✓ Se acepta × Se rechaza	Significación asintótica (bilateral)
La personalidad en su faceta conciencia ejerce un efecto positivo sobre el desempeño.	✓	La personalidad en su faceta conciencia no ejerce un efecto positivo sobre el desempeño	×	,000
El orden y la limpieza ejercen un efecto positivo con las actividades de explotación.	✓	El orden y la limpieza no ejercen un efecto positivo con las actividades de explotación	×	,000
El orden y la limpieza ejercen un efecto positivo con las actividades de exploración	✓	El orden y la limpieza no ejercen un efecto positivo con las actividades de exploración	×	,000
Las actividades de explotación ejercen un efecto positivo sobre el desempeño laboral	✓	Las actividades de explotación no ejercen un efecto positivo sobre el desempeño laboral	×	,000
Las actividades de exploración ejercen un efecto positivo sobre el desempeño laboral	✓	Las actividades de exploración no ejercen un efecto positivo sobre el desempeño laboral	×	,000
La percepción del nivel de explotación de la empresa se asocia con la personalidad laboral	✓	La percepción del nivel de explotación de la empresa no se asocia con la personalidad laboral	×	,000
La percepción del nivel de exploración de la empresa se asocia con la personalidad laboral	✓	La percepción del nivel de exploración de la empresa no se asocia con la personalidad laboral	×	,000

nivel de significancia 0,005 (0,00<0,05)

Tabla 2  
Correlación entre variables

	Desempeño	Explotación	Exploración	Conciencia	Orden
Desempeño	1,000				
Explotación	,797	1,000			
Exploración	,787	,935	1,000		
Conciencia	,729	,708	,750	1,000	
Orden	,742	,777	,751	,625	1,000

En la figura 1 se muestra gráficamente los resultados obtenidos de las hipótesis probadas.

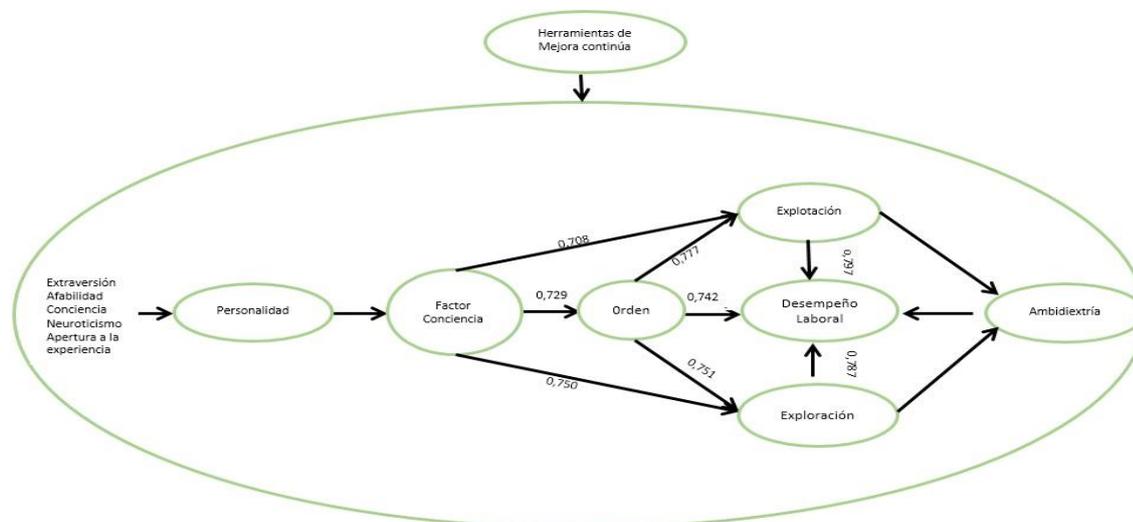


Figura 1

## Mejora continua para incrementar el desempeño laboral basado en la personalidad y ambidiextría

### Conclusiones

En base a los resultados estadísticos podemos examinar que un ambiente de trabajo basado en el orden induce a generar actividades de exploración y explotación del conocimiento incrementando de manera positiva al desempeño laboral creando la mejora continua en personas de alta conciencia.

En relación a la personalidad Consciente, ésta influye positivamente en las actividades explotación y exploración del conocimiento, contribuyendo de esta manera a la mejora continua y desempeño laboral.

El rasgo de personalidad Consciente en las personas tiene las siguientes características: competentes, ordenados, con sentido del deber, esfuerzo por el logro, autodisciplina y reflexión, estas aptitudes se podrían llegar a adoptar por el razonamiento y superación personal hasta llegar a quedarse y formar un hábito.

El capital humano puede coadyuvar en la mejora continua de sus lugares de trabajo y de esta manera explotar y explorar el conocimiento para crear valor en las organizaciones.

### Referencias

- Adler, S., & Weiss, H. M. (1988). Recent Developments in the study of personality and organizational behavior. *International review of industrial and organizational psychology*, 307-330.
- Barrick, M. y. (1998). "The big personality dimension and job performance. A meta analysis". *Personal Psychology*, 1-26.
- Boudreau, J. W., Boswell, W. R., Judge, T. A., & Bretz, R. D. (2001). Personality and cognitive ability as predictors of job search among employed managers. *Personnel Psychology*, 54, 25-50.
- Cardenal, V., Sánchez, M. P., & Ortíz-Tallo, M. (2007). Los trastornos de personalidad según el modelo de Millon: Una propuesta integradora. *Clínica y Salud*, 305-324.
- Carsrud, A. L., & Olm, K. W. (1996). *The success of male and female entrepreneur: A comparative analysis of the effects of multidimensional achievement motivation and personality traits*. In R.W. Similor and R.L. Kuhn. Cambridge, M.A.: Ballinger.
- Colquitt, J., & Simmering, M. (1998). Conscientiousness, goal orientation, and motivation to learn during the learning process: A longitudinal study. *Journal of Applied Psychology*, 83, 654-665.
- Dubring, A. (2003). *Fundamentos de Comportamiento organizacional*. México, D.F.: Thomson Learning.
- Emiliani, M. L. (2005). Uso del Kaizen para mejorar los programas de posgrado en escuelas de negocios. *Calidad. Aseguramiento en la educación*, 37-52.
- Hewee, J. K., & Shamugathan, G. (2010). The influence of personality traits and demographic factor on social entrepreneurship start up intentions. *Journal of Business Ethics*, 95, 259-282.
- Imai, M. (1986). *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success*. New York: MacGraw-Hill.
- Jonh, O. P., Naumann, L. P., & Soto, C. J. (2008). *Paradigm shift to the integrative Big- Five trait taxonomy: History, measurement, and conceptual issues*. New York, NY: Guilford Press.
- Levinthal, D., & March, J. (1993). The myopia of learning. *Strategic Management Journal*, 14, 95-112.
- Major, D. A., Turner, J. E., & Fletcher, T. D. (2006). Linking proactive personality and the Big Five to motivation to learn and development activity. *Journal of Applied Psychology*, 4, 927-935.
- Martínez Fernández, A. (16 de Agosto de 2017). *Influencia de la arquitectura en el proceso creativo en el ambito de los espacios de trabajo según los nuevos modelos de negocio*. Obtenido de [http://oa.upm.es/47569/1/TFG\\_Martinez\\_Fernandez\\_Andrea.pdf](http://oa.upm.es/47569/1/TFG_Martinez_Fernandez_Andrea.pdf)
- Martínez-Lorente, A., F. D., & B.G., D. (1998). "Total Quality Management: Origins and Evolution of the Term". *The TQM Magazine*, 378-386.
- Marvel Cequea, M., Rodríguez Monrroy, C., & Núñez Bottini, M. A. (2011). La Productividad desde una perspectiva humana: Dimensiones y factores. *Intangible Capital*, 549-584.
- Sirén, C. A., Kohtamäki, M., & Kuckertz, A. (2012). Exploration and Exploitation strategies, profit performance, and the mediating role of strategic learning escaping the exploitation trap. *strategic Entrepreneurship Journal*, 6, 18-41.
- Soto, E. (2001). *Comportamiento Organizacional: Impacto de las emociones*. México, D.F.: Thomson Learning.
- Stemberg, R. J., & Lubart, T. I. (1997). *La creatividad en una cultura conformista*. Barcelona: Ediciones Paidós.
- Tovar Córdoba, J., Pérez Acosta, A., & Rodríguez del Castillo, A. (2016). El concepto de personalidad de la empresa: Antecedentes conceptuales y examen crítico. *Cuadernos Hispanoamericanos de Psicología*, 17-28.

# ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN EL TRAZO DE UNA PERSPECTIVA CÓNICA

MAR. Oscar Henry Castro Almeida<sup>1</sup>, Mtra. María del Rocío Ordaz Berra<sup>2</sup>, Mtra. Ma. A. Guadalupe Rosas Marín<sup>3</sup>

**Resumen**— Se pretende inducir en este documento información complementaria, para aquellas personas que gusten de la geometría descriptiva y en lo particular del trazo de la perspectiva y la aplicación de las sombras en perspectiva, y así tener la oportunidad de comprender con mayor facilidad el uso y manejo de estas técnicas de representación. Este trabajo dará como resultado que los jóvenes estudiantes en las áreas de Arquitectura, Diseño Industrial y Diseño Gráfico e Ingeniería tengan un panorama más extenso de expresión y que a la vez sus conocimientos se vean ampliados en este campo del diseño, dando así como resultado que el dominio de esta técnica les facilite su manera de comunicarse gráficamente de una manera más rápida, eficaz y a la vez con un gran sentido del manejo de la proporción y escala, en los objetos que este analizando, esto a través de sus esquemas realizados manualmente o del uso de la computadora.

**Palabras clave**—Observación, Objeto, Espacio, Forma, Proporción.

## Introducción

La formación de futuros profesionistas en el área de diseño, enfrenta en estos momentos nuevos retos, que surgen, principalmente, de fuertes cambios que se están presentando y produciendo constantemente en el escenario universitario, sobre todo a partir de los cambios sociales de las universidades, la sociedad del conocimiento, de la tecnología y del propio aprendizaje, a lo largo de la vida.

Estas exigencias han traído consigo el cuestionamiento de las funciones tradicionales de los profesores, de transmisor de conocimientos en facilitar el aprendizaje de los estudiantes en el área de diseño, revalorizando su función formativa y su papel como guía o ayuda para conseguir que sea el propio alumno el que aprenda de manera autónoma.

En este sentido, los nuevos parámetros que definen la personalidad docente, se centran sobre todo, en el desarrollo de las competencias que hagan posible la capacidad del profesor para analizar sus propias prácticas y, trabajar en colaboración con otros profesores, como estrategias fundamentales para la innovación y la introducción de nuevas metodologías más acordes con las necesidades actuales.

## Descripción del Método

**Objetivo General:** El trabajo que se presenta, se considera que persigue dos objetivos muy importantes, el primero de ellos es ser una fuente muy importante de información y a la vez de consulta al servicio de los estudiantes de diseño en sus diferentes áreas de conocimientos; así como a los profesores, en el complemento a la expresión práctica de la unidad de enseñanza aprendizaje durante su impartición en la enseñanza; creando y estimulando tipos de mentalidad práctica y objetiva, abierta y libre entre los jóvenes estudiantes; pues así estarán mejor dispuestos para emprender acciones mayores en múltiples campos de su desarrollo profesional, ya que no puede negarse el carácter profundamente formativo de la Geometría Descriptiva en las diferentes disciplinas del diseño.

**Definición:** Se le denomina perspectiva cónica a la que resulta de la intersección de una pantalla virtual plana o curva, con un cono formado por los rayos reflejados o emitidos en un cuerpo y que concurren a la vista de un observador.

La forma más rápida de expresión gráfica es la que se desarrolla en un plano por lo que la pantalla en la que se genera la superficie es comúnmente plana.

<sup>1</sup> MAR. Oscar Henry Castro Almeida. Profesor e Investigador en la licenciatura de Arquitectura, CYAD, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México. [cao@azc.uam.mx](mailto:cao@azc.uam.mx)

<sup>2</sup> Mtra. María del Rocío Ordaz Berra. Profesora e Investigadora en licenciatura de Arquitectura, CYAD, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México. [rocivez@yahoo.com.mx](mailto:rocivez@yahoo.com.mx)

<sup>3</sup> Mtra. Ma. A. Guadalupe Rosas Marín, Profesora e Investigadora en licenciatura de Arquitectura, CYAD, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México. [roma@azc.uam.mx](mailto:roma@azc.uam.mx)

De esta manera los problemas de perspectiva cónica se traducen en el problema geométrico que resulta de precisar las intersecciones de los rayos visuales en el plano perspectivo o cuadro. Igualmente se puede afirmar que una perspectiva cónica es la representación de un objeto sobre una pantalla virtual plana.

*Elementos en una perspectiva cónica:* Se pueden distinguir tres elementos principales para el trazo de toda perspectiva cónica, el objeto visualizado, la pantalla virtual o cuadro perspectivo en donde se fijará la imagen el observador, cuya correcta posición será determinante en el resultado del problema.

El plano de horizonte es el plano virtual horizontal a la altura de la vista del observador y su intersección con el cuadro perspectivo da la línea de horizonte. La visual principal es la recta única que va de la vista del observador a un punto del objeto visado y para evitar deformaciones es necesario que el cuadro perspectivo sea perpendicular a dicha visual.

Se le llama como visual al cono que se forma con el objeto y con vértice en la vista del observador y cuyo ángulo interno es recomendado con una variación de 30 a 60° para evitar deformaciones en la perspectiva.

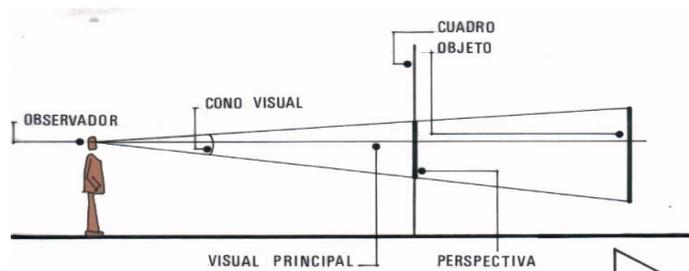


Figura 1. Elementos que intervienen en una perspectiva cónica

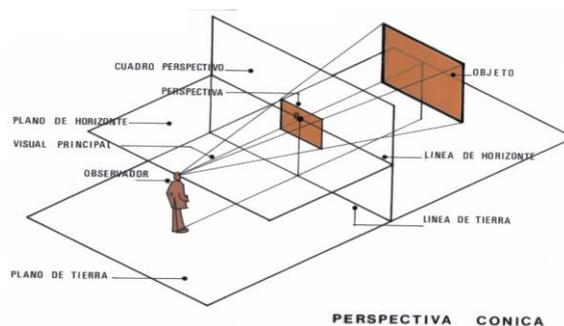


Figura 2. Elementos que intervienen en una perspectiva cónica

### Pirámide regular recta

Para señalar los elementos de que consta una perspectiva cónica, se presenta el ejemplo de una pirámide apoyada en el plano de tierra en una de sus caras.

Una vez definida las dimensiones de la pirámide y la posición del observador, se lleva una visual a un punto de la pirámide, en este ejemplo la visual principal se ha considerado en posición de punta. Se coloca el cuadro perspectivo entre el objeto y el observador, pero perpendicular a la visual principal, es decir, frontal. Se numeran los vértices de la pirámide y desde cada uno de ellos se llevan rectas visuales al observador. Cada una de estas rectas corta al cuadro en un punto que resulta ser la perspectiva de los vértices, los que al unirse ordenadamente generan la perspectiva cónica de la pirámide.

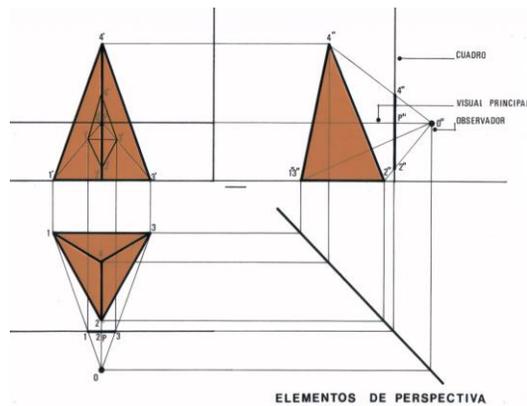


Figura 3. Trazo de perspectiva con un punto de fuga

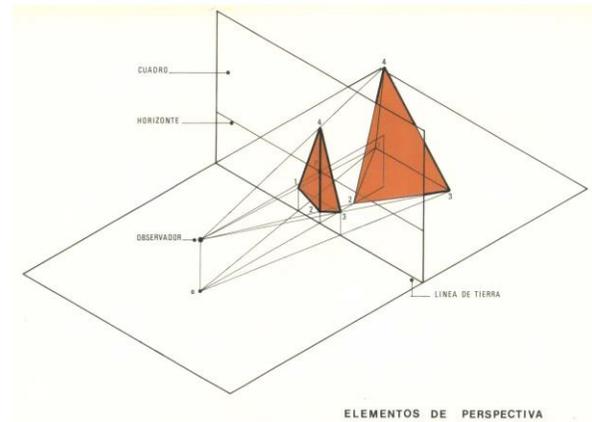


Figura 4 Isométrico

### Perspectiva de un punto de fuga con cuadro frontal

Teniendo como objeto visual un prisma recto de base cuadrangular y un observador frente a una de sus caras frontales, se puede obtener una perspectiva frontal si la visual principal es de punta.

Como el cuadro perspectivo debe ser perpendicular a esta visual, resulta ser paralelo a las caras frontales del prisma. Es conveniente tomar el cuadro próximo al volumen, incluso tangente a él, para tener mejores dimensiones de la perspectiva.

Por los ocho vértices del prisma se llevan las visuales hasta el observador, las que al interceptarse con el cuadro frontal forman la perspectiva.

Las caras frontales resultan ser proporcionales con respecto a sus dimensiones reales y las aristas de punta, en la perspectiva concurren a un punto sobre la línea de horizonte, un punto único de fuga.

De lo anterior se concluye que todo sistema de rectas paralelas al cuadro guarda proporcionalidad con respecto a sus dimensiones reales y que dado sistema de rectas horizontales paralelas entre sí pero no paralelas al cuadro, reconocen un punto común de fuga sobre la línea de horizonte.

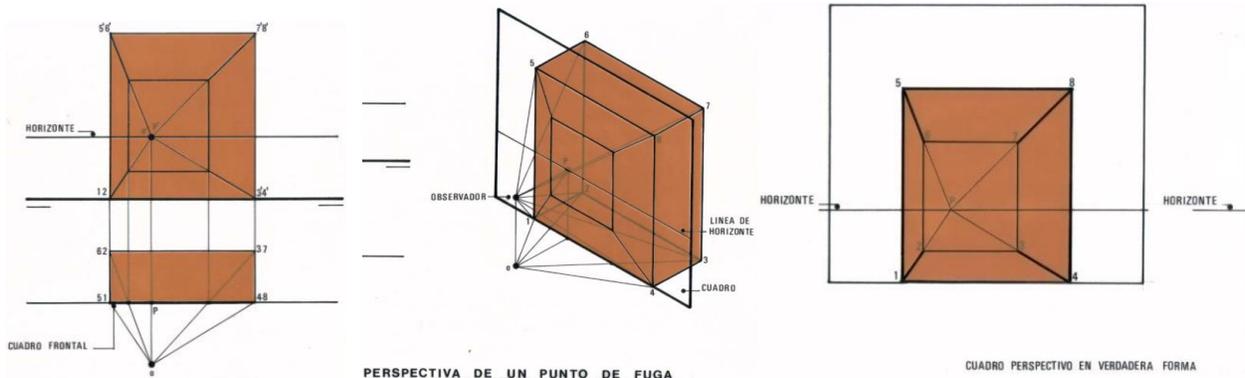


Figura 5. Montea      Figura 6. Trazo de perspectiva de un punto de fuga      Figura 7. Perspectiva de un punto de fuga

### Perspectiva de dos puntos de fuga con cuadro vertical:

Tomando como ejemplo un prisma recto de base rectangular o cuadrada y un observador ubicado próximo a una de sus aristas verticales, es posible obtener su perspectiva cónica siguiendo los trazos anteriormente señalados.

Considerando la visual principal horizontal y dirigida hacia el volumen el cuadro perspectivo tendrá que ser vertical, ubicado de preferencia tangente al prisma sobre la arista más próxima.

En estas condiciones ninguna de las caras del cuerpo es paralela al cuadro. Al llevar visuales por los ocho vértices del prisma hasta el observador, cortar al cuadro en diferentes puntos que al unirlos generan la perspectiva.

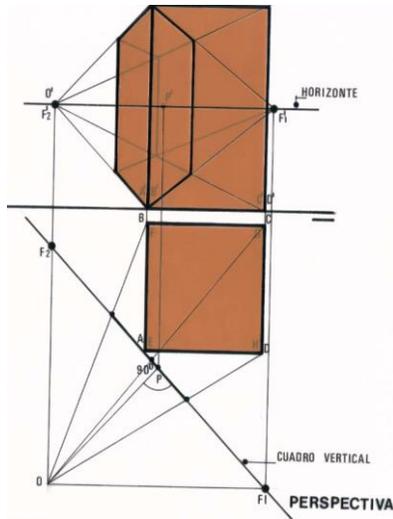


Figura 8. Trazo de perspectiva

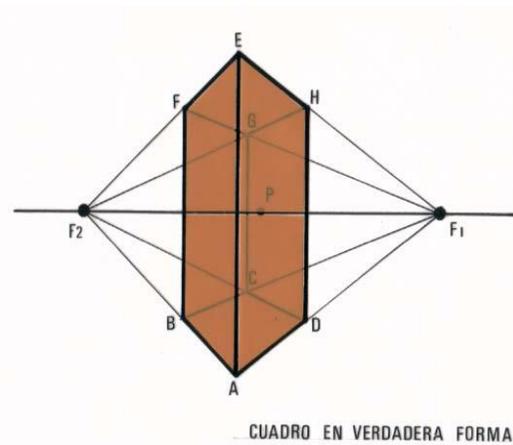


Figura 9 Trazo de perspectiva de dos puntos de fuga

### Comentarios Finales

#### Planteamiento

##### Resumen de resultados:

Un diseño se expresa en la obra construida, en volumen y en algunos casos en volumen y en dimensión siempre mayor que el hombre, pero el proyecto se modela en geométrales, proyecciones planas a escala reducida, que difícilmente producen el efecto de la obra al natural; es necesario entonces, probar anticipadamente y con cierto grado de precisión ese resultado final, para corregir en el geométral lo que si se requiera.

Se estudiaron los trazos de algunos objetos simples y compuestos por combinaciones de las figuras elementales ya conocidas; todos ellos representan en forma sintética elementos de algún diseño, arquitectura o diversos edificios, aun cuando se expresan de la manera más simple para evitar detalles que confundan el trazo.

Cada uno de estos ejercicios ordenados por grado de complejidad, incluye las experiencias de los anteriores y aporta nuevas proposiciones, el análisis que se describe enuncia principios generales que se ejemplifican con un caso y por muy amplio que éste sea, no se puede mostrar toda la gama posible de variaciones; el estudioso más que reproducir trazos, deberá observar lo que es característico del problema que se expone, a manera de poder aplicar el conocimiento adquirido en el curso correspondiente de geometría descriptiva durante su formación profesional a los casos que en número indeterminado se le presentarán durante su ejercicio profesional.

#### Conclusiones

Con el estudio de la perspectiva queda concluida la teoría del trazo geométrico; se disponen de los conocimientos necesarios para trazar la perspectiva de cualquier objeto partiendo de sus geométrales y desde el punto de vista que se quiera.

La construcción geométrica que se estudió, se funda en esta premisa de orden práctico: el dibujo perspectivo sólo abarca una porción limitada del espacio, la que se capta con la vista inmóvil. A pesar de esta limitación, el trazo perspectivo es indispensable para los estudiantes de diseño, que expresan su idea plástica en formas planas.

## Referencias

De la Torre C. Miguel. Dibujo Axonométrico. Editorial UNAM. México.1989

De la Torre C. Miguel. Geometría Descriptiva. Editorial UNAM/México.1982

García S. Carmina. Geometría Aplicada a la Arquitectura. México.1988.

García Salgado Tomás. Manual de Perspectiva Modular. Editorial Trillas. México.1988.

Raeder H. Pablo. La Geometría de la Forma. Editorial UAM.X. México.1992

Vélez González R. La Perspectiva como Instrumento de Diseño. Editorial Trillas. México

Las imágenes de éste trabajo son propiedad de : Castro,O. (fotógrafo) s.f.*Láminas de trazo de perspectivas y aplicación de sombras en perspectiva.* (Imágenes) México.

## Notas Biográficas

El **Mtro. Oscar Henry Castro Almeida**, es Profesor e Investigador del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización de la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México. Obtuvo la Licenciatura en Arquitectura en la Universidad La Salle, Ciudad de México, y Maestría en Arquitectura en la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. Ha impartido conferencias en Universidades Nacionales y Extranjeras.

La **Mtra. María del Rocío Ordaz Berra**, es Profesora e Investigadora del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización de la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México. Obtuvo la Licenciatura en Arquitectura y la Maestría en Diseño en la Universidad Autónoma Metropolitana. Ha participado en congresos Nacionales e Internacionales.

La **Mtra. Ma. A. Guadalupe Rosas Marín** es Profesora e Investigadora del Departamento de Procesos y Técnicas de Realización de la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Ciudad de México.

# Efecto de los extractos acuosos de *Dysphania ambrosioides* (epazote) y *Allium cepa* (cebolla) sobre nematodos de la familia Anisakidae encontrados en peces de *Mugil curema* (Lisa)

Bq. Lucio Castro Parra<sup>1</sup>, Dra. Abigail Reyes Munguía<sup>2</sup>, Dr. Gabriel Aguirre Álvarez<sup>3</sup>,  
Dra. Andrea Paloma Zepeda Velázquez<sup>4</sup>, Ana Karen Mejía Islas<sup>5</sup>, Dr. Isaac Almaraz Buendía<sup>6</sup>, Dr. José Jesús Espino García y Dr. Rafael German Campos Montiel<sup>7</sup>

**Resumen**—En México se ha encontrado que el pescado Lisa (*Mugil curema*) está parasitada con nematodos de la familia Anisakidae, los cuales producen problemas estomacales y en casos severos un shock anafiláctico. Estudios demuestran que *Dysphania ambrosioides* y *Allium cepa* tienen actividad nematocida. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la inactivación de los nematodos expuestos a distintas dosis del extracto acuoso de epazote (17.2, 34.48, 51.6 mg/g) y cebolla (23.32, 46.64 y 69.96 mg/g). Evaluando fenoles, flavonoides, taninos y la inactivación del nemátodo en ensayos *in vitro*. Se encontró que el extracto acuoso de epazote tuvo mayor concentración de compuestos bioactivos (fenoles 44.1561±1.0021 mg EAG/100g, flavonoides 0.1096±0.0057 mg EC/100g y taninos 0.2930±0.0030 mg EC/100 g) que el extracto de cebolla. Solamente la dosis 51.6 mg/g del extracto de epazote se encontró una inactivación del nematodo. Mientras con el extracto de cebolla no encontró inactivación en ninguna dosis.

**Palabras clave:** —Antioxidantes, Anisakidae, cebolla, epazote.

## Introducción

*Dysphania ambrosioides* anteriormente llamada *Chenopodium ambrosioides*, popularmente conocida en México como epazote (Castellano, 2008, Fank-de-Carvalho, *et al.*, 2012, Jaramillo, 2012), es una de las plantas más utilizadas con fines terapéuticos, a la cual se le atribuye; efecto antiparasitario (Barros, *et al.* 2013) contra ascariasis, helmintiasis y amibiasis (Osuna, *et al.* 2005) (Jaramillo, 2012), antibiótico (Trivellato-Grassi, *et al.*, 2013), antifúngico, antitumoral y antioxidante (Jesúsh, *et al.*, 2018). Así mismo, *Allium cepa* conocida comúnmente en México como cebolla, se le atribuyen actividad antihelmíntica contra *Toxocara canis* y *Anchylostoma caninum* (Orengo, *et al.*, 2016). La actividad antihelmíntica de ambas plantas se debe su potencial antioxidante (Bernal y Camargo, 2016). Según Paixao *et al.* (2014) determinaron que las hojas son abundantes en compuestos fenólicos y taninos, los cuales, intervienen en condiciones adversas, como son, el ataque de herbívoros, bacterias, hongos y parásitos (Cabrera-Carrión, *et al.*, 2017). Por ello, Bernal y Camargo (2016) concuerdan que los antioxidantes son una alternativa para el tratamiento antiparasitario. Actualmente, en México se han encontrado la presencia de *Anisakis* spp, *Contracaecum* spp y *Pseudoterranova* spp., en Lisa (*Mugil curema*), en los comercios principales en el estado de Tulancingo, Hidalgo, México (Reyes-Rodríguez, *et al.*, 2020). La presencia de estos parásitos en los peces constituye un grave problema, debido a que el pescado y los productos acuícolas, son parte esencial del consumo humano (Maniscalchi-Badaoui, *et al.*, 2015), dichos parásitos pueden causar Anisakidosis al consumir la larva etapa 3 (L3) de *Pseudoterranova* spp y *Contracaecum* spp o Anisakiasis donde el agente causal es *Anisakis simplex*. La enfermedad es causada debido a la ingesta de pescado crudo o poco cocinado que esta parasitado con nematodos de la familia Anisakidae, que al estar vivas tienen la posibilidad de anclarse y enquistarse sobre la superficie del tubo digestivo en el ser humano, (Trabelsi, *et al.*, 2019) (Gómez, *et al.*, 2014) (Moreira & López, 2010) (Quiñones, *et al.*, 2019) (Pardo, 2016) (Puccio, *et al.*, 2008) y en ocasiones invadir otros órganos (páncreas, hígado, pulmón) provocando cuadros más severos. Con base a los antecedentes, el objetivo del presente trabajo fue determinar los compuestos bioactivos y la actividad biológica de las hojas de *D. ambrosioides* y de las escamas de *A. Cepa* sobre la actividad biológica de los nematodos de la familia *Anisakidae* evaluado mediante pruebas *in vivo*.

<sup>1</sup> El Bq. Lucio Castro Parra es Alumno del programa de Maestría en Ciencias de los Alimentos en el Instituto de Ciencias Agropecuarias [ca429461@uaeh.edu.mx](mailto:ca429461@uaeh.edu.mx)

<sup>2</sup> La Dra. Abigail Reyes Munguía es Profesora de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí [abigail.reyes@uaslp.mx](mailto:abigail.reyes@uaslp.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Gabriel Aguirre Álvarez es Profesor del Instituto de Ciencias Agropecuarias [aguirre@yahoo.com](mailto:aguirre@yahoo.com)

<sup>4</sup> La Dra. Andrea Paloma Zepeda Velázquez Profesora del Instituto de Ciencias Agropecuarias [andrea\\_zepeda@uaeh.edu.mx](mailto:andrea_zepeda@uaeh.edu.mx)

<sup>5</sup> La estudiante de Ingeniería Agroindustrial Ana Karen Mejía Islas del Instituto de Ciencias Agropecuarias [karen.mejiaislas@gmail.com](mailto:karen.mejiaislas@gmail.com)

<sup>6</sup> El Dr. Isaac Almaraz Buendía es Profesor del Instituto de Ciencias Agropecuarias [isaac\\_almaraz9974@uaeh.edu.mx](mailto:isaac_almaraz9974@uaeh.edu.mx)

<sup>7</sup> El Dr. Rafael German Campos Montiel es Profesor del Instituto de Ciencias Agropecuarias [rcampos@uaeh.edu.mx](mailto:rcampos@uaeh.edu.mx)

## Descripción del Método

### *Obtención del extracto acuoso de las hojas de epazote y de las escamas de cebolla*

Los extractos acuosos se obtuvieron siguiendo la metodología propuesta por Medina, *et al.* (2019). Se prepararon 2 extractos acuosos de las hojas de epazote y las escamas de cebolla, a las cuales se les realizaron lavados preliminares con agua destilada para eliminar todo tipo de impurezas, posteriormente se colocaron 40 g de cada planta en 80 mL de agua destilada siendo maceradas por 30 min. Posterior al tiempo, fueron centrifugadas a 10 000 rpm por 15 min a 2 °C y decantadas para ser colocadas en el Ultracongelador (SO LOW Ultra-Low Freezer) a -70 °C hasta su utilización.

### *Fenoles*

La determinación será realizada con base a la metodología descrita por Singleton *et al.* (1999). En tubos de ensayo se colocaron 0.5 mL de cada extracto y 2.5 mL del reactivo Folin-Ciocalteu (FC) dejando reposar por 7 min, posterior al tiempo se adicionaron 2 mL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> al 7.5%, incubándose por 2 hrs a temperatura ambiente en completa oscuridad, la lectura se realizó en un espectrofotómetro de la marca Jenway (Single Cell Holder) a 760 nm, utilizando como blanco agua.

### *Flavonoides*

La determinación se realizó con base a la metodología descrita por Thomas *et al.* (1999). Colocando 0.250 mL de cada extracto más 1.25 mL de agua destilada y 75 µL de NaNO<sub>2</sub> al 7.5%, incubándose por 2 hrs a temperatura ambiente en completa oscuridad, la lectura será realizada en un espectrofotómetro de la marca Jenway (Single Cell Holder) a 415 nm, utilizando como blanco agua.

### *Material Biológico*

Las larvas de la familia Anisakidae serán colectadas mediante la disección de pescado Lisa (*Mugil curema*) comprados en la zona centro de Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México y transportados a 4 °C al laboratorio del área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia del Instituto de Ciencias Agropecuarias (ICAp) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

### *Necropsia*

La necropsia se realizará con base a lo descrito por la metodología de Noga (2010). Los pescados serán colocados decúbito lateral, realizándose un corte longitudinal desde el ano hasta la parte posterior del opérculo y un corte longitudinal desde el orificio anal, siguiendo la media hasta el opérculo dejando expuesta la cavidad celómica, el riñón y músculo epaxial serán examinados minuciosamente por separado (Zepeda-Velázquez *et al.*, 2017).

### *Parásitos*

Los parásitos recolectados deberán tener movimientos activos y ninguna lesión, serán lavados con solución estéril de NaCl al 0.9% 3 veces durante 5 minutos a 3 000 rpm, posterior al lavado se colocaron larvas en caja de Petri de plástico estéril, con distintas dosis del extracto acuoso de epazote (17.2, 34.48, 51.6 mg/g) y de cebolla (23.32, 46.64 y 69.96 mg/g). Los parásitos incubados a 37 °C utilizando como control negativo solución salina. Los parásitos fueron examinados a los 30 minutos, 1, 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48 y 72 horas (Zepeda-Velázquez, *et al.*, 2017). Para determinar la viabilidad y supervivencia de los parásitos se evaluó el movimiento empleando la siguiente escala: 3- movilidad visible, 2-reducción de la movilidad, 1- movilidad cansada por la estimulación y 0-muerte (Gómez, *et al.*, 2014).

## Discusión de resultados

### *Actividad antioxidante*

#### *Fenoles*

La determinación de fenoles de los extractos acuosos de epazote y cebolla por el método de Folin-Ciocalteu demostró el potencial antioxidante de cada género, en relación a la concentración de fenoles, el extracto acuoso de epazote ( $44.15 \pm 1.00$  mg EAG/100 g) tiene mayor concentración comparado con el de cebolla ( $3.666 \pm 0.0060$  mg EAG/100 g) la información se presenta en la Tabla 1. Algunos autores mencionan valores mayores en lo que respecta al extracto acuoso de las hojas de epazote, Villalobos-Delgado, *et al.* (2016) realizaron una infusión de epazote obteniendo un resultado de  $131.2 \pm 1.03$  mg EAG/100 g y un extracto etanólico de  $126.3 \pm 4.57$  mg EQ/100g, mayor al de la presente investigación, la diferencia reside en que la infusión se calentó a 40 °C por 1 hora y el extracto etanólico se maceró con etanol (1:20 p/v) realizándose una segunda extracción. Paizao *et al.* (2014) mencionan que en las hojas existe en abundancia compuestos fenólicos. Según Monzote (2010) el principal componente es el 1,4-porócido de p-menta-2-eno, ascaridol, el cual representa hasta un 85%, principalmente, otros elementos como carvicol,

pineno, fernantreno, terpineno, cimeno, cariofileno y apiol, los cuales han sido reportados en menor porcentaje. En relación a el extracto acuoso de cebolla se obtuvo un valor menor respecto al extracto de epazote con una concentración de fenoles de  $3.666 \pm 0.0060$  EAG/100 g, López-Martínez (2014) menciona que a partir de un extracto acuoso macerado por 3 horas obtuvo una concentración de fenoles de  $6.59 \pm 0.7$  mg EAG/100 g y a partir de un extracto etanólico  $24.3 \pm 2.2$  mg EAG/100 g. Pérez (2013) menciona que en la cebolla se encuentran fructanos, organosulfurados y compuestos fenólicos. Dentro de los compuestos fenólicos se encuentra la quercentina y el kaempferol. Es importante mencionar que la diferencia entre los compuestos fenólicos extraíbles a partir de un solvente etanólico y acuoso refleja la polaridad de los compuestos bioactivos presentes en cada extracto.

### Flavonoides

Dentro de los compuestos fenólicos se encuentran los flavonoides los cuales están recibiendo creciente atención gracias a su actividad biológica. En el presente trabajo el extracto acuoso de epazote obtuvo mayor concentración de flavonoides ( $0.1096 \pm 0.0057$  EC/100 g) comparado con el extracto acuoso de cebolla ( $0.1005 \pm 0.0047$  EC/100 g) (Tabla 1). Algunos autores como lo es Flores-Flores (2019), menciona que a partir de un extracto etanólico obtuvo  $19.64 \pm 4.37$  mg EC/100 g valor mayor que el obtenido en la presente investigación, Villalobos-Delgado, *et al.* (2016) a partir de una infusión de epazote con una segunda extracción obtuvo un valor de  $380.87 \pm 12.22$  EAG/100 g, esto ayuda a comprender que la concentración de compuestos activos en el medio depende directamente del solvente utilizado y de la metodología realizada. Algunos flavonoides presentes en las hojas de epazote se encuentran 3-O-glucósidos del caempferol, quercetina e isoramnetina. Por el contrario, la baja concentración obtenida a partir del extracto acuoso de cebolla es similar a la obtenida por López-Martínez, *et al.* (2014) de  $0.38 \pm 0.01$ , Fossen (1998) determinó que en las escamas de cebolla se encuentran distintos tipos de antioxidantes; quercetina 3,7,4-O- $\beta$ -triglucopiranósido junto con quercetina, Quercetina 4-O- $\beta$ -glucopiranósido y Quercetina, así mismo, se detectó una cantidad menor de taxifolina 4-O- $\beta$ -glucopiranoisida, taxifolin-4-O- $\beta$ -glucopiranósido.

### Taninos

Bernal y Camargo (2016) mencionan que los taninos tienen efecto directo en la cutícula larval y por consecuente ocasionan la muerte del parásito. Debido a que las plantas los utilizan como interacción ecológica y defensa contra condiciones adversas como lo es el ataque de herbívoros y microorganismos en general (Cabrera-Carrión, *et al.*, 2017). En el presente trabajo con las concentraciones anteriormente mencionadas se observó que los extractos acuosos de epazote ( $0.2930 \pm 0.0030$  mg EC/100 g) y cebolla ( $0.3653 \pm 0.0117$  mg EC/100 g) (Tabla 1) contienen bajas concentraciones de compuestos bioactivos, algunos autores como lo son; Jesús *et al.* (2018), Oviedo-Licon (2011), Adejumo (2011) concuerdan con que existe la presencia de taninos en el epazote y Shenoy, *et al.* (2009) en la cebolla, aunque los métodos no son cuantitativos confirman la presencia de taninos en ambos extractos.

Tabla 1. Determinación de fenoles, flavonoides y taninos, en los extractos acuosos de la hoja de epazote y de las escamas de cebolla.

Planta	Polifenoles mg EAG/100 g	Flavonoides mg EC/100 g	Taninos mg EC/100 g
Epazote	$44.1561 \pm 1.0021^a$	$0.1096 \pm 0.0057^a$	$0.2930 \pm 0.0030^a$
Cebolla	$3.666 \pm 0.0060^b$	$0.1005 \pm 0.0047^b$	$0.3653 \pm 0.0117^b$

En relación al contenido de fenoles, flavonoides y taninos, se observa en la Tabla 1, que los valores más altos corresponden al extracto acuoso de las hojas de epazote.

### Efecto de los antioxidantes sobre los nematodos de la familia Anisakidae

Se evaluó la efectividad del extracto acuoso de cebolla y de epazote, sobre los nematodos de la familia Anisakidae las distintas dosis del extracto de cebolla (23.32, 46.64 y 69.96 mg/g) no mostraron efecto antihelmíntico, por el contrario, la concentración más alta del extracto acuoso de epazote (17.2, 34.48, 51.6 mg/g) se encontró la inactivación de un nematodo. Bernal y Camargo (2016) mencionan que la actividad antihelmíntica de las plantas se debe a su potencial antioxidante, algunos otros autores confirman que al epazote se le atribuyen distintas actividades biológicas, entre las que se encuentra el efecto antiparasitario, antibiótico, antifúngico, antioxidante y un efecto antitumoral (Barros, *et al.*, 2013, Trivellato-Grassi, *et al.*, 2013, Jesús, *et al.*, 2018), así mismo, a la cebolla se le atribuye actividad antihelmíntica contra *Toxocara canis* y *Anchylostoma caninum* (Orengo, *et al.*, 2016) (Abhijeet, *et al.*, 2012). Los mecanismos por el cual los antioxidantes afectan a los nematodos aún es indefinido, sin embargo, es posible que los antioxidantes formen complejos con las proteínas de la superficie del parásito, causando disturbios en su metabolismo,

por lo cual la respuesta metabólica de los nematodos a los antioxidantes consistiría en desviar los nutrientes. Otra hipótesis planteada es que los antioxidantes tienen acción directa sobre la cutícula larval, debido a que está compuesta por altas concentraciones de glicoproteínas, que al ser destruidas y disminuidas ocasionan la muerte del parásito (Bernal y Camargo, 2016). Por lo anterior, es necesario realizar un incremento en la concentración de los extractos para obtener un mayor efecto nematocida, esto concuerda con Abhijeet, B. *et al.* (2012), quien menciona que, a mayor concentración de la planta en el solvente, mayor efecto.

#### Resumen de resultados

En el presente trabajo se estudió la inactivación de los nematodos de la familia Anisakidae expuestos a los extractos acuosos de epazote y de cebolla, determinando que el epazote inactivó un parásito, por el contrario, el extracto acuoso de cebolla no se encontró inactivación en ninguna dosis.

#### Conclusiones

El extracto acuoso de epazote logró la inactivación de un nematodo de la familia Anisakidae, sin embargo, no es suficiente para otorgarle el efecto nematocida. Por lo que requiere investigaciones futuras para mejores resultados.

#### Recomendaciones

El presente estudio sugiere incrementar la concentración de los extractos para obtener un mayor efecto nematocida.

### Referencias

- Adejumo, O.E., Kolapo, I.O. & Ayoola, M.D. (2011). Actividades fitoquímicas y anti-cosquilleo de *Entandrophragma utile*, *Chenopodium ambrosioides* y *Petiveria alliacea*. *Revista de Investigación de Plantas Medicinales*, 5 (9), 1531-1535.
- Barros, L., Pereira, E., Calheta, R.C., Dueñas, M., Carvalho, A.M., Santos-Buelga, C., & Ferreira, I.C. (2013). Bioactivity and chemical characterization in hydrophilic and lipophilic compounds of *Chenopodium ambrosioides* L. *Journal of Functional Foods*, 5, 1732-1740.
- Bernal-Peralta, A. & Camargo-Silva, A. (2016). Efecto *in vitro* de los taninos condensados de las plantas *Leucaena leucocephala*, *Calliandra calothyrsus* y *Flemingia macrophylla* sobre huevos y larvas (L<sub>3</sub>) de nematodos gastrointestinales de ovinos. Tesis, para obtener el título de Maestro en Ciencias Veterinarias. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.
- Cabrera-Carrión, J. L., Jaramillo-Jaramillo, C., Dután-Torres, F., Cun-Carrión, J., García, P. A., & de Astudillo, L. R. (2017). Variación del contenido de alcaloides, fenoles, flavonoides y taninos en *Moringa oleifera* Lam. en función de su edad y altura. *Bioagro*, 29(1), 53-60.
- Castellanos, J. R. G. (2008). Epazote (*Chenopodium ambrosioides*). Revisión a sus características morfológicas, actividad farmacológica, y biogénesis de su principal principio activo, ascaridol. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 7(1), 3-9.
- Fank-de-Carvalho, S. M., Bão, S. N., & Marchioretto, M. S. (2012). Amaranthaceae as a bioindicator of neotropical savannah diversity. *Biodiversity Enrichment in a Diverse World*, 235-262.
- Flores-Flores, J.A., López-Rodríguez, V., Hernández-López, D., Guzmán-Maldonado, S.H. (2019). Caracterización fenólica y capacidad antioxidante de plantas de uso medicinal. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 4 (2), 834-840
- Fossen, T., Pedersen, A. T., & Andersen, Ø. M. (1998). Flavonoids from red onion (*Allium cepa*). *Phytochemistry*, 47(2), 281-285. doi:[https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(97\)00423-8](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(97)00423-8)
- Gómez-Rincón, C., Langa, E., Murillo, P., Valero, M. S., Berzosa, C., y López, V. (2014) Activity of tea tree (*Maleulca alternifolia*) essential oil against L3 larvae of *Anisakis simplex*. *BioMed, Research International*. doi:10.1155/2014/549510.
- Jaramillo, B. E., Duarte, E., & Delgado, W. (2012). Bioactividad del aceite esencial de *Chenopodium ambrosioides* colombiano. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 17(1), 54-64.
- Jaramillo, B. E., Duarte, E., & Delgado, W. (2012). Bioactividad del aceite esencial de *Chenopodium ambrosioides* colombiano. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 17(1), 54-64.
- Jesus, R. S., Piana, M., Freitas, R. B., Brum, T. F., Alves, C. F. S., Belke, B. V., . . . Bauermann, L. d. F. (2018). In vitro antimicrobial and antimycobacterial activity and HPLC-DAD screening of phenolics from *Chenopodium ambrosioides* L. *Brazilian Journal of Microbiology*, 49(2), 296-302. doi:<https://doi.org/10.1016/j.bjm.2017.02.012>
- Jesús, R. S., Piana, M., Freitas, R. B., Brum, T. F., Alves, C. F. S., Belke, B. V., . . . Bauermann, L. d. F. (2018). In vitro antimicrobial and antimycobacterial activity and HPLC-DAD screening of phenolics from *Chenopodium ambrosioides* L. *Brazilian Journal of Microbiology*, 49(2), 296-302. doi:<https://doi.org/10.1016/j.bjm.2017.02.012>
- López-Martínez, L. X., Aguilar Cisneros, L. M., & Dublán-García, O. (2014). Actividad antioxidante e inhibidora de  $\alpha$ -glucosidasa y  $\alpha$ -amilasa de tres variedades de cebolla (*Allium cepa* L.). *Nova scientia*, 6(12), 234-347.
- Maniscalchi-Badaoui, M. T., Lemus-Espinoza, D., Marcano, Y., Nounou, E., Zacarías, M., & Narváez, N. (2015). Larvas anisakidae en peces del género mugil comercializados en mercados de la región costera nor-oriental e insular de Venezuela. *Saber*, 27, 30-38.
- Medina-Pérez, G., Zaldívar-Ortega, A. K., Cenobio-Galindo, A. D. J., Afanador-Barajas, L. N., Vieyra-Alberto, R., Estefes-Duarte, J. A., & Campos-Montiel, R. G. (2019). Antidiabetic Activity of Cactus Acid Fruit Extracts: Simulated Intestinal Conditions of the Inhibitory Effects on  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase. *Applied Sciences*, 9(19), 4066.
- Moreira, F., López, R. (2010). Anisakiasis. *Revista española de enfermedades digestivas*, 102 (3).
- Moreira, F., López, R. (2010). Anisakiasis. *Revista española de enfermedades digestivas*, 102 (3).
- Orengo, K., Maitho, T., Mbaria, J., N. M., & Kitaa, J. (2016). In vitro anthelmintic activity of *Allium sativum*, *Allium cepa* and *Jatropha curcas* against *Toxocara canis* and *Ancylostoma caninum*. *African journal of pharmacy and pharmacology*, 10, 465-471. doi:10.5897/AJPP2016.4551<sub>2</sub>

- Osuna, T., Tapia, P., Aguilar, C. (2005). Plantas medicinales de la medicina tradicional mexicana para tratar afecciones gastrointestinales: Estudio etnobotánico fitoquímico y farmacológico. Barcelona: Publicaciones y Ediciones de la Universidad de Barcelona, 130-131.
- Oviedo Licona, Y. A. (2011). *Estudio comparativo IN VITRO de la actividad antibacteriana de los extractos secos hidroalcohólicos al 70% de las hojas de Psidium Guajava (Sahuíto) y Chenopodium Ambrosioides (Paico) frente a bacterias que causan infecciones de las vías respiratorias y determinación de la toxicidad aguda en animales de experimentación*. Retrieved from <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/1063>
- Paixao, A., Mancebo, B., Sánchez, L., Walter, A., Fontes, P., Soca, M., Roque, E., Costa, E., Nicolau, S. (2014). Phytochemical screening of *Tephrosia vogelii* Hook, *Chenopodium ambrosioides*, *Cajanus cajan* and *Solanum nigrum* L. methanol extracts in Huambo province, Angola. *Revista de Salud Animal*. 36 (3). 164-169.
- Pardo, V. (2016). El anisakis y sus enfermedades como enfermedad profesional. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 62(244), 223-240.
- Pérez, H. (2013). Uso de tres compuestos orgánicos líquidos en la calidad de cebolla (*Allium cepa*) (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México.
- Puccio, F., Cifarelli, D., Blanco, F., López, E., Sarmiento, L., Ordaz, R., . . . Ghezzi, M. E. (2008). Reactividad alérgica a *Anisakis simplex* y su asociación con asma bronquial en niños escolares del estado Nueva Esparta, Venezuela. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 48, 145-152.
- Quiñones-Silva, J., Sánchez-Aldehuelo, R., Solorzano, C., Zamorano, M., & Parejo-Carbonell, S. (2019). Anisakiasis como diagnóstico diferencial de dolor abdominal agudo en urgencias. *Revista de Gastroenterología del Perú*, 39, 171-174.
- Reyes-Rodríguez, N.E, Vega, S., Gómez, A., García, R., González, R., Zepeda, V. (2020). Species of Anisakidae nematodes and *Clinostomum spp.* Infecting lisa *Mugil curema* (Mugilidae) intended for human consumption in Mexico. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 29 (1).
- Santas, J., Almajano, M. P., & Carbó, R. (2010). Antimicrobial and antioxidant activity of crude onion (*Allium cepa*, L.) extracts. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(2), 403-409. doi:10.1111/j.1365-2621.2009.02169.x
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In *Methods in Enzymology*. 299, 152-178. DOI: [10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1).
- Thomas, J. (1999) Oxidative stress and oxidant defense. *Modern Nutrition in Health and disease, 9th edn*. Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins, 751-760.
- Trabelsi, N., Nalbone, L., Marotta, M., Taamali, L., Giarratana, F. (2019). Effectiveness of five flavored Tunisian olive oils on *Anisakis* spp larvae type 1: application of cinnamon and Rosemary oil in industrial anchovy marinating process. *Science of food and agricultura*. 99, 4808-4815.
- Trivellato-Grassi, L., Malheiros, A., Meyre-Silva, C., da Silva Buss, Z., Monguilhott, ED, Fröde, TS, ... & de Souza, MM (2013). Del uso popular a la validación farmacológica: un estudio de los efectos antiinflamatorios, antinociceptivos y curativos del extracto de *Chenopodium ambrosioides*. *Revista de Etnofarmacología*, 145 (1), 127-138.
- Tsao, R. (2010). Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols. *Nutrients*, 2(12), 1231–1246. <https://doi.org/10.3390/nu2121231>
- Villalobos-Delgado, L. H., González Mondragón, E. G., Salazar Govea, A. Y., Santiago-Castro, J. T., & Ramírez Andrade, J. (2016). The antioxidant epazote effect (*Chenopodium ambrosioides* L.) on raw ground beef. *Nacameh*, 10(2), 35-48.
- Vysochina, GI (2010). Flavonoides del género *Chenopodium* L. de la flora mundial. *Revista rusa de química bioorgánica* , 36 (7), 787-792.

# LA EDUCACIÓN JURÍDICA EN TIEMPOS DE PANDEMIA: LA EXPERIENCIA EN LA FACULTAD DE DERECHO MEXICALI DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Dr. Roberto Castro Pérez<sup>1</sup> y Dra. María Erika Cárdenas Briseño<sup>2</sup>

**Resumen**— En el presente trabajo, con base en investigación documental y de campo, incluyendo la experiencia personal de los autores, se analizan el proceso y los efectos de la conversión forzosa de cursos presenciales a cursos a distancia en la Facultad de Derecho Mexicali, de la Universidad Autónoma de Baja California, México, entre la segunda mitad de marzo y octubre de dos mil veinte, a raíz de la contingencia sanitaria por la pandemia de COVID-19, durante la cual se implementaron estrategias que partieron del uso discrecional de la tecnología y evolucionaron a la capacitación general del profesorado y el uso exclusivo de la plataforma institucional de educación a distancia. Con las reservas pertinentes por tratarse de un evento en curso, pero estimando que la importancia y actualidad del tema obligan a su estudio y discusión con la seriedad que exige la formación profesional, se concluye que la educación jurídica a distancia debidamente planificada y llevada con la disciplina debida por los docentes y el alumnado puede suplir exitosamente a la educación presencial pero solamente en parte, considerando que tiene límites muy claros y no está exenta de diversos riesgos.

**Palabras clave**— Educación jurídica. Educación a distancia. Contingencia sanitaria.

## Introducción

La carrera profesional de Derecho tradicionalmente ha sido una de las más importantes y demandadas en México y en consecuencia una de las más ofertadas por las instituciones de educación superior, tanto públicas como privadas. Diversas expectativas —no siempre cumplidas en los hechos— han motivado esto en comparación con otras carreras: mayor accesibilidad económica, menor grado de dificultad, amplio campo de trabajo, posibilidad de influir positivamente en el sistema, razonable expectativa de ingresos y adquisición de un buen estatus social<sup>3</sup>.

Según la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES)<sup>4</sup>, en el ciclo escolar 2019-2020 la matrícula total nacional de la licenciatura en Derecho fue de 375 544 estudiantes (equivalente al 8.8% del total de estudiantes de licenciatura en el país), de los cuales 255 732 (equivalente al 68.09%) la cursaron en modalidad escolarizada y 119 812 (equivalente al 31.90%) la cursaron en modalidad no escolarizada<sup>5</sup>.

La carrera de Derecho, además, ha sido una de las que ha logrado una paridad de género, ya que de la matrícula total antes mencionada, 197 822 (equivalente al 52.67%) eran mujeres y 177 722 (equivalente al 47.32%) eran hombres<sup>6</sup>.

La Universidad Autónoma de Baja California (UABC), como principal institución de educación superior del Estado de Baja California y una de las más destacadas universidades de la región noroeste del país, imparte el programa de Licenciado en Derecho en sus tres campus de Ensenada, Mexicali y Tijuana, exclusivamente en modalidad presencial, que en el precitado ciclo 2019-2020 fue cursado por 8 270 alumnos (equivalente al 12.97%

<sup>1</sup> El Dr. Roberto Castro Pérez es profesor de tiempo completo de la Facultad de Derecho Mexicali, de la Universidad Autónoma de Baja California, México. rocasper@uabc.edu.mx (**autor corresponsal**)

<sup>2</sup> La Dra. María Erika Cárdenas Briseño es profesora de tiempo completo de la Facultad de Derecho Mexicali, de la Universidad Autónoma de Baja California, México. maria.erika.cardenas.briseno@uabc.edu.mx

<sup>3</sup> Fix-Fierro y López-Ayllón (2006), en una encuesta aplicada a 339 estudiantes de Derecho en la Ciudad de México, respecto a las tres razones principales para estudiar esa carrera, obtuvieron los siguientes resultados: el 42.5% dijo por igual “obtener beneficios económicos”, “diversidad de oportunidades profesionales” y “mejoramiento del sistema jurídico”; el 41.6% dijo “promover la justicia”; el 40.4% dijo “resolver conflictos”, mientras que el 18.3% mencionó la “influencia de amigos y parientes”.

<sup>4</sup> Anuario estadístico de la población escolar en educación superior. Ciclo escolar 2019-2020.

<sup>5</sup> Pérez Hurtado (2009) afirma que en el ciclo académico 1997-1998 el número de estudiantes de la carrera de Derecho era de 170 210 y que en el ciclo 2006-2007 ya era de aproximadamente 240 000.

<sup>6</sup> En esto la licenciatura en Derecho contrasta con otras carreras profesionales que, por el predominio de uno o de otro género tradicionalmente se identifican como “masculinas” (ingeniería, manufactura y construcción: 69.66% hombres y 30.33% mujeres; tecnologías de la información y comunicación: 76.53% hombres y 23.46% mujeres) o “femeninas” (enfermería: 77.38% mujeres y 22.61% hombres; psicología: 73.88% mujeres y 26.11% hombres; educación: 74.98% mujeres y 25.01% hombres). Fuente: ANUIES. Anuario estadístico... (op.cit.).

del total de estudiantes de licenciatura de la misma universidad y al 58.98% del total de estudiantes de la carrera de Derecho en Baja California). Del número anterior, 2 422 alumnos (1 275 mujeres y 1 147 hombres) cursaron la carrera en la Facultad de Derecho Mexicali<sup>7</sup>.

En estas circunstancias, se enfrentó el inicio de la mayor pandemia en lo que va del siglo XXI, que puso a prueba la capacidad de organización, resistencia y adaptación de la comunidad universitaria.

### Descripción del Método

Para la recolección de datos, además de la revisión de fuentes documentales recientes sobre educación jurídica y datos estadísticos, los autores se basaron en la revisión detallada de los diversos comunicados de las autoridades universitarias, así como en la observación y análisis de la información intercambiada en redes sociales por profesores y alumnos entre el 17 de marzo y el 1 de octubre de 2020. Se incluye asimismo la experiencia propia de los autores como miembros del personal docente de la Facultad de Derecho Mexicali. Las restricciones impuestas por la misma contingencia sanitaria no hicieron factible la aplicación de una encuesta o la observación de campo.

### Resultados

#### *Primeras medidas ante la contingencia sanitaria*

El 11 de marzo de 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró que el virus SARS-CoV2 y la enfermedad COVID-19 debían calificarse como una pandemia<sup>7</sup>, llamando a los países a adoptar medidas urgentes y agresivas de contención.

A las 10:00 horas del 17 de marzo, la UABC emitió un primer aviso de suspensión de clases presenciales del 23 de marzo al 18 de abril. Posteriormente, a las 17:00 horas del mismo día, se dio un segundo aviso adelantando el inicio de clases en línea a partir del día siguiente, 18 de marzo, por medio de la plataforma de Blackboard, suspendiéndose además todos los servicios profesionales y prácticas<sup>8</sup>, y se dispuso que el personal académico, administrativo y de servicios continuara laborando según los acuerdos con la autoridad inmediata, es decir, con el director de la unidad académica de adscripción.

Sin embargo, en la Facultad de Derecho Mexicali, dada la modalidad presencial exclusiva del programa educativo, eran pocos los profesores que conocían debidamente el manejo de la plataforma Blackboard y aún menos quienes la empleaban con regularidad, prefiriendo como complemento o apoyo de sus actividades frente al grupo el correo electrónico, redes sociales como Facebook o WhatsApp, o bien plataformas como Google Classroom. Por ello, se autorizó discrecionalmente al personal docente a emplear el medio de comunicación que prefiriera —o que ya hubiese estado utilizando previamente— con sus respectivos grupos, con las únicas obligaciones de ajustarse al material del curso, respetar su horario de clase y rendir un informe semanal de sus actividades al coordinador de área correspondiente.

Así, las actividades académicas se convirtieron en una mezcla de clases en vivo por videosección, clases grabadas, clases por escrito remitidas o publicadas diariamente, junto con ejercicios, tareas, trabajos y exámenes a distancia.

#### *Se extiende el aislamiento por primera vez*

Mediante decreto publicado el 27 de marzo, el Presidente de la República declaró diversas acciones extraordinarias en las regiones afectadas de todo el territorio nacional en materia de salubridad general, para combatir la pandemia, entre las cuales se contempló la necesidad de que, además de las señaladas expresamente en el citado decreto, la Secretaría de Salud implementara las demás que se estimaran necesarias.

En complemento de ello, el 30 de marzo el Consejo de Salubridad General publicó el acuerdo por el que se declaró como emergencia sanitaria por causa de fuerza mayor, a la epidemia de enfermedad generada por el virus SARS-CoV2 (COVID-19), señalando que la Secretaría de Salud determinaría todas las acciones que resultaran necesarias para atender dicha emergencia.

Con fundamento en lo anterior, el 31 de marzo se publicó el acuerdo del secretario de Salud que ordenó, entre otras medidas, la suspensión inmediata, del 30 de marzo al 30 de abril de 2020, de las actividades no esenciales.

En congruencia con ello, el mismo 31 de marzo la UABC anunció que el plazo de actividades académicas y administrativas a distancia se extendía hasta el 30 de abril.

<sup>7</sup> ANUIES. Anuario estadístico ... (op.cit.).

<sup>8</sup> Con excepción de las actividades de los médicos internos de pregrado y médicos pasantes en servicio social con plaza federal, quienes continuarían laborando en las unidades hospitalarias de su adscripción hasta el 7 de abril, fecha en que ante el peligro grave de contagio se dispuso su retiro.

De acuerdo al calendario escolar para el semestre 2020-1, las clases concluirían el 30 de mayo, los exámenes ordinarios se aplicarían del 1 al 6 de junio y los exámenes extraordinarios del 15 al 18 de junio. De ahí que, con actitud optimista, se llegó a suponer que se contaría con al menos el último mes de clases presenciales, lo que permitiría recomponer las omisiones y deficiencias en que involuntariamente pudiera haberse incurrido durante las clases en línea, situación que ya empezaba a advertirse debido a las fallas en el servicio de internet o la carencia de medios por parte de algunos alumnos para seguir las clases a distancia.

### *Segunda extensión del aislamiento*

Ante la persistencia de la contingencia sanitaria, el 23 de abril la UABC comunicó que el retorno a las actividades escolares presenciales quedaba establecido para el 1 de junio, agregando que los exámenes ordinarios y extraordinarios deberían aplicarse, preferentemente, en modalidad no presencial, lo que equivalía a concluir el semestre 2020-1 a distancia.

Para estas fechas, tras más de un mes de aislamiento —no atenuado por las vacaciones de Semana Santa, que en la mayoría de los casos no pudieron disfrutarse como tales—, el cansancio de muchos profesores y alumnos era evidente. Ambos advertían que el trabajo a distancia duplicaba el tiempo normal de actividades presenciales, independientemente del estrés que causaban las horas pasadas frente a las pantallas de computadoras y celulares.

Ante esta situación, se autorizó la baja extemporánea a los alumnos que desearan hacerlo, a fin de evitarles el perjuicio derivado de la no aprobación de materias.

### *El periodo de ampliación académica*

El 30 de mayo el rector de la UABC emitió un acuerdo<sup>9</sup>, dando a conocer lo siguiente:

- a) Los exámenes ordinarios se aplicarían a distancia del 1 al 6 de junio. Sin embargo, quienes no aprobaran no aparecerían con nota reprobatoria en la lista de calificaciones, sino con la nomenclatura “PA” (periodo de ampliación);
- b) En atención a las diversas dificultades expresadas por la comunidad estudiantil, los alumnos que no hubieran continuado sus asignaturas bajo la modalidad no presencial, contarían con un periodo de ampliación académica del 3 al 28 de agosto, en el que podrían cursar y concluir su carga académica. Asimismo, quienes no hubieran optado por la baja extemporánea y no hubieran obtenido calificación aprobatoria, podrían integrarse al mencionado periodo;
- c) Las unidades académicas podrían solicitar a sus profesores que durante el mes de junio impartieran asesorías a quienes no aprobaran los exámenes ordinarios, a fin de que pudieran integrarse debidamente al periodo de ampliación académica, y
- d) Los exámenes extraordinarios se aplicarían del 29 de agosto al 2 de septiembre.

Como puede apreciarse, el periodo de ampliación académica, precedido por casi un mes de asesorías, pretendía remediar cualquier resultado adverso del periodo regular. Esto en general fue aceptado por la planta docente, aunque no faltaron críticas aisladas en cuanto a que, en el afán de ayudar de buena fe a quienes verdaderamente no habían podido seguir el curso regular, se daba una ocasión fácil de aprobar a quienes por mera desidia o negligencia se habían ausentado hasta entonces y evitado el trabajo pesado, lo que era injusto.

Independientemente de las circunstancias individuales, en la mayoría de los casos los alumnos que participaron en el periodo de ampliación académica lograron aprobar las materias respectivas, por lo que puede decirse que cumplió su propósito.

### *La preparación al semestre 2020-2*

El periodo de ampliación académica obligó a la modificación del calendario de actividades escolares, ya que el semestre 2020-2, que originalmente debía haber iniciado el 10 de agosto, tuvo que empezar hasta el 14 de septiembre, para concluir el 19 de diciembre.

Se determinó claramente que los cursos se impartirían a distancia, salvo que las condiciones sanitarias permitieran regresar a la modalidad presencial antes de concluirlo.

Asimismo, en esta ocasión se estableció que la única plataforma que podría utilizarse sería Blackboard. Para la debida capacitación de los docentes, se requirió a todo el personal docente realizar tres cursos autoadministrados en la misma plataforma:

- a) Blackboard para el trabajo en línea;
- b) Conducción de cursos en línea, y
- c) Diseño instruccional para cursos en línea.

<sup>9</sup> Gaceta Universitaria. Edición especial no. 443, 30 de mayo de 2020.

Tras esta capacitación, realizada entre julio y agosto del 2020, cada docente dejó preparado su curso completo en plataforma, reduciendo al mínimo los riesgos de omisiones o la necesidad de improvisar.

A lo anterior, debe añadirse el apoyo de la misma Universidad a los alumnos que lo soliciten, con el préstamo de computadoras portátiles (laptops) y paquetes didácticos impresos, preparados por los profesores de cada materia.

### Comentarios Finales

#### Conclusiones

Toda vez que era imposible prever la actual contingencia sanitaria, es explicable que la respuesta inicial de la UABC durante el semestre 2020-1, en la que se vio obligada a transformar de un día para otro cursos en modalidad presencial a cursos en modalidad a distancia, haya carecido de uniformidad, a pesar de lo cual la conducta de profesores y alumnos fue positiva, lográndose en la mayoría de los casos un resultado aprobatorio. Por su parte, la conducta de las autoridades universitarias fue prudente al buscar proteger en todo momento el bien mayor, que es la salud de quienes integran su comunidad, a la vez que no escatimó recursos para facilitar el acceso a la educación de buena calidad al mayor número posible de alumnos, aún a costa de alterar el calendario escolar.

Asimismo, la experiencia mencionada fue debidamente aquilatada para el actual semestre 2020-2, previo al cual se logró la capacitación básica del profesorado en el uso de la plataforma institucional Blackboard. Esto permite suponer que, a pesar de que no sea posible pronosticar con exactitud la duración de la actual pandemia, el servicio de educación superior continuará otorgándose sin interrupción.

No obstante lo anterior, debe advertirse que, aún con la mejor voluntad, existirán casos en los cuales la educación a distancia no sea efectiva o no sea posible, tanto por carencia del equipo adecuado, como por la inexistencia o ineficiencia del servicio de internet, sin mencionar las posibles fallas de la plataforma institucional.

#### Recomendaciones

Es pertinente que se continúe con la capacitación del profesorado en el uso óptimo de la plataforma Blackboard. lo que no solamente redundará en el máximo aprovechamiento de los recursos didácticos disponibles, sino que además permitirá a futuro contar con una base docente apta para la creación y operación del programa de Licenciado en Derecho en modalidad a distancia, que a la fecha no existe.

### Referencias

*Acuerdo que establece un periodo de ampliación académica para la conclusión del periodo escolar 2020-1 de la Universidad Autónoma de Baja California*, en *Gaceta Universitaria*, Edición especial no. 443, Mexicali, 30 de mayo de 2020.

Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. “Anuario estadístico de la población escolar en educación superior. Ciclo escolar 2019-2020”. Consultado el 1 de octubre de 2020 en <http://www.anui.es/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>.

Fix-Fierro, H. y López-Ayllón, S. “De las buenas y malas razones para estudiar ‘leyes’. Análisis de una encuesta a estudiantes de derecho en la Ciudad de México”, en *Del gobierno de los abogados al imperio de las leyes. Estudios sociojurídicos sobre educación y profesión jurídicas en el México contemporáneo*. Fix-Fierro, H. (editor). Serie Doctrina Jurídica núm. 352. México. Universidad Nacional Autónoma de México. 2006.

Pérez Hurtado L.F. “La futura generación de abogados mexicanos. Estudio de las escuelas y los estudiantes de Derecho en México”. México. Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Investigaciones Jurídicas. Centro de Estudios sobre la Enseñanza y el Aprendizaje del Derecho. A.C. 2009.

## Desafíos de una empresa familiar yucateca al enfrentar una pandemia: estudio de caso

Lic. Alejandra Ceballos Vidal<sup>1</sup>, Dra. Ruth Noemí Ojeda López<sup>2</sup>

**Resumen**— La pandemia por COVID19 ha afectado de diferentes maneras a las empresas de todos los giros, tipos y tamaños. Para tener un panorama más amplio que ayude a afrontar situaciones similares en el futuro, resulta relevante estudiar distintos casos. Este artículo documenta la realidad de un laboratorio de análisis clínicos, el cual es una empresa familiar ubicada en Tizimín, Yucatán, México. Por medio de entrevistas y observación, se conocen los problemas y desafíos que ha traído consigo este fenómeno fuera de lo común, y los cambios que ha obligado a implementar. Las afectaciones fueron evidentes y los cambios diversos; desde una caída abrupta en las ventas, hasta la captación de nuevos clientes. Las acciones tomadas se muestran correctas, algunas implicando costos extra, pero significando un beneficio a mediano y largo plazo.

**Palabras clave**—empresa familiar, estudio de caso, gestión del cambio, pandemia, COVID19

### Introducción

No existe una definición unificada de lo que es una empresa familiar, sin embargo Chua, Chrisman y Sharma (2005), citados por Molina, Botero y Montoya (2016) mencionan tres elementos esenciales de la empresa familiar: 1. La propiedad, 2. La empresa y 3. La familia. Belausteguigoitia (2017), por su parte, define una empresa familiar como “una organización controlada y operada por los miembros de una familia”(p.41).

Las empresas familiares son de gran importancia para la economía de un país, ya que aportan más del 50% del Producto Interno Bruto y cada vez son fuentes más importantes de generación de empleos (Neubauer y Lanck, 1998, citados por Doder, 2019). Belausteguigoitia (2017) señala que en México, 9 de cada 10 empresas son familiares, sin embargo, solamente aproximadamente una de cada tres logra pasar a la siguiente generación.

Este tipo de empresas, por su naturaleza, suelen ser más complicadas que las no familiares, enfrentan desafíos particulares y tienen un alto índice de mortalidad; el elemento familia es lo que distingue a una empresa familiar de una no familiar, y es lo que la hace más compleja. Si todo esto sucede en escenarios habituales, entonces ¿qué dificultades peculiares encontrará una empresa familiar al enfrentarse a un escenario poco común como lo es una pandemia?

La pandemia por COVID-19 es la problemática sanitaria más grande hasta ahora que ha afectado a todo el mundo en el siglo XXI. Este fenómeno ha puesto en riesgo no solo la salud sino la economía de gran cantidad de países alrededor del globo terráqueo.

El inicio de esta emergencia sanitaria se remonta a finales de diciembre de 2019 en Wuhan, China, donde el 31 de ese mes se reporta a la Organización Mundial de la Salud (OMS) los primeros casos de neumonía pero el virus se encontraba aún desconocido. El 7 de enero de 2020, China confirma la identificación del virus como un nuevo coronavirus; durante ese mes el virus se propaga a distintos países y el 30 de enero de 2020 la OMS declara al coronavirus una emergencia internacional de salud pública. La llegada del COVID-19 a México se dio a conocer el 28 de febrero de 2020, durante la conferencia matutina del presidente y el 12 de marzo se vieron los primeros efectos en la economía mexicana, al experimentar el primer mínimo histórico del peso frente al dólar y la caída del 7% de la Bolsa Mexicana de Valores (BVM). El 14 de marzo, el secretario de educación informó la suspensión de clases a partir del 20 de marzo y el secretario de salud dio a conocer medidas para evitar la propagación del virus, entre las cuales contemplaban la suspensión de actividades no esenciales y reprogramación de eventos masivos. El 30 de marzo, México entró en emergencia sanitaria.

Debido a la suspensión de actividades no esenciales y el cierre de fronteras, muchas empresas se vieron obligadas a suspender operaciones, quedándose sin ingresos por varias semanas; esto desencadenó una gran cantidad de despidos, disminución de la remuneración a los empleados y cierre definitivo de empresas.

Las organizaciones que lograron sobrellevar la suspensión de actividades no esenciales, tuvieron la posibilidad de reabrir aplicando medidas de seguridad sanitaria estipuladas por el gobierno federal el 29 de mayo de 2020, como parte de lo que nombraron “la nueva normalidad”.

Con el objetivo de conocer cuáles son las dificultades que experimenta una empresa familiar en el contexto antes descrito, y entender cómo las enfrenta, se decidió estudiar un caso en particular.

<sup>1</sup> Alejandra Ceballos Vidal es Licenciada en Administración y Desarrollo Empresarial, y estudiante de Maestría en Gestión y Cambio Organizacional. [ale.ceb@outlook.com](mailto:ale.ceb@outlook.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> La Dra. Ruth Noemí Ojeda López es Profesora en la Universidad Autónoma de Yucatán, México. [ruth.ojeda@correo.uady.mx](mailto:ruth.ojeda@correo.uady.mx)

La empresa analizada es un laboratorio de análisis clínicos ubicado en la ciudad de Tizimín, Yucatán, México, cuya fundación fue en 1992. A la fecha cuenta con una unidad matriz, una sucursal en un estado vecino y una toma de muestra en un municipio cercano; ofrecen análisis clínicos de rutina y especializados. Su plantilla laboral consta de 11 personas, de las cuales cinco son miembros de la familia. Cabe recalcar que la empresa no tuvo la necesidad de suspender sus operaciones, ya que al ser una empresa dedicada a servicios de salud, su giro es considerado como una de las actividades esenciales en el país.

### Descripción del Método

La obtención de información se realizó a través de revisión documental, entrevistas semi-estructuradas y observación. Para estudiar el caso se utilizó un modelo teórico de Belausteguigoitia (2017).

Las entrevistas se realizaron a los familiares que laboran en la empresa, y que con motivo de su posición jerárquicas en el organigrama están involucrados en la toma de decisiones en la empresa. El objetivo de esta herramienta fue conocer, en voz de quienes lo experimentaron, la manera en que afectó la pandemia a su empresa, tanto a sus empleados como a los directivos; las limitaciones que surgieron, los cambios que debieron realizar, las decisiones difíciles que debieron tomar y los retos que debieron superar para asegurar la permanencia de la empresa a pesar de las adversidades.

El modelo utilizado fue el modelo de equilibrio empresa-familia, propuesto por Belausteguigoitia (2017) para explicar, a través de una sencilla analogía, el difícil problema de mantener un equilibrio sano entre la empresa y la familia. La analogía se basa en un barco constituido por tres partes: proa (representando a la familia), popa (representando a la empresa), y cabina de mando (representando al empresario). El barco puede navegar en la medida que el agua no entre a él. Cuando las condiciones de navegación son peligrosas, la tripulación se siente en peligro y puede pedir al capitán que incline el barco para alejarse del agua.

Si el capitán inclina demasiado el barco, por ejemplo, hacia la popa (Figura 1), dando prioridad a la familia, el agua podría entrar por el lado de la empresa, lo que pondría en peligro a la organización entera. En este sentido, se debe buscar mantener el barco en una posición de tal manera que ninguno de los dos lados del barco peligrare en inundarse por el movimiento del agua.

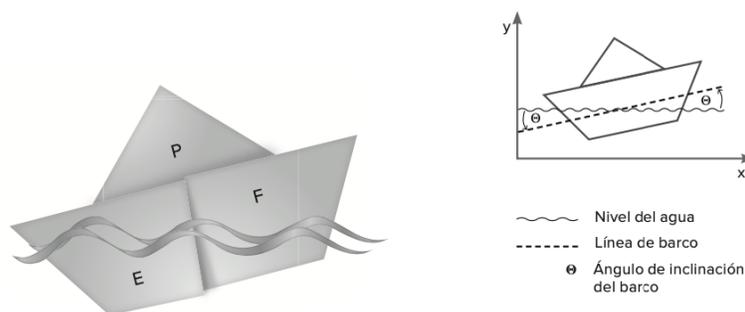


Figura 1. Modelo de equilibrio empresa-familia, Belausteguigoitia (2017)

A pesar de que la empresa familiar es más compleja que la analogía del barco, este modelo teórico nos ayuda a ilustrar la necesidad de lograr un equilibrio dinámico entre las partes de empresa y familia (Belausteguigoitia, 2017).

### Comentarios Finales

Tras la realización de entrevistas y observación en el lugar de trabajo, se recolectó información de interés con la cual se llegaron a las conclusiones y recomendaciones mencionadas en este apartado.

#### Resultados

La pandemia ha afectado económicamente a la empresa de distintas maneras, desde abruptos cambios en sus ingresos, pasando por incremento de sus costos, hasta llegar a la recuperación de sus ventas. Todos los integrantes de la empresa fueron impactados por el fenómeno, tanto miembros de la familia como empleados. Así mismo, se han requerido implementar cambios en la empresa para atender las necesidades de protección que trajo consigo esta nueva enfermedad.

Al principio de la emergencia por COVID19 en México, a finales del mes de marzo, las ventas de la empresa cayeron abruptamente, debido principalmente a que la población en general vio afectada su economía por la

interrupción de actividades en las empresas, además que evitaban salir de sus hogares. A su vez, por el aumento en la demanda de artículos de higiene y salud, se incrementaron los costos de insumos de uso habitual en el laboratorio, como son el alcohol, guantes, cubrebocas, agua bidestilada, y ciertos reactivos, entre otros.

Las actividades en la unidad matriz no se interrumpieron, sin embargo, el horario se acortó. Por otra parte, el cierre de fronteras convirtió en todo un desafío el traslado habitual entre las unidades de trabajo, en consecuencia, la toma de muestra limitó su servicio a un par de días a la semana y la sucursal modificó su horario; esto sucedió puesto que los trabajadores viajan diariamente de la ciudad donde se encuentra la matriz hacia las otras dos unidades de trabajo que se encuentran, una en un municipio cercano y otra en un estado vecino.

A principios de abril, la empresa decidió enviar a sus colaboradores a sus hogares por un mes recibiendo pagos de salario mínimo, con un doble propósito: resistir los problemas económicos que experimentaba y salvaguardar la salud de sus empleados. Finalizando este periodo, a principios de mayo, los empleados regresaron a sus labores, solo que con horarios y sueldos menores a los habituales.

Por la emergencia sanitaria, aumentó la demanda de servicios en los centros de salud y hospitales públicos, los cuales vieron sobrepasada su oferta. Consecuentemente, los pacientes empezaron a buscar opciones privadas y a precios accesibles para atender sus necesidades de salud; detectando este suceso, la empresa disminuyó algunos de sus precios, creó paquetes a precio especial y aplicó descuentos, con el fin de captar este nuevo mercado y ayudar a personas de escasos recursos que requerían análisis clínicos. Al mismo tiempo, se promovió la toma de muestra a domicilio sin costo extra para el paciente, para fomentar que la gente se quede en casa y evite ponerse en riesgo; los químicos encargados de realizar este servicio en su totalidad son miembros de la familia, ellos otorgan su tiempo y transporte para realizarlo, pero no reciben remuneración extra por esta tarea.

En junio, la empresa empezó a recuperarse, lo que hizo posible a los empleados recobrar su sueldo habitual. De la misma manera, se regresó al horario habitual.

Con la llegada del mes de julio, los ingresos han aumentado paulatinamente. Muchas empresas han regresado a sus actividades normales y la sociedad en general ha empezado a salir de sus hogares. Las ventas de la empresa se incrementaron gracias a convenios concretados con otras empresas y por la implementación de nuevas pruebas de laboratorio.

Desde el inicio del problema sanitario por COVID19, se incorporó el uso de cubrebocas, gel antibacterial, desinfección frecuente de las áreas donde transitan los pacientes y tapete desinfectante en la entrada del establecimiento. Ahora bien, con la llegada de la llamada nueva normalidad, se incrementaron las medidas de prevención. Desde entonces, la desinfección se realiza con mayor atención y constancia, en todo el establecimiento y a todas las cosas que se manipulen, tanto dinero, como herramientas de trabajo, incluso calculadoras y bolígrafos; además, todos los trabajadores deben portar un equipo de protección durante su turno y desinfectarlo al finalizar, éste consta de un traje completo, cubrebocas, guantes, careta y botas quirúrgicas. La implementación de las nuevas medidas sanitarias es un cambio que ha implicado costos adicionales para la empresa, así como tiempo extra de limpieza para todos los integrantes de la misma.

### *Conclusiones*

Los resultados evidencian los efectos que se desencadenan en la empresa familiar estudiada con motivo de la pandemia por COVID19 que se está presentando a nivel mundial en el año 2020.

Al ser una empresa del ramo de la salud, las afectaciones que sufrieron fueron diferentes en comparación con empresas de otros ramos. Se puede observar como ventaja la posibilidad de laborar de forma habitual durante la emergencia sanitaria, sin tener que suspender sus actividades por decreto gubernamental; por otra parte, como desventaja se puede ver el aumento de precios en sus insumos habituales, como efecto del incremento en la demanda en artículos médicos a causa de esta emergencia de salud.

Pese a que la pandemia trajo consigo diversas dificultades, la empresa logró adaptarse a los cambios del entorno, aprovechando las oportunidades que se presentaban por el mismo fenómeno. Al encontrarse en esta situación poco común, en la empresa se debieron tomar decisiones arriesgadas, las cuales se consultaron en familia; si bien se encontraron perspectivas diferentes sobre el manejo del dinero en un momento de crisis como es esta pandemia, gracias al diálogo, la familia pudo llegar a un consenso y realizaron las adecuaciones necesarias en la empresa.

Tomando el modelo de equilibrio empresa-familia de Beausteguigoitia (2017), la empresa analizada ha inclinado ligeramente su barco dando prioridad a la empresa sobre la familia en el contexto de la crisis sanitaria por COVID19. Esto se ha observado en las acciones que han tomado los miembros de la familia para salvaguardar la salud de todos los integrantes de la empresa, tanto como para buscar la permanencia de la empresa a pesar de las dificultades. Los miembros familiares han entregado su tiempo y recursos sin recibir remuneraciones o gratificaciones extra.

Al ser una empresa familiar, existe un sentido de familia entre todos los integrantes de la empresa, aunque no haya lazos sanguíneos, y cierto grado de paternalismo; se percibe un sentido de obligación por parte de la empresa hacia sus empleados, pero también en sentido contrario.

La salud de todos los integrantes de la empresa siempre es prioridad, sobre todo por el tipo de servicio que se ofrece al público, ya que al ser un laboratorio de análisis clínicos, el personal se encuentran en contacto constante con pacientes y muestras biológicas; los empleados no tienen la obligación de pagar por su equipo de protección y tienen la posibilidad de llevar a casa las caretas y cubrebocas que les otorga la empresa. La empresa cubre completamente los nuevos gastos de equipo de protección y productos de desinfección.

### Recomendaciones

- Contar con una reserva económica de emergencia para hacer frente a imprevistos como lo está siendo la pandemia por COVID19.
- Calcular el costo de realización de una toma de muestra a domicilio y medir la frecuencia de ejecución para agregar el costo prorrateado al precio de las pruebas, evitando así costos ocultos.
- Continuar con las medidas de higiene y prevención por tiempo indeterminado, evitando relajar la aplicación de las mismas.
- Colocar posters con las recomendaciones de salud, a la vista de los clientes, para reforzar y fomentar las medidas de prevención, no solo con los trabajadores sino con cualquier persona que ingrese al establecimiento.
- Determinar las acciones a tomar en caso de que un empleado contraiga COVID19.
- Preparar un plan para hacer frente a la ausencia de empleados con motivo de enfermedad.
- Prever el aumento de precios en insumos y el retraso en la entrega de los mismos, para evitar escasez que pueda perjudicar las actividades habituales.
- De ser posible, realizar convenios con los proveedores para mantener los precios lo más estable posible.

### Referencias

Belausteguigoitia, I. (2017). *Empresas familiares: Dinámica, equilibrio y consolidación*. México: Mc Graw Hill.

CNN Español. (14 de Mayo de 2020). Cronología del coronavirus: así empezó y se ha extendido por el mundo el mortal virus pandémico. Consultado el 26 de Julio de 2020 en: <https://cnnespanol.cnn.com/2020/05/14/cronologia-del-coronavirus-asi-empezo-y-se-ha-extendido-por-el-mundo-el-mortal-virus-pandemico/>

Dodero, S. (2019). *El Método EFE*. Buenos Aires: El Ateneo.

Gobierno de México. (2020). Lineamientos técnicos de seguridad sanitaria. Consultado el 26 de Julio de 2020 en: <http://nuevanormalidad.gob.mx/>

Milenio Digital. (29 de Marzo de 2020). Caída del peso y suspensión de clases: cronología del coronavirus en México. Consultado el 26 de Julio de 2020 en: <https://www.milenio.com/politica/coronavirus-mexico-linea-mapa-resumen-covid19>

Molina, P. A., Botero, S., y Montoya, J. (2016). Empresas de familia: conceptos y modelos para su análisis. *Pensamiento & Gestión*, 41, 116-149.

### Apéndice

#### Cuestionario de entrevista utilizado en la investigación

1. ¿De qué manera afecta la pandemia por COVID19 a la empresa?
2. ¿La empresa ha experimentado cambios en sus ingresos como efecto de la pandemia?
3. ¿Cómo se han visto afectados los empleados con este fenómeno?
4. ¿Qué desafíos ha enfrentado la empresa con motivo de la emergencia por COVID19?
5. ¿Qué cambios ha realizado la empresa a lo largo de la crisis que estamos experimentando?
6. ¿Cuál considera que ha sido el cambio más difícil de implementar? Tomando en cuenta el costo, el tiempo y la resistencia al cambio que implica su aplicación.
7. ¿Han observado algún cambio en el precio de los insumos que utilizan normalmente? ¿Cuáles?
8. ¿La familia ha tenido que hacer sacrificios por la empresa con motivo de la emergencia por COVID19?
9. Si vemos a los empleados y a la familia como partes interesadas en la empresa, ¿Qué parte considera que ha sido priorizada en la situación de pandemia por COVID19?
10. ¿Desea agregar algo más?

# HABITABILIDAD DE UN MODELO ATÍPICO DE VIVIENDA SOCIAL

Andrea Cepeda Arizpe, M.A.<sup>1</sup> y María Elisa Vázquez Covarrubias, M.D.A.<sup>2</sup>

**Resumen**— El presente artículo expone los avances de una investigación en proceso, desarrollada en la Universidad Autónoma de Nuevo León con el fin de obtener el grado de Maestría en Ciencias con Orientación en Diseño y Gestión de la Arquitectura. Para este trabajo se determinan las variables de la habitabilidad de la vivienda mediante el análisis de contenido y análisis crítico de artículos, documentos y bibliografías, a partir del cual se estructura el modelo teórico para la elaboración de instrumentos. La importancia de la investigación es la efectividad de la habitabilidad de las viviendas progresivas con el objeto probar teorías, e incluir la descripción, comprensión e interpretación del fenómeno, a través de las percepciones y significados producidos por las experiencias de los usuarios, obteniendo de esta manera una investigación con enfoque mixto. Como resultados preliminares se considera que la habitabilidad obtendrá variables objetivas, subjetivas, internas y externas.

**Palabras clave**—Habitabilidad, vivienda social, vivienda progresiva, vivienda incremental.

## Introducción

La investigación surge de la problemática de la producción en serie de la vivienda de interés social, lo que se expone en las siguientes páginas es segmento de la investigación sobre la habitabilidad de un modelo atípico de vivienda social. Se selecciona las viviendas del Fraccionamiento Las Anacuas, conjunto de viviendas incrementales consta de 14 edificios de tres niveles, cada uno con cinco viviendas, dos en el nivel inferior y tres tipos dúplex en la parte superior, cuenta con amplia área verde al central, ubicadas en Santa Catarina, Nuevo León, México.

El concepto de estas viviendas es ser entregadas con la construcción básica, con la posibilidad de incrementarse por los usuarios de acuerdo a sus necesidades. Este proyecto fue diseñado por el despacho de arquitectura Elemental del Arquitecto Alejandro Aravena, quien ganó el Pritzker, premio de más alto honor de la arquitectura en el año 2016, la preocupación y aportación a los espacios sociales del arquitecto pertenecen a las razones de la obtención de dicho premio.

El objetivo de la investigación es resolver las siguientes interrogantes ¿Cómo es la habitabilidad de las viviendas del Fraccionamiento las Anacuas?, ¿Qué impacto tiene el proyecto en los usuarios? y ¿Por qué no se ha replicado el proyecto en Monterrey?

## Marco teórico

El artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece que toda familia tiene derecho a disfrutar de vivienda digna y decorosa, sin importar el estatus social o económico, la vivienda es un derecho no un privilegio. La ley 2° de La Ley de la vivienda publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de junio de 2006 considerara la vivienda digna y decorosa la que cumpla con las disposiciones jurídicas aplicables en materia de asentamientos humanos y construcción, salubridad, cuente con espacios habitables y auxiliares, así como con los servicios básicos y brinde a sus ocupantes seguridad.

La ONU reconoce la vivienda adecuada como un derecho en los instrumentos internacionales incluidos la Declaración de los Derechos Humanos y el Pacto Internacional de los Derechos Económicos, Sociales y Culturales. La vivienda adecuada debe proveer más que cuatro paredes y un techo. Se deben cumplir una serie de condiciones particulares antes de considerarse como “Vivienda adecuada”.

La habitabilidad es uno de los siete elementos de una vivienda adecuada, para la ONU la habitabilidad Son las condiciones que garantizan la seguridad física de sus habitantes y les proporcionan un espacio habitable suficiente, así como protección contra el frío, la humedad, el calor, la lluvia, el viento u otros riesgos para la salud y peligros estructurales.

Para Mena (2011) la habitabilidad se obtiene a partir de satisfacciones de necesidades y aspiraciones del residente, de la misma manera, Cubillos y Rodríguez (2013) la definen como la capacidad de un edificio para

<sup>1</sup> M.A. Andrea Cepeda Arizpe estudiante de la Maestría en Ciencias con Orientación en Diseño y Gestión de la Arquitectura, de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León. [andrea.cepeda@outlook.es](mailto:andrea.cepeda@outlook.es) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> M.D.A. María Elisa Vázquez Covarrubias profesora e investigadora independiente de la Universidad Autónoma de Nuevo León [elvazquec@hotmail.com](mailto:elvazquec@hotmail.com)

asegurar condiciones mínimas de confort y salubridad, en donde los elementos como el uso eficiente de recursos naturales se relacionan con la dimensión espacial para atender las necesidades humanas. Para Castro (1999) y Gazmuri (2012) mencionan que la habitabilidad satisface necesidades objetivas y subjetivas.

Por su parte Mercado, S., López, E. y Velasco, A. (2019). Resaltan que la habitabilidad interna o externa es un proceso dinámico donde los espacios son para mejorar niveles de vida. La interna satisface necesidades, expectativas, patrones de vida y referencia mientras que la externa considera el entorno.

Según la Real Academia Española nos indica que la habitabilidad es la cualidad de habitable, que puede habitarse. Ahora bien, se puede deducir que la habitabilidad implica el término habitar, por ejemplo, Pallasmaa (2016) menciona que habitar se entiende habitualmente en relación con el espacio, como una forma de domesticar o controlar el espacio.

### *Vivienda*

Proshansky, Ittelson y Rivlin, (1983) consideran la vivienda como una extensión del propio yo. De acuerdo con Morales, Mallén y Moreno (2007) reconocen la vivienda como un proceso que permite dar respuesta a las necesidades y posibilidades de sus habitantes. Es entendida como una estructura abierta que va transformándose a lo largo del tiempo. Según Gazmuri (2012). La vivienda es el espacio donde la familia convive para satisfacer sus necesidades básicas, es un espacio integrador de procesos sociales necesario para la consolidación de la familia y el desarrollo de sus miembros

Para Blanco, M., Cacopardo, G. y Freire, P. (2017) el concepto de vivienda como proceso inacabado. Por este motivo, es necesario incorporar toda la complejidad de los distintos aspectos que la componen Morín, E. (2007). Se concibe la vivienda, como un espacio donde confluyen la flexibilidad espacial, la participación, la organización y gestión ciudadana.

Desde el punto de vista, de Pérez (2011, 70) La vivienda queda condicionada a la evolución de las necesidades y expectativas de los usuarios, las cuales se identifican en el pasado por las tradiciones, que luego se evidencian en el presente por sus gustos, costumbres y preferencias, Finalmente se proyectan al futuro como expectativas. Todo esto condicionado por el estilo de vida y las posibilidades económicas de los miembros de la familia.

Elemental propone el principio de incrementabilidad, si no puedes hacer todo enfócate en: A. Que es más difícil, B. Que no se puede hacer individualmente y C. Que garantiza el bien común en el futuro. Identifican 5 condiciones de diseño del ABC de la vivienda incremental, primero buena localización, por segundo crecimiento armónico en el tiempo, el tercero diseño urbano introduciendo el espacio colectivo, cuarto dejar hecha la estructura para el estado final del crecimiento y quinto obtener un ADN de clase media. De esta manera aseguran un balance entre la densidad de baja altura, sin hacinamiento y con posibilidad de expansión, de vivienda social a la casa de clase media.

Las viviendas del fraccionamiento Las Anacuas se presentan como el proyecto de media casa, la cual es entregada con los espacios necesarios y básicos para vivir, tales como: cocina, sala-comedor, espacio para lavandería, baño y una recamará, siendo esta la mitad de la vivienda y el resto de la vivienda podrá ser incrementada por los usuarios de acuerdo a sus necesidades.

Como bien hace notar Rangel (2016), sobre el proyecto de Aravena es un proceso metodológico donde participan proyectistas, inversionista y los usuarios; es una estrategia de diseño organizada y evolutiva donde el espacio es adaptable a las necesidades del usuario generando apropiación. Sin embargo, Koolhaas R. y Mau, B. (1995) aseguran que la flexibilidad es la creación de una capacidad de amplio margen que permita diferentes e incluso opuestas interpretaciones y usos.

### **Metodología**

La investigación tendrá enfoque fenomenológico de la arquitectura, de alcance descriptivo y explicativo con método mixto se pretende probar teorías e incluir la descripción, comprensión e interpretación del fenómeno, a través de las percepciones y significados producidos por las experiencias de los usuarios, por medio de la aplicación de un instrumento cuantitativo y dos cualitativos.

Para la aproximación del fenómeno los instrumentos fueron diseñados por factores objetivos y subjetivos fundamentados por propuestas teóricas de diversos autores, la investigación se enfoca principalmente en la habitabilidad interna de la vivienda por los usuarios considerados en esta investigación.

El primer instrumento cualitativo corresponde a la entrevista abierta, la cual se aplicó a diseñadores expertos quienes aportan su percepción de estas viviendas atípicas. Para su diseño se consideraron los tópicos centrales que están relacionados con la habitabilidad y dignidad en la vivienda. Dicho instrumento aparece en el apéndice.

El presente documento muestra resultados preliminares de los datos recolectados de dicha entrevista. Para su análisis se utilizó el método de contenido en donde se identifican las variables determinadas previamente en el marco teórico y se contrastarán los hallazgos con dichas teorías.

El segundo instrumento cualitativo se aplicará a los usuarios de las viviendas para conocer su percepción de las mismas. Este instrumento se diseñó de manera semi-estructurada enriquecida por los datos de la entrevista aplicada de los expertos.

El instrumento cuantitativo fue considerando dos tipos de variables, en las objetivas se presentan los físicos espaciales, el confort fisiológico y técnico construidos y en las subjetivas se muestran placer, significatividad, seguridad, privacidad y funcionalidad. Se realizó el pilotaje del instrumento, se realizaron las pruebas de validez y confiabilidad por medio del alfa de Cronbach y se utilizando la escala Likert.

El investigador se dio la tarea de visitar el Fraccionamiento y hacer un muestreo observacional del mismo. Por tanto, los datos encontrados se muestran en los resultados.

### **Comentarios Finales**

#### *Resumen de resultados y debate*

En este trabajo investigativo se estudió la habitabilidad de las viviendas del Fraccionamiento Las Anacuas, los resultados de la investigación incluyen la entrevista semiestructurada y la visita al área de estudio las cuales revelaron que a pesar del tamaño reducido de los espacios de la vivienda del Fraccionamiento las Anacuas cuanta con los espacios mínimos para para el funcionamiento básico de las viviendas. Sin embargo, está presente la sensación de desear mayor espacio. El entrevistado asegura lo siguiente

“...son espacios súper pequeño, te oprime el espacio, en realidad el proyecto de Aravena como tal es bueno pues encaminado a un crecimiento ordenado, pero si le falta mucha calidad espacial.”

Se observa que la habitabilidad interna de la vivienda de Las Anacuas depende de la cantidad de los usuarios que residan en ella, el entrevistado recomienda dos personas cuando están a medias y cuatro al ser incrementadas, esto para no intervenir en la privacidad del usuario o la operatividad de las actividades individuales.

Uno del dato interesante es que el proyecto presenta viviendas genéricas, requieren de su incremento para mayor apropiación e identidad al lugar, el espacio que se otorga para ser incrementada la vivienda es flexible ante las necesidades de los usuarios, pero con los conocimientos adecuados se podrá aprovechar mejor el espacio y no afectar de manera negativa a los usuarios.

Otro hallazgo encontrado es sobre la importancia de la ubicación del proyecto, se encuentra retirado del centro del área metropolitana de Monterrey, el acceso para llegar al fraccionamiento es complicado y el entorno no es favorecedor afectando a la seguridad de las viviendas y usuarios, esto podría ser una de las razones de la baja aceptación del proyecto por la población.

Durante la visita al fraccionamiento se observan que no todas las viviendas han sido incrementadas por los usuarios, y el entrevistador asevera que algunas de ellas están deshabitadas. Algunas de las viviendas han sido incrementadas en espacios no contemplados sobrepasando los límites planeados, lo que nos dice que los usuarios necesitan más espacio del que se les proporcionan.

Se puede observar que el mantenimiento del área verde del fraccionamiento Las Anacuas no es el apropiado, inclusive, los usuarios no lo utilizan con frecuencia.

#### *Conclusiones*

Los primeros hallazgos indican que la vivienda de Las Anacuas otorga habitabilidad objetiva aceptable, sin embargo, para las siguientes aplicaciones de instrumentos se tomara en cuenta la habitabilidad externa de la vivienda para apreciar la percepción de los usuarios ante la ubicación del proyecto.

Se pudo observar de manera preliminar que las viviendas cumplen con el objetivo de incremento, aunque algunos de los usuarios se han apropiado de espacio no contemplado para su expansión. Esto fuera de ser un error de la vivienda, solo manifiesta su necesidad de espacio para expandirse, lo cual debería considerarse en futuros proyectos.

El proyecto Elemental Monterrey, Las Anacuas, solo cumple con uno de los principios del propio despacho elemental, el principio cuarto estable que las viviendas deben contar con la estructura para su futura expansión de esta manera los usuarios invierten bajo costo a las intervenciones.

El primer principio de la buena localización no se cumple, el segundo de un crecimiento armónico se rompe cuando los usuarios pasan el límite de expansión, pudiendo causar incomodidades a los usuarios de otras viviendas. El tercer principio menciona tener un espacio colectivo, sin embargo, el área verde no se encuentra en las mejores condiciones.

Por último, el principio quinto establece que las viviendas deben tener un ADN de clase media, lo que genera la controversia sobre cómo debe ser una casa de vivienda de clase media para asegurar que el fraccionamiento Las Anacuas proporciona una vivienda de interés social, pero al ser incrementada provee una vivienda de clase media.

### *Recomendaciones*

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación podrían concentrarse que la habitabilidad de la vivienda no se puede analizar sin el entorno. Para obtener una vivienda digna y decorosa se deberá considerar la habitabilidad interna y externa, de esta manera se asegura una vivienda adecuada, ya que si una no se cumple afecta directamente a la otra.

Se recomienda que las familias vaya creciendo conforme a la vivienda, es decir, que los usuarios contemplen incrementar la vivienda al tener más de 2 usuarios viviendo en la misma, para proporcionar mayor habitabilidad.

Los arquitectos, diseñadores o de algún creativo con los conocimientos adecuados para aprovechar los espacios de las expansiones de las viviendas, contemplaran el interés del apoyo social a este tipo de proyectos puede aportar una gran ventaja para la planeación idónea de las viviendas progresivas.

### **Referencias**

Castro, M. E. (1999). Habitabilidad, medio ambiente y ciudad. 2º Congreso Latinoamericano: El habitar. Una orientación para la investigación proyectual. México: Universidad Autónoma Metropolitana.

Blanco, M., Cacopardo, G. y Freire, P. (2017). Aportes a la gestión del hábitat popular: vivienda progresiva y tecnologías de inclusión social desde una perspectiva territorial. *Investigación + Acción*. XX (20), 11-38.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [Const]. Art. 4. 5 de febrero del 1917.

Cubillos, R. y Rodríguez, C. (2013) Evaluación del factor de habitabilidad en las edificaciones sostenibles. *Revista Nodo*. XVII (15), 47-64.

Gazmuri N. P. M. (2012) Familia y habitabilidad en la vivienda. Aproximaciones metodológicas para su estudio desde una perspectiva sociológica. *Arquitectura y Urbanismo*, 34 (1) 32-47.

Koolhaas R. y Mau, B. (1995) S, M, L, XL. Monacelli press. Nueva York, Estados Unidos

Mena, E. (2011) Habitabilidad de la vivienda de interés social prioritaria en el marco de la cultura. *Cuadernos de vivienda y urbanismo*. 4 (8), 296-314.

Mercado, S., López, E. y Velasco, A. (2019). Habitabilidad interna y externa de la vivienda una Antología. CDMX, México. Newton.

Morales Soler, E.; Alonso Mallén, R. Y Moreno Cruz, E. (2007). La vivienda como proceso. Estrategias de flexibilidad. *Hábitat y Sociedad* n° 4. pp. 33-54.

Morín, E. (2007). La mente bien ordenada. Seix Barral, Barcelona.

Ley 2 de 2006. Ley de la vivienda. 27 de Junio del 2006. DOF 23-06-2017

ONU Habitat (s.f.) Elementos de una vivienda adecuada. Recuperado el 20 de septiembre del 2010 de <https://onuhabitat.org.mx/index.php/elementos-de-una-vivienda-adeuada>

Pallasmaa, J. (2016). *Habitar*. Barcelona, España. Editorial Gustavo Gili.

Pérez Pérez, A. L. (2011). Bases para la evaluación del diseño de la vivienda. *Revista Arquitectura y Urbanismo*, 32(2), 30-35.

Proshansky, M.; Ittelson, W. y Rivlin, L. G.(1983). *Psicología ambiental. El hombre y su entorno físico*. México. Trillas.

Rangel, B. (2016). Estrategia metodológica para el diseño de la vivienda incremental. *Revista AUS*. XX (2), 48-55.

## Apéndice

### Instrumento utilizado en la investigación

1. ¿Qué opina sobre el físico- espacial de la vivienda antes y después de ser expandidas?
2. ¿Cómo considera que es la técnica-constructiva de las viviendas? ¿Cómo favorece el confort fisiológico?
3. ¿Por qué es sustentable?
4. ¿Cuáles son las sensaciones o sentimientos que provoca la vivienda? ¿Son positivos o negativos?
5. ¿De qué manera los usuarios se pueden identificar con sus viviendas?
6. ¿Cómo es la seguridad de la vivienda ante fenómenos naturales, accidentes y en su entorno?
7. ¿Cómo describe la privacidad de los usuarios dentro las viviendas y entre las viviendas de sus vecinos?
8. ¿Qué opina sobre la funcionalidad de cada espacio de la vivienda?
9. ¿Cómo es la Infraestructura del fraccionamiento?
10. ¿Qué opina sobre la ubicación del Fraccionamiento?
11. ¿Qué agregaría al proyecto de media casa al ser entregado a los usuarios?
12. ¿Cree que el proyecto es conveniente para viviendas de interés social en el AMM? ¿Por qué?
13. ¿Cuál cree que sea el motivo por el cual no se ha replicado el proyecto en el AMM?

# Classroom como herramienta facilitadora del proceso enseñanza-aprendizaje

M. en F. Erika Chavarría Jiménez<sup>1</sup>, L. en C. Lizbeth Vázquez Beltrán<sup>2</sup> y  
M. en Educ. Aura Álvarez Nieto<sup>3</sup>

Centro Universitario UAEM Valle de Chalco, Universidad Autónoma del Estado de México

**Resumen---** El uso de las Tecnologías dentro de la educación, se ha tornado un tanto difícil en los últimos tiempos, principalmente por la problemática mundial que se presenta, debido a un virus que mantiene a la población aislada, esto ha orillado a la educación, tomar otro rumbo, buscar herramientas que cumplan con el ciclo educativo, de tal manera que la presente investigación, hace referencia principalmente a la plataforma de Google Classroom, misma que ha facilitado el Proceso Enseñanza Aprendizaje (PEA) a varios profesores, de los distintos niveles educacionales.

**Palabras clave:** proceso enseñanza. Aprendizaje, classroom , educación

## Introducción

Para la elaboración del presente trabajo, se hace una revisión primeramente sobre lo que es el PEA y lo que ha sido, principalmente antes de la llegada de la tecnología y después de la aparición del internet, esto debido a que existe gran interés por las instituciones de que los profesores para implementar herramientas digitales en las clases así que en el primer apartado se hace mención de esto, en el siguiente apartado se hace referencia a las características de la plataforma de google Classroom, y de cómo se puede utilizar para que se den cuenta los profesores lo fácil que es tener el control de la clase sin complicaciones y claro con el apoyo de alguna otra plataforma para la realización de videoconferencias y complementar la clase.

Finalmente se muestran los resultados obtenidos mediante un cuestionario en Escala de Likert para conocer la postura de los profesores respecto a la plataforma, lo que hace referencia a que no todos conocen esta plataforma y realmente prefieren utilizar redes sociales, mismas con las que se sienten más identificados.

## Descripción del Método

Para la elaboración y seguimiento de la presente investigación, se hace un recorrido por la bibliografía necesaria de algunos conceptos u opiniones de expertos en la materia, a continuación se describe la didáctica seguida:

### *El proceso Enseñanza-Aprendizaje*

Antes de hablar de la plataforma de Classroom, es necesario hacer mención sobre el PEA, que así como todo en la vida, ha sufrido cambios con el paso del tiempo, a continuación se hace una breve reseña de esto, en tal sentido, Ortiz (2009) refiere lo siguiente:

Como proceso de enseñanza - aprendizaje se define "el movimiento de la actividad cognoscitiva de los alumnos bajo la dirección del maestro, hacia el dominio de los conocimientos, las habilidades, los hábitos y la formación de una concepción científica del mundo". Se considera que en este proceso existe una relación dialéctica entre profesor y estudiante, los cuales se diferencian por sus funciones; el profesor debe estimular, dirigir y controlar el aprendizaje de manera tal que el alumno sea participante activo, consciente en dicho proceso, o sea, "enseñar" y la actividad del alumno es "aprender" (p. 1).

Por otro lado, Merino y Lahera (2011) mencionan lo siguiente:

El Proceso de Enseñanza Aprendizaje ocurre en diferentes contextos, por lo que debe ser diferenciado el que ocurre en la escuela, la familia o ámbito comunitario, de esta forma definen como proceso de

<sup>1</sup> M. en F. Erika Chavarría Jiménez, profesora de asignatura del CU UAEM Valle de Chalco, México.  
jimerika87@hotmail.com

<sup>2</sup> L. en C. Lizbeth Vázquez Beltrán, profesora de asignatura del CU UAEM Valle de Chalco, México.  
liz\_lcn@yahoo.com.mx autor corresponsal

<sup>3</sup> M. en Educ. Aura Álvarez Nieto, profesora de asignatura del CU UAEM, Valle de Chalco, México.  
aualna@yahoo.com.mx

enseñanza aprendizaje escolarizado a la formación científicamente planeada, desarrollada y evaluada de la personalidad de los estudiantes de un centro docente en cualquiera de los niveles educacionales de un territorio dado. Es un proceso porque dicha formación transcurre de manera sistemática y progresiva, por etapas ascendentes, cada una de las cuales está marcada por cambios cuantitativos que conducen a cambios cualitativos en los estudiantes, en los aspectos cognitivos, volitivos, afectivos y conductuales (p. 2).

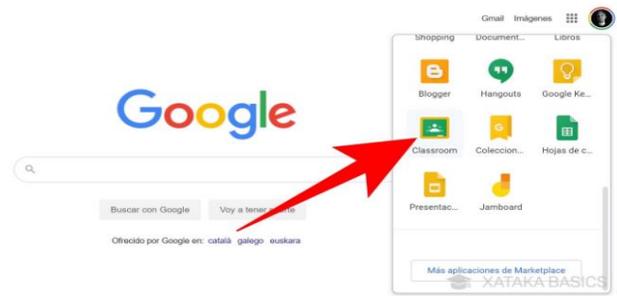
Estos dos autores, hablan del PEA respecto a la manera de aprender y concebir el conocimiento, pero que es lo que sucede en la actualidad, donde hace falta mucho más que un espacio para impartir clases, es necesario contar entonces con estrategias para poder afrontar los nuevos retos que mantienen aislada a la gente, como menciona Román (2020) La evaluación del aprendizaje es un tema sensible que detona reflexiones sobre su ejercicio. Más ahora que las condiciones de trabajo que se tenían en el aula ya no existen en este tiempo de confinamiento. Ante esta situación, la educación en línea está cobrando relevancia para garantizar la continuidad académica en diferentes niveles educativos. Revisar los procesos de la evaluación en esta modalidad virtual se vuelve un proceso reflexivo y de acción indispensable (p. 1).

Ahora el PEA cambia, como lo dice Rieble (2020) Sin clases, sin profesores, sin amigos, sin juegos y sin esa rutina diaria a la que todos los niños estaban acostumbrados. Ahora todos los días parecen iguales, y es que la crisis sanitaria ha alterado significativamente nuestro día a día. Es más, este ha sido un cambio radical para todos los estudiantes de América Latina y el Caribe, no solo estar en casa todo el día, sino intentar aprender desde otro sitio que no sea la escuela (p. 1).

#### La plataforma Google Classroom

Antes de definir las funciones de Google Classroom, es necesario definir lo que esta plataforma y de acuerdo con Brennick (2020), es una herramienta ágil y fácil de usar que ayuda a los profesores a administrar el trabajo del curso. Con Classroom, los educadores pueden crear clases, repartir deberes, calificar, enviar comentarios y tener acceso a todo desde un solo lugar (p. 1). A continuación, se muestra cómo usar Google Classroom.

Figura 1. Uso de Google Classroom



**Fuente:** elaboración propia con datos de (Fernández, 2020)

Para poder entrar, se debe tener una cuenta de Google (Gmail), y dentro de ésta puedes utilizar la web, para acceder directamente. Se puede utilizar desde el celular, descargando la aplicación. También puedes entrar desde la web principal de Google.com, pulsando en el botón de aplicaciones arriba a la derecha y seleccionando la de Google Classroom.

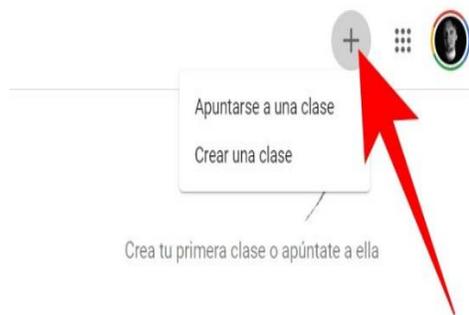
Figura 2. Confirmar que se quiere utilizar la cuenta



**Fuente:** Elaboración con datos de (Fernández. 2020)

Al entrar por primera vez a la plataforma es necesario confirmar que se quiere utilizar la cuenta pulsando en continuar, Si pulsas sobre tu nombre, también podrás elegir la opción de identificarte con otra cuenta que prefieras utilizar en su lugar. El siguiente paso es el siguiente:

**Figura 3.** Apuntarse o crear una clase



**Fuente:** Elaboración propia con datos de (Fernández. 2020)

Si se quiere crear o apuntarse en una clase, solo se tiene que dar clic en el signo de más, y se despliega un menú y se elige entrar en una clase ya creada o entrar a una nueva, si eliges apuntarte a una clase, te pedirá la dirección URL específica de esa clase, si tu creas la clase, es necesario mandar invitación o clave para que puedan entrar los demás.

**Figura 4.** Crear una clase

A screenshot of a 'Crear una clase' (Create a class) form. The form has four input fields: 'Nombre de la clase (obligatorio)', 'Sección', 'Materia', and 'Aula'. At the bottom right of the form, there are two buttons: 'Cancelar' and 'Crear'.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de (Fernández. 2020)

Cuando se entra en la plataforma ya se está listo para crear las clases que se desee, asignando el nombre de la unidad de aprendizaje, como se muestra a continuación:

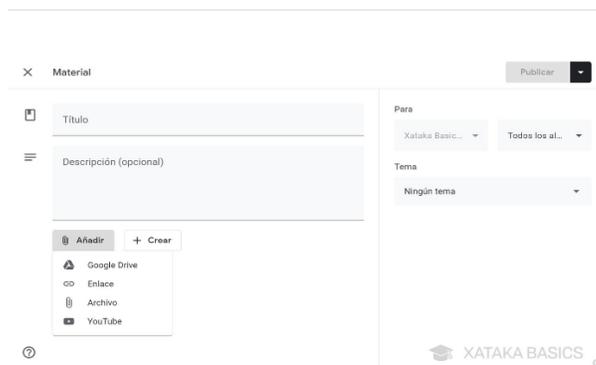
**Figura 5.** Crear una clase



**Fuente:** Elaboración propia con datos de (fernández, 2020)

Cuando ya se tiene un grupo en la plataforma, se puede empezar a dejar actividades a los alumnos, y en la pestaña de trabajo es donde se puede ver todas las tareas que se hayan creado, y se puede pulsar en el botón crear para crear contenido para el aula, como se muestra a continuación.

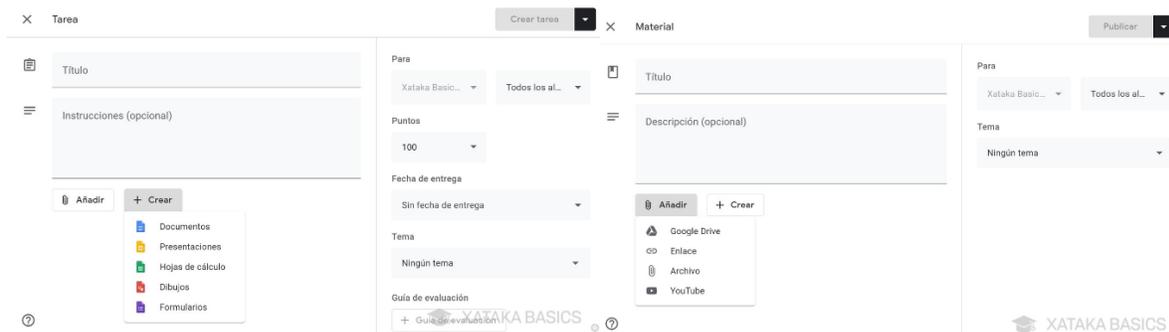
**Figura 6.** Crear las tareas



**Fuente:** elaboración propia con datos de (Yúbal. 2020)

Finalmente, para tener integrantes en la clase, se deben de invitar o dar la contraseña de acceso, misma que se crea cuando se abre la clase, si entras en la pestaña de Personas podrás añadir nuevos alumnos y profesores a tu clase invitándoles a través de sus correos de Gmail, que enlazan a sus cuentas de Google. En cambio, si eliges la opción de subir material, podrás adjuntar archivos desde un enlace, desde tu ordenador, desde Google Drive o subir vídeos de YouTube.

**Figura 7.** Invitar a la clase y subir material



**Fuente:** elaboración con datos de (Fernández. 2020)

Dentro de la página principal, se puede observar una pestaña de calificaciones, misma que sirve para ver de manera general la calificación que se le ha asignado al alumno, haciendo mucho más fácil llevar un control.

#### *Resumen de resultados*

Para poder finalizar con la investigación, solo se hace un cuestionario para conocer a grandes rasgos la postura de los profesores del CU UAEM Valle de Chalco, ante el uso de dicha plataforma:

En lo que respecta a la afirmación sobre si es necesario que se tenga conocimiento de alguna plataforma para que se de el aprendizaje, la mayoría considera que así es, aunque algunos aún creen que no es necesario, lo que puede apuntar a que no utilizan alguna para dar sus clases de manera virtual.

Por otro lado, se nota que efectivamente no fue fácil adaptarse a la nueva realidad, tanto para los profesores como para los alumnos, pero aun así se nota que se está dispuesto a hacerlo para lograr los objetivos de Enseñanza-Aprendizaje. Dejando en claro que ninguno tenía experiencia o conocimiento sobre las plataformas virtuales. Ya que no eran utilizadas antes de que se presentara la pandemia, lo que asegura que fue algo nuevo para todos.

### **Bibliografía**

Brennick D. (2020) Administrar la Enseñanza y el Aprendizaje con Classroom. Disponible en: [https://edu.google.com/intl/es-419/products/classroom/?modal\\_active=none](https://edu.google.com/intl/es-419/products/classroom/?modal_active=none)

Merino A. J. y Lahera C. I. (2011) La Didáctica, el proceso de Enseñanza Aprendizaje y la Enseñanza de la Matemática. Cuadernos de educación y desarrollo. Disponible en: <https://www.eumed.net/rev/ced/29/malc.htm>

Ortiz K. H. (2009) Plataforma para el control del Uso de Softwares Educativos. Biblioteca Virtual de derecho, Economía y Ciencias Sociales. Disponible en: <https://www.eumed.net/libros-gratis/2009c/583/Proceso%20de%20ensenanza%20aprendizaje.htm>  
 Fernández Y. (2020) Google Classroom: que es y cómo funciona. Disponible en: <https://www.xataka.com/basics/google-classroom-que-como-funciona>  
 Rieble S. (2020) COVID-19 y la gran Apuesta del Aprendizaje desde Casa: ¿Funcionará para todos? Disponible en: <https://blogs.iadb.org/educacion/es/aprendizajedesdecasa/>  
 Román R. (2020) Evaluación del Aprendizaje en Tiempos del COVID-19. Disponible en: <https://observatorio.tec.mx/edu-news/evaluacion-del-aprendizaje-en-tiempos-de-covid19>

## APENDICE CUESTIONARIO

Se presenta un cuestionario en escala de Likert para obtener resultados relevantes sobre Classroom como herramienta facilitadora del proceso enseñanza-aprendizaje

### Escala Valor

- 1 Totalmente de acuerdo (A)**
- 2 De acuerdo (B)**
- 3 Indeciso (C)**
- 4 En desacuerdo (D)**
- 5 Totalmente en desacuerdo (E)**

Ítems	1	2	3	4	5
1. Es necesario contar con alguna plataforma para que se dé el aprendizaje					
2. Considera que fue fácil adaptarse a las clases virtuales					
3. Tenía experiencia en plataformas virtuales					
4. Los alumnos aceptaron de manera rápida el uso de plataformas					
5. Antes de la pandemia utilizaba herramientas virtuales					
6. Conocía la plataforma de Classroom					
7. Se siente preparado para el uso de plataformas virtuales					
8. Cree que los alumnos estén preparados para el uso de plataformas					

## Diseño y construcción de un monitor de pulsos cardíacos

Ing. Avenar Chávez Ángeles<sup>1</sup>, M.C. Aarón González Rodríguez<sup>2</sup>, Dr. Pedro Martín García Vite.<sup>3</sup>

**Resumen**—En los últimos años, el problema de salud en México debido a la gran cantidad de enfermedades cardiovasculares y el incremento de millones de muertes anuales a nivel mundial, ha impulsado el crecimiento de nuevas técnicas para la detección oportuna, monitoreo y tratamiento de dichas enfermedades. Esta publicación presenta el diseño de un dispositivo capaz de detectar y medir la señal de la frecuencia cardíaca por medio de un sensor infrarrojo, utilizando la técnica de fotopletismografía. Donde el objetivo es facilitar la información obtenida, para que el médico especialista pueda evaluar el tratamiento de cada paciente y tomar decisiones sobre otros estudios para valorar posibles causas. Este trabajo dio como resultado la construcción del sensor, el diseño de la etapa acondicionada y la programación en software, para obtener la señal y medición del corazón, siendo capaz de activar una señal de sonido o alarma en caso de rebasar ciertos límites.

**Palabras clave**—Fotopletismografía, Sensor infrarrojo, Frecuencia cardíaca.

### Introducción

Las mediciones no invasivas son una pieza fundamental en la medicina cardiovascular actual, proporcionan diagnósticos precisos y aportan información que permiten realizar un seguimiento de las diferentes enfermedades del corazón. Forman parte de la actividad clínica cotidiana, de tal forma que no se puede concebir la medicina cardiovascular, sin dichas técnicas de mediciones no invasivas.

Las mediciones no invasivas son exámenes médicos que no penetran la piel del paciente, las formas más comunes de mediciones no invasivas son: por *auscultación* (percepción de ruidos del sistema orgánico), *oscilometría* (medición de resistencia del sistema respiratorio), *palpación* (exploración del cuerpo humano) y *pletismografía*. Estos métodos son sencillos y rápidos, además requieren menor pericia y no son dolorosos para el paciente. Su uso más común es para exámenes y monitoreo de rutina [1].

La pletismografía es un método para medir parámetros orientados al diagnóstico de las enfermedades pulmonares o cardiovasculares, basado en la *medición de cambios de presión y cambios de volumen* [2].

Los tipos de pletismografía son: pulmonar, corporal y de las extremidades, siendo la pletismografía de las extremidades el tipo de medición empleada para la detección del pulso arterial, esta consiste en un examen que compara la *presión arterial* en las piernas y en los brazos [2].

La fotopletismografía consiste en registrar de una manera *no invasiva* las mediciones de cambios de volumen, como consecuencias de variaciones del flujo sanguíneo en las diferentes partes del cuerpo de una persona, especialmente en sus extremidades [1, 3].

Su principio físico se basa en la capacidad de la gama infrarroja de la energía lumínica, al *incidir y reflejarse* en el flujo sanguíneo de las arterias y venas subcutáneas. La fuente emisora de esta energía lumínica de infrarrojos es un diodo emisor de luz y el receptor, un fototransistor [1].

La absorción de esta luz se debe a que, con cada ciclo cardíaco, el corazón bombea sangre a la periferia. A pesar de que este pulso de presión es algo amortiguado por el tiempo que llega a la piel, es suficiente para dilatar las arterias y arteriolas en el tejido subcutáneo [1].

El cambio de volumen causado por la presión del pulso, es detectado en la piel con la luz infrarroja que emite el diodo LED; luego se mide la cantidad de luz transmitida o reflejada en el fototransistor [1, 4].

Aplicando la medición de fotopletismografía, la señal de las variaciones puede ser obtenida por diferentes técnicas de captura, en el extremo de un solo dedo. Las técnicas de captura son: por trans-iluminado, reflexión de luz y fibra óptica. Mostramos como ejemplo, la Figura 1 [1, 4].

<sup>1</sup> El Ing. Avenar Chávez Ángeles es estudiante de Maestría en Ingeniería Eléctrica en el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, México. [vueltaporeluniverso\\_86@hotmail.com](mailto:vueltaporeluniverso_86@hotmail.com)

<sup>2</sup> El M.C. Aarón González Rodríguez es Profesor de Ingeniería Electrónica en el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, México. [aaronglzrod@yahoo.com.mx](mailto:aaronglzrod@yahoo.com.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Pedro Martín García Vite es Profesor de Ingeniería Electrónica en el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, México. [pedro.vite@itcm.edu.mx](mailto:pedro.vite@itcm.edu.mx)

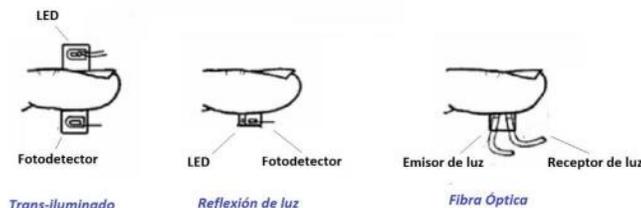


Figura 1. Técnicas de captura en fotopleletismografía [5].

La señal obtenida por cualquiera de las técnicas, estará directamente relacionada con la frecuencia cardíaca, donde cada periodo de la señal corresponderá a una pulsación del corazón [1].

La señal presentará dos picos por cada periodo, el pico mayor representará la presión sistólica y el segundo pico representará el inicio de la presión diastólica cuyo valor es el mínimo de la curva; los valores de estos picos indicarán la información sobre el ritmo cardíaco de cada paciente, como se muestra en la Figura 2 [1].

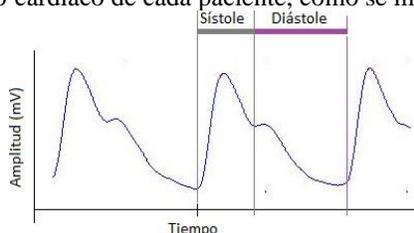


Figura 2. Representación de la señal por fotopleletismografía [6].

### Descripción del Método

En todo el cuerpo humano circula sangre que es bombeada por el corazón, hay un flujo de sangre oxigenada y también de sangre desoxigenada, estas dos variaciones hacen que en la mano exista el paso de más o menos cantidad de luz, lo cual da oportunidad de tomar los datos y visualizarlos en un osciloscopio [1].

En la medición de variaciones de volumen y de manera no invasiva en las extremidades del cuerpo, el pulso en el extremo de un dedo, ofrece la manera más sencilla y cómoda de detectar y medir la frecuencia o el ritmo cardíaco por medio de un sensor infrarrojo [1].

El diseño del sistema consta de dos secciones, una sección de acondicionamiento y una sección digital.

#### Diseño de la sección de acondicionamiento

La sección de acondicionamiento de la señal está dividida por 6 etapas:

La primera etapa, mostrada en la Figura 3, es el circuito del sensor compuesto por un diodo Led infrarrojo y un fototransistor, la hemoglobina oxigenada absorbe más la luz infrarroja, mientras que la hemoglobina reducida permite el paso de la luz infrarroja. La radiación infrarroja tiene la característica de pasar o atravesar un dedo que contiene circulación sanguínea y la absorción cuantitativa de energía puede ser analizada por medio del fototransistor infrarrojo. Al variar la intensidad de la luz que transmite el diodo infrarrojo influenciada por la hemoglobina, se producirá un cambio de voltaje en el colector del fototransistor (Señal 1).

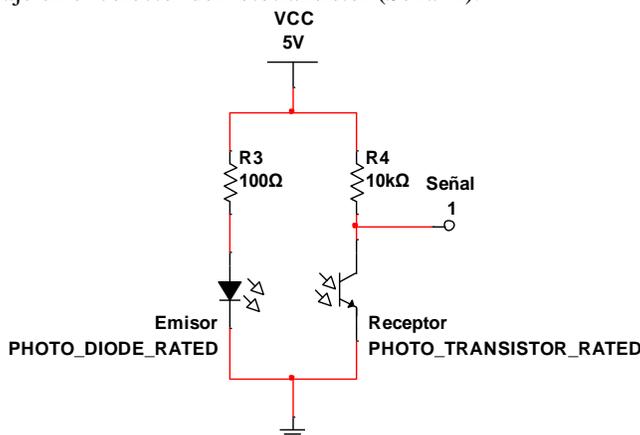


Figura 3. Sensor infrarrojo.

La etapa dos, mostrada en la Figura 4, consta de dos amplificadores de voltaje inversor, cada uno con acoplamiento capacitivo en su entrada (C1 y C3) para cancelar el nivel de voltaje de CD que hubiera, y con un condensador en la retroalimentación negativa (C2 y C4), para reducir ruido indeseable y amplificar la señal de voltaje de entrada (Señal 1) por un cierto valor, dando un voltaje mas elevado a la salida (Señal 2).

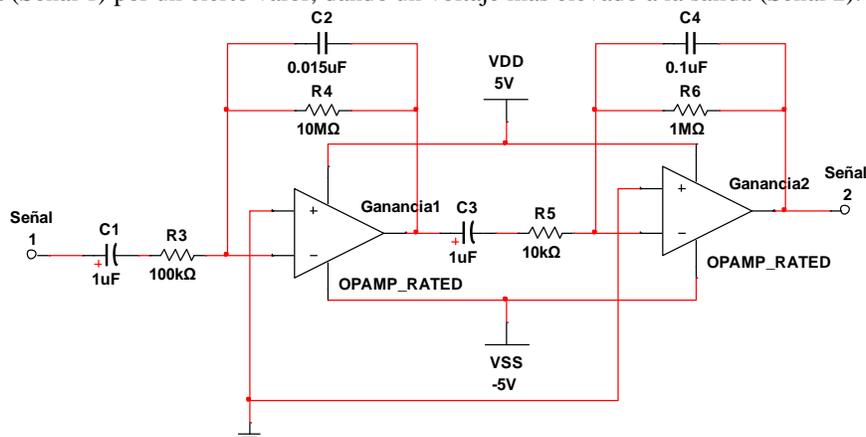


Figura 4. Amplificadores de voltaje inversor.

La tercera etapa, mostrada en la Figura 5, es un comparador de voltaje con histéresis. Este identifica cuando la onda de voltaje a su entrada (Señal 2) rebasa cierto valor límite determinado por el divisor de voltaje formado por R1 y R4, generándose así, un pulso en la Señal 3 por cada latido del corazón.

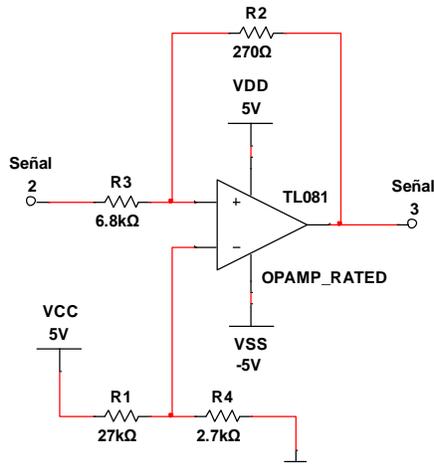


Figura 5. Comparador de voltaje.

En la cuarta etapa de acondicionamiento, mostrada en la Figura 6, se tiene un oscilador monoestable implementado con un Timer 555, el cual produce un pulso de duración constante activado por la Señal 3. Se ha dispuesto a la salida del Timer, un buzzer (zumbador) de CD que emite un tono agudo audible, por cada pulso detectado.



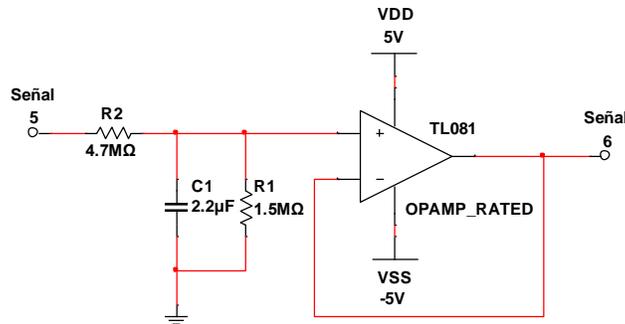


Figura 8. Seguidor de voltaje

Debido a que los amplificadores operacionales son operados con una fuente doble de +5V y -5V, y solo se dispone de la fuente de +5V tomada del sistema Arduino, se usó un circuito integrado convertidor de CD a CD mostrado en la Figura 9.

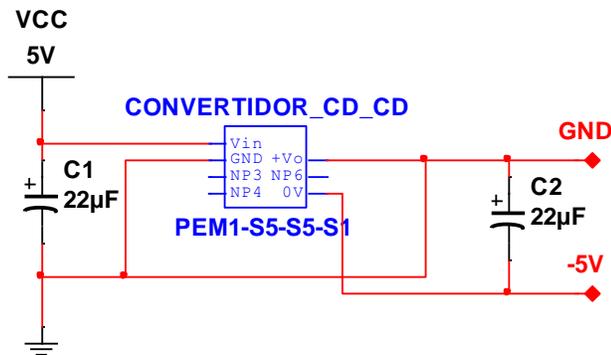


Figura 9. Fuente negativa.

*Diseño de la sección digital:*

Para procesar y visualizar la frecuencia cardiaca, se usa un sistema Arduino. Se requiere usar un teclado matricial para introducir un valor máximo y mínimo para el rango de frecuencias normales del paciente, y en caso de que la frecuencia se salga de este rango, se activarán las alarmas visuales y la audible.

*Diagrama de flujo*

Una vez introducido el rango de frecuencias en el sistema Arduino, este comenzará a leer los pulsos cardiacos por medio del sensor infrarrojo, haciendo comparacion con los valores establecidos en un ciclo infinito, si logra alcanzar una determinada condicion, el programa podrá ejecutar cierta declaración. A continuación se presenta el diseño del funcionamiento del proceso digital, mostrado en la Figura 10.

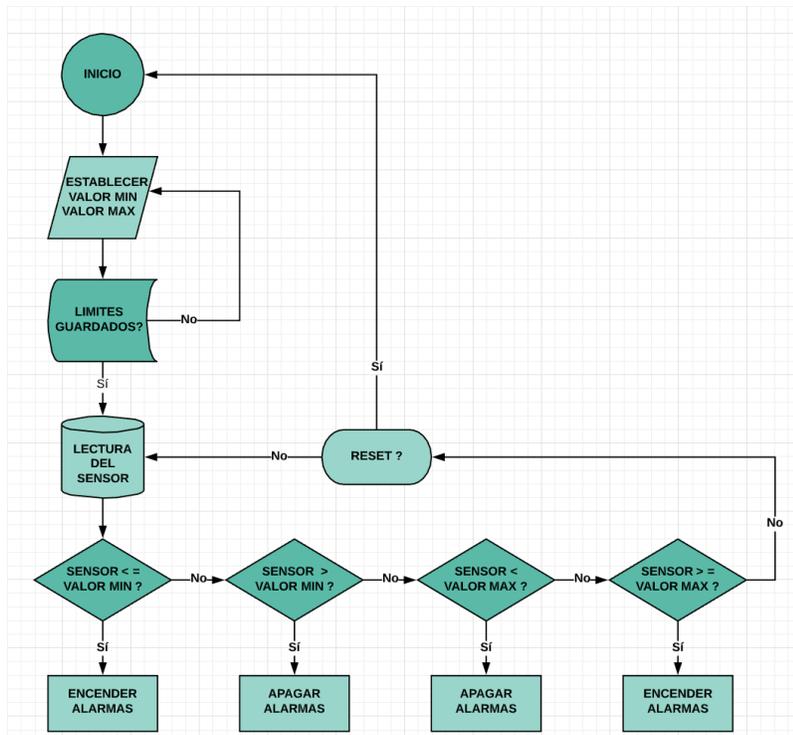


Figura 10. Diagrama de flujo del programa que se ejecuta en el sistema Arduino.

### Resultados

En el desarrollo de este proyecto, se analizó la técnica de medición no invasiva del registro de cambios de volumen para la detección del pulso arterial, basada en la capacidad de la gama infrarroja de la energía lumínica, al incidir y reflejarse en el flujo sanguíneo de las arterias, en las extremidades del cuerpo, conocida como fotoplethismografía. Las pruebas realizadas al prototipo en diferentes personas, dieron una lectura correcta y un correcto funcionamiento de las alarmas.

### Conclusiones

Cumpliendo satisfactoriamente los objetivos y requerimientos establecidos, aún surgen ideas accediendo al campo de investigación, sea desde el punto de vista médico o de ingeniería, para lograr una herramienta mucho más completa en ambas disciplinas. Solo queda esperar que este trabajo sea de ayuda para aquellos que deseen considerarla como un punto de partida para nuevos proyectos o simplemente para su experimentación personal.

### Bibliografía

- [1] Haydee Adelaida García Magaña, México, D.F. 2013, Instituto Politécnico Nacional, Diseño y construcción de un medidor de pulso cardíaco para personas con problemas de taquicardia, Ingeniero en Comunicaciones y Electrónica.
- [2] <https://www.saludsavia.com/contenidos-salud/otros-contenidos/pletismografia>
- [3] Rutherford. (2006). Cirugía vascular (6a ed.). España: Elsevier Mosby. 2502p. ISBN-13: 978-84-8174-934-2.
- [4] Daniel M. González. (2008). Sistema autónomo para la medida óptica del ritmo cardíaco. España: Universidad Politécnica de Cataluña. 55p.
- [5] Pedro Enrique Velázquez Elizondo, Luis Javier Villagrán Valencia, Ciudad de México 2016, Instituto Politécnico Nacional, Monitor de ritmo cardíaco para dispositivos Android mediante un enlace bluetooth, Ingeniero en Comunicaciones y electrónica.
- [6] Laura Álvarez Gómez (2015). Técnicas para la estimación precisa del HRV mediante un sensor fotoplethismográfico. España: Universitat Politècnica de Catalunya [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/78272/Laura\\_Alvarez\\_PFC.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/78272/Laura_Alvarez_PFC.pdf)

# LA INTERVENCIÓN SOCIAL FORMATIVA EN EL TERRENO DE LA INCERTIDUMBRE

Mtra. María Elena Chávez García<sup>1</sup>, Dra. Martha Gálvez Landeros<sup>2</sup>

"Hay que aprender a enfrentar la incertidumbre puesto que vivimos una época cambiante donde los valores son ambivalentes, donde todo está ligado. Es por eso que la educación del futuro debe volverse sobre las incertidumbres ligadas al conocimiento"

-Edgar Morín-

## Resumen

La vida cotidiana de todos ha cambiado y particularmente nos enfocamos a lo que ha sucedido en el contexto educativo, nos referimos específicamente a lo que ha representado uno de los disruptores más contundentes que se vivió a partir de que se declara la cuarentena en todas las actividades educativas y académicas: la suspensión de las prácticas de campo. El dejar de tener la práctica de campo en el proceso académico toma forma desde diferentes perspectivas, sin embargo, los testimonios de las alumnas y alumnos que se enfrentaron a un escenario diferente, donde su normalidad y cotidianeidad se vieron arrasados por una pandemia, toman forma a partir de una dimensión abrumadora: la incertidumbre. El sentimiento que más les representa, es la frustración. ¿Cómo vincularnos con el otro sin la riqueza de las interacciones sociales? Esta discusión que se trabaja a lo largo del presente artículo, forma parte de la problematización de un estudio que se inscribe en la línea de Intervención Social en Trabajo Social del Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades. UdG.

**Palabras clave:** Intervención Social, Formación, Significado, Prácticas de campo

## Introducción

El origen de la discusión cuando hablamos de la intervención en lo social se habla dependiendo desde diferentes perspectivas, implica partir no sólo de tratar de definir qué es, sino que representa para quienes trabajamos directamente en el análisis y construcción de procesos directamente relacionados con la pérdida de vínculos y o lazos sociales, y desde la perspectiva del trabajo en campo, el abordaje para conocer el contexto social, con el conocimiento geográfico de la comunidad, de las instituciones u organismos que la componen, los grupos, los espacios, la dinámica, en fin todos los componentes que le dan una personalidad única a cada territorio.

La vida cotidiana se ha reestructurado, o al menos eso creemos, la pandemia por COVID19, nos ha posicionado frente a circunstancias diferentes, ni siquiera nos atrevemos a decir cuáles o a ponerles un calificativo en particular para expresar de manera exagerada la magnitud de lo que creemos que ha sucedido en la mente de las personas, en las vidas familiares, en sus economías, en sus interacciones, simplemente necesitamos ponerlos sobre la mesa para discutir, reflexionar y pensar qué debemos hacer para trabajar, cómo vamos intervenir desde la distancia, porque no hablamos desde el punto de vista de la salud sino desde el punto de vista de lo social. La mirada en la intervención se tuvo que desviar ante nuevas urgencias, cierre de instituciones educativas, desempleo, pérdidas económicas, rupturas de lazos familiares, convivencia conflictiva, hacinamiento, violencia, todo ello ante una amenaza permanente a la salud y la vida misma.

Las personas somos interdependientes, constantemente estamos interactuando, el comportamiento social es producto de estas interacciones, la pandemia vino a evidenciar la vulnerabilidad de nuestra condición humana frente al rompimiento de los lazos sociales. Todos nos necesitamos, y de golpe debemos aprender a relacionarnos con miedo, el miedo a enfermarnos o perder la vida, nada sencillo el significado.

Al mencionar que la vida cotidiana de todos ha cambiado, nos referimos particularmente a lo que ha sucedido en el contexto educativo, nos enfocaremos específicamente a lo que ha representado uno de los disruptores más contundentes que se vivió a partir de que se declara la cuarentena en todas las actividades educativas y académicas: la suspensión de las prácticas de campo y lo que ha representado para los alumnos en formación el perder la posibilidad

<sup>1</sup> María Elena Chávez García es Maestra en Ciencias de la Educación. Profesora Investigadora en la Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. [chavezmaelena@hotmail.com](mailto:chavezmaelena@hotmail.com) (autora corresponsal)

<sup>2</sup> Martha Gálvez Landeros es Doctora en Estudios del Desarrollo Global. Profesora Investigadora en la Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. [asesoragalvezudg@gmail.com](mailto:asesoragalvezudg@gmail.com)

de vivir el proceso más complejo y enriquecedor que representa el abordaje de la realidad social con todos sus significados tanto profesional como personalmente.

Las prácticas de campo representan la posibilidad de confrontar el conocimiento con la realidad, se convierten en el anhelado momento de la verificación, de la aplicación de lo aprendido, de la confrontación con la propia identidad y de la confirmación de la tan “argumentada” vocación; todo un conjunto de significados importantes en la vida de un estudiante que en infinidad de momentos superan el objetivo de cualquier programa académico.

En síntesis, las prácticas sociales se han modificado, quizá es oportuno como señala Murcia (2016), retomar la idea de la práctica social considerada como expresión de toda la humanidad, sin olvidar que el ser humano, es un ser socializado, que cuando interactuamos con alguien, estamos interactuando con un sujeto con un complejo entramado socio/histórico

### **La Intervención Social en la formación ¿discurso o realidad?**

En el discurso histórico de Trabajo Social, existe una idea permanente: la falta de relación entre la teoría y la práctica. En la formación profesional de los alumnos en el pregrado se lidia con esa idea que ha sido objeto de discusiones eternas, de profundas reflexiones entre el ser y el deber ser de los profesionales y el considerar la etapa de formación como clave y determinante para incorporar en el proceso de aprendizaje lo que significa realmente el concepto de intervención social. La tradición en las aulas universitarias ha sido y sigue siendo el privilegiar la formación “teórica”, asumiendo que los estudiantes aplicarán en un determinado momento los conocimientos “adquiridos” al abordar la realidad social. Esto supone devaluar tanto a la teoría como a la práctica, esto ha sido objeto de análisis indefinidamente en torno al significado de lo que representan las prácticas escolares y profesionales realizadas por las y los estudiantes y donde se supone que es un espacio para entender la complementariedad de cada una, es decir entender que cada una es expresión de la otra.

El proceso de aprender mediante la reflexión-acción constituye un compromiso como docentes, es un proceso continuo de construcción social que apunta a la transformación dinámica del conocimiento. Transformaciones que deben ser acordes a las necesidades de cada alumno, a sus propias inquietudes, y la única manera de hacerlo posible es cuestionando la propia práctica, reflexionando desde ella, desde las propias contradicciones y confrontaciones con la realidad.

Por otra parte, las interrogantes de la intervención en lo social están presentes y con más fuerza que nunca, definitivamente la visión del mundo ha sufrido cambios de manera drástica, el futuro es sinónimo de incertidumbre. Es aquí donde nos debemos replantear un sentido diferente de la intervención social, sobre todo por las implicaciones que tienen los acontecimientos en la vida cotidiana.

La palabra crisis quizá suene trillada, no obstante, es la que mejor describe la situación que estamos viviendo y la que nos obliga a pensar en otras posibilidades que nos posicionen frente a los nuevos escenarios de intervención. La crisis nos obliga a visualizar que nuestra formación requiere de otras posiciones, de otros conocimientos y desarrollo también de nuevas habilidades, generar formas distintas de construir lo social, formas de argumentar sobre la vida cotidiana y por supuesto construcciones diferentes sobre el significado de las prácticas de campo en la formación académica. El contexto social que representa la vida cotidiana ha cambiado, las instituciones están cambiando de manera forzada, sin una perspectiva clara, sin formas definidas, asumiendo de manera muy particular las políticas por demás confusas e inciertas que emanan del estado.

El dejar de tener la práctica de campo en el proceso académico tiene diferentes matices, sin embargo, los testimonios de los alumnos que se enfrentaron a un escenario tan cambiante, donde su normalidad y cotidianeidad se vieron arrasados por una pandemia, toman forma a partir de una dimensión abrumadora: la incertidumbre. El sentimiento que más los representa, es la frustración.

Los problemas que sufrieron como jóvenes frente a una pandemia desconocida no se pueden subestimar, pues quizá han sido más complejos de lo que creemos y conoceremos el impacto real a partir de que se difundan resultados de investigaciones o estudios serios cuyo objeto de estudio ha sido el COVID19 y sus consecuencias en diferentes áreas, cuestionando seriamente el impacto en lo social.

En el proceso de formación de una licenciatura como lo es en Trabajo Social, si al ingreso no se tiene una idea clara de lo que representa la intervención social, por lo menos si se tiene pensado que se tendrá que realizar práctica de campo, es decir se tiene la visión de que en algún momento se tendrá contacto con la realidad y se

establecerán vínculos con la población objeto de estudio, lo cual resulta abrumador para algunos y algunas estudiantes y apasionante quizá para la mayoría, o por lo menos es lo que la naturaleza de la carrera nos haría pensar. Por ello es que hablar de la interrupción de un proceso formativo “normal” por una pandemia, no ha sido nada sencillo, nos ha posicionado a todos los que participamos en éste proceso en una complejidad mayor, nos ha confrontado de golpe con una realidad que no habíamos siquiera imaginado, quizá lo mejor es que nos ha obligado a romper el esquema tradicional de una práctica rutinaria a una práctica más reflexiva.

Las prácticas de campo, constituyen una instancia fundamental en la vida académica, representan el abordaje a la realidad social, el principal vínculo con las instituciones y comunidad donde se expresa lo social con todas sus manifestaciones, experiencias y representaciones, busca preparar a las y los estudiantes para que se sumerjan en el mundo de lo social, con una visión diferente y por consecuencia con una preparación fundamentada que implique necesariamente pensar en la generación del conocimiento así como la comprensión de los procesos colectivos e individuales que se abordan con fundamentos teórico epistemológicos que el programa académico irá demandando.

La acción de Trabajo Social es una acción fundada en el conocimiento, con una intención y un sentido dado en la interacción con el otro, sin cuya participación no estaremos haciendo Trabajo Social. El Trabajo Social se re-crea en su relación con el otro. (Tello, 2010). Frente a éste concepto (por supuesto no es el único, pero nos ubica en el quehacer de una disciplina), podemos imaginar y cuestionar, lo que representa una fractura de tal dimensión cuya principal característica por una pandemia es vivir en aislamiento para conservar la salud y la vida misma

El tiempo es la palabra más real, el significado en un proceso académico cambia desde la posición en que se hable, como docentes quizá signifique cambios en los resultados, pero como estudiante significa perder la experiencia sustancial de vivir su propio proceso de aprendizaje, de descubrimiento del mundo real con una perspectiva crítica que abre las posibilidades de discusión sobre los procesos sociales, históricos y políticos del mundo que le rodea.

Bordieu (2002) plantea la realidad del tiempo de forma más profunda y clara cuando afirma que la práctica está ligada con el tiempo, no sólo porque se juega en el tiempo, sino además porque juega estratégicamente con el tiempo. Hay un tiempo de la ciencia que no es el de la práctica.

### **Las rupturas en la formación en tiempos de la pandemia por COVID19**

Hay tantas preguntas por resolver en torno a cómo será la intervención en el presente y futuro inmediato que quizá no se pueden tener respuestas a corto plazo, sin embargo la vida académica continúa y los procesos educativos no se paran, solo cambian y los cambios han sido drásticos y la única certeza que tenemos (paradójicamente) es que todo es incierto y tendremos que aprender en la incertidumbre y pensar en cómo serán los procesos de transformación, y por consiguiente también aún en la incertidumbre seguir buscando los resultados esperados como responsables de la formación de profesionistas. Morin (2001) en los 7 saberes de la educación para el futuro se refiere a cómo enfrentar la incertidumbre pues vivimos una época cambiante donde los valores son ambivalentes, donde todo está ligado y pareciera que no hay mejor momento que éste para entender la complejidad de esa idea

Estamos ante un gran desafío, pues hoy debemos trabajar en la formación de profesionistas para intervenir en espacios donde se mutilaron de forma impactante capacidades y habilidades como efecto de las desigualdad social y económica, dejando al descubierto la brecha entre las y los alumnos con mayor autonomía económica frente a los demás, aquellos estudiantes que quedaron al margen, por la falta de acceso a la tecnología. La tecnología se convierte en la protagonista de la historia, las personas parece que no son importantes, los lazos sociales se rompen, el encuentro cotidiano entre sujetos y sociedad se difumina, las preguntas y cuestionamientos sobre las formas de intervención social son incesantes, el mundo profesional se vuelca para hablar al respecto, conferencias, conversatorios, foros, un sinnúmero de eventos donde el discurso académico e intelectual busca respuestas concretas.

La sensación de derrota entre las y los alumnos es común, la desesperanza se apropia de sus expectativas, sus pensamientos dan muestras de estar rendidas(os), la realidad se impone y el recuerdo de lo que era la vida escolar se vuelve nostalgia, resulta más difícil en pensar en nuevas opciones.

*Me parece triste que la clase haya tenido que tomarse de esta manera (en línea) pero estoy agradecida porque la maestra encontró la manera de realmente aportarnos algo. Al inicio me frustraba porque no esperaba que la materia con la que ya íbamos a tener un verdadero acercamiento a la realidad social, ahora tuviéramos que tomarla a través de una pantalla, pero gracias a lo aprendido me doy cuenta de que la situación actual nos permite tener un poco de acercamiento, de una u otra forma, y hay mucho que aprender de esto. No se trata de resignarme, sino de comenzar a ver un camino diferente... (Alumna de 4to semestre de la Licenciatura en Trabajo Social, 2020)*

Para continuar en el trabajo titánico que representa la formación de profesionistas, es necesario pensar las situaciones que nos toca vivir, pensar en la inteligencia colectiva, recuperar la acción colectiva, quizá nos sea difícil encontrar el camino nuevamente, sin embargo, no tenemos otra opción, necesitamos intercambiar opiniones, pensamientos, experiencias, si siempre ha sido una necesidad profesional hoy se convierte en algo imprescindible y fundamental. Lo nuevo llega y nos interpela, nos obliga a reaccionar, empero, no nos obliga a pensar en posibilidades diferentes, existe el gran riesgo de caer en la parálisis de pensamiento, en justificar los cambios ante los cambios. La intervención social debe plantear abordajes diferentes, debe cambiar los procesos y cuidar la calidad de las interacciones.

Nuestra función como formadoras académicas gira principalmente en ofrecer alternativas de conocimiento a las y los alumnos, que propicien procesos de aprendizaje, de descubrimiento constante de la realidad social, de discusión sobre los procesos sociales de la misma con todas las contradicciones que puede representar pero que le den significado a su formación y que desarrollen un espíritu crítico sobre el mundo que los circunda.

Las profesionales también debemos reconocer nuestra vulnerabilidad, significa también un doble esfuerzo en el trabajo formativo, hay que atender a las y los jóvenes y tatar de no causar más daño, entender que nuestras expectativas distan mucho de la realidad vigente y que las personas son autónomas. Es un trabajo que requiere mucha atención, saberes invisibles, nos está causando conflicto porque no tenemos las respuestas, ni siquiera podemos darles nombre a los intentos de intervención que se tienen en los espacios de confinamiento que se viven. Además de la necesidad de hablar también de los propios procesos como mujeres formadoras, donde la cotidianidad cultural en relación al género ha estado presente en la propia realidad que nos rodea y que nos impacta desde lo laboral hasta la propia vida familiar.

Nuestro campo de intervención siempre se ha caracterizado por la complejidad que supone el vínculo con la realidad social y la demanda que representa que la formación profesional sea acorde a la exigencia de los problemas y situaciones de los sujetos individuales o colectivos, sin embargo hoy un nuevo escenario nos enfrenta con la urgencia de reinventar no sólo la escuela, sino la forma de poner en práctica el conocimiento adquirido, el significado ha sido categórico, en un área donde lo social es el principal objeto de estudio, se convierte en el gran desafío para cualquier estudiante de las ciencias sociales, pareciera que no hay forma de aplicar las diferentes técnicas para el abordaje de la realidad, el acercamiento está prohibido, la distancia social no es una opción, es una regla; las y los jóvenes se han ido adaptando a las condiciones, han asumido las restricciones y han intentado asumir su condición de alumnos bajo las formas que cada escuela, docente o circunstancia ha definido.

No obstante, el trabajo en campo está en espera, la práctica de campo tiene caducidad, hay un período definido para realizarla en el transcurso de una trayectoria académica, el tiempo pasa y la pandemia sigue presente. El panorama no es alentador, el semáforo epidemiológico no cambia, debemos seguir trabajando la escuela desde el confinamiento. Y ante este panorama, está la pérdida de la esperanza y la cada vez más creciente incertidumbre sobre un proceso educativo que está por demás decirlo se fracturó sin posibilidades de recuperación.

“Si no se adoptan medidas urgentes y no se incrementan las inversiones, la crisis del aprendizaje podría convertirse en una catástrofe educativa” (UNESCO, 2020), con estas palabras se difunde un comunicado en donde se habla de la urgente necesidad de invertir en el profesorado a fin de recuperar el aprendizaje, ¿realmente pensamos en que se podrá recuperar? Consideramos que estamos frente a una crisis que va más allá de los resultados cognitivos que se espera a lo largo de un proceso educativo, estamos hablando de los problemas socio-emocionales que está acarreado una pandemia y las consecuencias en la formación profesional que requiere el desarrollo de competencias como es la intervención social.

*Con 63 millones de maestros afectados por la crisis de la COVID-19, en el Día Mundial de los Docentes la UNESCO exhorta a que se aumente la inversión en el profesorado a fin de recuperar el aprendizaje (UNESCO, 2020)* Los discursos oficiales respecto a la pandemia y a la educación no paran, sin embargo en la vida cotidiana no han representado nada significativo, sólo mayor carga de trabajo para las y los docentes y mayor frustración para las y los estudiantes que tienen que lidiar con lo que esto representa, es por demás sabido que el trabajar de manera digital sólo vino a evidenciar la brecha de desigualdad económica y social tan grande que existe y las condiciones en que se vive el proceso de aprendizaje tanto por parte del personal académico como de los y las alumnas.

La práctica pre-profesional en la formación de la Licenciatura en Trabajo Social es un eje fundamental, significa la herramienta clave que le permite a las y los estudiantes incorporar la experiencia de lo que es el abordaje de la realidad social y la incorporación de los conocimientos teóricos, resulta una experiencia enriquecedora y

sustancial que deben vivenciar desde su formación y que les permitirá identificar el verdadero significado de la intervención social. En la práctica se encuentran contenidas las principales funciones de la intervención, como es el desarrollo de la investigación social, el diseño de proyectos sociales, la sistematización como parte de la construcción de la especificidad profesional, es un continuo entre la acción y la reflexión, es la mayor grandeza que puede contener la práctica, ese ir y venir que representa poder contrastar los fundamentos teóricos con las propias contradicciones que se viven en la práctica social.

Una forma de expresar lo que significa la incorporación del conocimiento para el análisis de la realidad y consecuentemente el fortalecimiento del carácter transformador de ser profesional de la intervención social lo señala Rozas Pagaza cuando afirma que el desafío actual de la formación de Trabajo Social debe visualizarse por un lado a la formación básica de calidad que permita la transformación de la información y por otro lado la formación profesional que es capaz de encontrar la explicación de la cuestión social.

### Comentarios finales

Cada momento histórico ha tenido su forma de intervenir en lo social, por lo mismo desarrolla sus procedimientos, técnicas o métodos y busca el conocimiento que fundamente el actuar profesional, es por ello que no nos es extraño sentirnos comprometidas como académicas a problematizar el tema de la formación alrededor de las rupturas que cambiaron la vida cotidiana de las y los alumnos como consecuencia de la pandemia del COVID19 y replantear los procesos tanto educativos como de transformación social.

En primer lugar, tratamos de identificar los escenarios actuales y cuáles pueden ser las posibles acciones a desarrollar desde la perspectiva de una práctica de campo considerando que lo que menos podemos tener en nuestro presente son interacciones sociales presenciales. El análisis de la situación podrá hacerse desde la realidad cambiante y enmarcarse a través de un diagnóstico que nos permita tener no sólo una visión global de la realidad que estamos enfrentando, sino cuáles son los elementos más significativos que se están encontrando en la deconstrucción de un proceso de formación profesional que por primera vez en la historia se confronta con la propia esencia de su origen.

La intención del presente trabajo es presentar un acercamiento a la naturaleza de los procesos cualitativos que dan significado a las prácticas de campo en la formación de Trabajo Social y proponer interrogantes que nos lleven al análisis de las nuevas posibilidades de intervención, así como el replanteamiento de modelos de intervención social y debatir sobre las alternativas y posibilidades de aproximación. Es necesario comprender los componentes de la realidad actual y analizar los nuevos escenarios, definitivamente no concordamos con hablar de la “nueva normalidad” pues los efectos que trae consigo ni siquiera los tenemos visualizados, por eso hablamos de otros escenarios.

Quizá ante las circunstancias que nos toca vivir frente a los efectos de una pandemia, encontremos un significado muy diferente de la intervención profesional, ya que parte del supuesto que ella se conforma en el desarrollo de los procesos sociales reproducidos cotidianamente. (Rozas, 2012). Como proceso de construcción histórico social nos posiciona con el compromiso académico y ético de cuestionar, revisar y analizar nuevamente y desde otra perspectiva confrontar el para qué, el cómo y con quién de la intervención profesional, es momento no solo de deconstruir, es momento de reconstruir como una expresión del significado de la cuestión social. Sin duda alguna en la etapa post pandemia se visibilizarán los efectos, son tiempos complejos, son cambios radicales para la intervención social.

La renuncia al mejor de los mundos, no es de ninguna manera la renuncia a un mundo mejor, sepamos entonces confiar en lo inesperado y trabajar para lo improbable. (Morín, 2005)

### Referencias

Avilés A. Haydee . Reseña de “Los siete saberes necesarios para la educación del futuro” de Edgar Morín . Ra Ximhai, Vol.1. No. 3, 2005

Bastacini, Ma. Del Carmen. El papel de las prácticas pre-profesionales en la formación de los Trabajadores Sociales. San José Costa Rica, 2004

Bordieu, La lógica de la práctica. (2002) Recuperado de: <http://files.practicadesubjetivacion.webnode.es/200000014-3034a312e7/Bordieu%20la%20la%20C3%B3gica%20de%20la%20pr%20C3%A1ctica.pdf>

Carballeda, Alfredo J. La intervención en lo social/exclusión e integración en los nuevos escenarios sociales. PAIDÓS, Buenos Aires, Argentina. 2012

Murcia, N. Jaimés, S y Gómez, J.. La práctica social como expresión de humanidad. (2016) Recuperado de: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/101/10148922002/10148922002.pdf>

Rozas P. Margarita “Repensando el Trabajo Social Latinoamericano” En Revista Conciencia. Año 1 N° 1. (2001)

Rozas P. Margarita. Una perspectiva teórica metodológica de la intervención en Trabajo social, ESPACIO. Argentina. 2012

Tello, Nelia. Ires y Venires de la Intervención Social. TRABAJO SOCIAL UNAM. VI Época • Número 1, diciembre (2010), Ciudad de México [p. 60 - 71]

UNESCO, 2020 <https://es.unesco.org/news/63-millones-maestros-afectados-crisis-covid-19-dia-mundial-docentes-unesco-exhorta-que-se>

# HACIA EL EMPODERAMIENTO DIGITAL EN LA EDUCACIÓN

Lic. Beatriz Angélica Cid Osorio<sup>1</sup>, Lic. Gricelda Valencia Méndez<sup>2</sup>,  
Lic. Samuel Carrera Lanza<sup>3</sup>

**Resumen** - La educación actual en el país ha cambiado paradigmas respecto a los procesos de enseñanza y aprendizaje, el modelo pedagógico híbrido obliga a los protagonistas de la educación a migrar su labor educativa utilizando herramientas digitales que les exigen el dominio de nuevos métodos para la enseñanza, es decir, una educación tecnológica que apunte a preparar a las personas en la comprensión, uso y aplicación racional de la tecnología para la satisfacción de necesidades docentes.

Las Tecnologías del Empoderamiento y la Participación han de desarrollar en los docentes un empoderamiento crítico a fin de aportar a su contexto comunitario, generando un impacto en el cambio de actitudes y aptitudes con respecto a los nuevos procesos de aprendizaje, el propósito es que la comunidad educativa desarrolle habilidades colaborativas que apoyen su formación integral y que les permita aprender a aprender, empoderándose en materia educativa propiciando sistemas innovadores para las nuevas generaciones.

**Palabras clave:** Tecnologías de Empoderamiento y Participación, Educación Tecnológica, Herramientas Digitales.

## Introducción

Actualmente a nivel mundial se vive una contingencia de salud derivada del Covid-19, por lo que nuestro país busca las estrategias adecuadas para poder brindar enseñanza a distancia a niñas, niños y adolescentes del nivel básico, dadas las circunstancias la educación ha sido un principal factor social que se ha visto rebasado por la desigualdad e inequidad ante la falta de oportunidades del docente y estudiantes en aspectos educativos y tecnológicos.

Esta situación manifestó la necesidad de transformar la educación básica a través de la asesoría y acompañamiento a docentes en la introducción a los medios tecnológicos con fines educativos que les permitan proponer diversas acciones para el trabajo pedagógico con sus estudiantes. La relación continua entre la búsqueda de conocimiento y el objeto que se emplea para el estudio formal supone la utilización de una táctica sistemática que favorezca el manejo de diversos recursos, en su desarrollo es necesaria la aplicación de estrategias y en su fin la comprensión total o parcial de lo que se desea conocer.

El análisis de la problemática conllevó a realizar una investigación-acción acompañada de una estructura de planeación, ejecución y evaluación, misma que ayuda a la autorreflexión del profesorado ante las situaciones sociales que se centran en el aspecto educativo. La colaboración y participación de docentes de diversos contextos sociales permitió de manera directa aplicar el proyecto *Hacia el empoderamiento digital en la educación*, de tal modo se llevó a cabo la elaboración de un manual y la capacitación a docentes de la Escuela Primaria Progreso de Yahualtzingo, Vicente Guerrero, Escuela Primaria Diego Rivera de Santa María Coapan y a un grupo de jóvenes del Consejo Nacional de Fomento Educativo de la región de Tehuacán, en el Estado de Puebla.

La investigación en torno al empoderamiento en herramientas digitales (Ruíz Escamila, 2016) se define como la capacidad de usar el conocimiento y las destrezas relacionadas al desarrollo de elementos y procesos, haciendo uso de las destrezas, conocimientos, habilidades y aptitudes que permiten utilizar de manera eficaz y eficiente los instrumentos o recursos tecnológicos. El objetivo fue elaborar un manual como estrategia de conocimiento, uso e interacción de herramientas digitales en docentes de educación primaria que facilitaran su empoderamiento digital para el logro de aprendizajes significativos.

La realidad nos muestra que las tecnologías digitales han influido en la manera de aprender y, en consecuencia, en la manera de enseñar propia del colectivo docente. Tomando como referencia la Teoría del Conectivismo, elaborada por el teórico de la enseñanza en la sociedad digital (Siemens, 2006), definiremos el concepto de aprendizaje propio de una sociedad de red de redes.

La educación se encuentra en constante cambio y ha de adaptarse a las nuevas necesidades que surgen al paso de los años, esto implica que todos los esfuerzos deben encontrarse orientados hacia una innovación educativa, al presentar el proyecto es posible percatarse que la implementación de un manual es una herramienta que da apertura a poder impulsar el empoderamiento y la participación de quienes se encuentran al frente del acto educativo.

<sup>1</sup> La Lic. Beatriz Angélica Cid Osorio es Profesora de Educación Primaria en el Estado de Puebla, México. [saword.2350@gmail.com](mailto:saword.2350@gmail.com)

<sup>2</sup> La Lic. Gricelda Valencia Méndez es Asesora Académica en el Consejo Nacional de Fomento Educativo en el Estado de Puebla, México. [grisvam09@gmail.com](mailto:grisvam09@gmail.com)

<sup>3</sup> El Lic. Samuel Carrera Lanza es Profesor en Educación Primaria en el Estado de Puebla, México. [samuelcl1506@gmail.com](mailto:samuelcl1506@gmail.com)

El uso de las nuevas tecnologías ha impactado en los diferentes contextos educativos, ha sido un recurso que se encuentra en constante crecimiento y acercamiento a la vida de las personas lo que ha generado grandes cambios en las formas de vivir y actuar respecto a las épocas actuales, por tanto es una gran responsabilidad y compromiso poder conocerlas y utilizarlas con un propósito.

### Descripción del Método

#### *Metodología:*

Desde sus inicios la ciencia ha utilizado una serie de métodos y técnicas basados en la lógica y la experiencia, a través de los cuales establece sus leyes y categorías. La ciencia como conjunto sistematizado del saber humano está conformada por la teoría, el método y la técnica (Münch, 2017)

En este sentido atendiendo a los objetivos que busca la metodología de investigación – acción y a su propia naturaleza, esta se define de la siguiente forma:

Kemmis citado por Latorre (2005) define que la investigación – acción es una forma de investigación autorreflexiva realizada por quienes participan -profesorado, alumnado o dirección, por ejemplo- en las situaciones sociales -incluyendo las educativas- para mejorar la racionalidad y la justicia de:

- A. Sus propias prácticas sociales o educativas,
- B. Su comprensión sobre las mismas;
- C. Las situaciones o instituciones en que estas prácticas se realizan -aulas o escuelas, por ejemplo-.

Lewin citado por Latorre (2005) describe la investigación – acción como ciclos de acción reflexiva. Cada ciclo se compone de una serie de pasos: planificación, acción y evaluación de la acción. Comienza con una *idea general* sobre un tema de interés sobre el que se elabora un plan de acción. Se hace un reconocimiento del plan, sus posibilidades y limitaciones, se lleva a cabo el primer paso de acción y se evalúa su resultado. El plan general es revisado a la luz de la información y se planifica el segundo plan de acción sobre la base del primero.

Es así como bajo esta metodología se basa el proyecto *Hacia el empoderamiento digital en la educación*, en un primer momento se detectó la problemática teniendo en cuenta la situación educativa que se enfrentó respecto a la pandemia de Covid-19 en 2020 misma que obligó a todo el sector educativo a optar por otras vías de enseñanza y aprendizaje, seguido de esto se realizó un diagnóstico a docentes por medio de una encuesta online, en cuanto a la acción se elaboró un manual de herramientas tecnológicas de empoderamiento y participación dirigido hacia docentes y se presentó por medio de una capacitación virtual.

#### *Participantes*

De manera directa participaron en el proyecto tres docentes maestrantes de Educación con licenciaturas en puericultura, educación primaria, y pedagogía. De manera indirecta participaron 58 docentes, 5 docentes de la escuela primaria Progreso de Yahualtzingo, Vicente Guerrero, Puebla, 8 docentes de la escuela primaria Diego Rivera de la comunidad de Santa María Coapan, Tehuacán, Puebla y 13 jóvenes del Consejo Nacional de Fomento Educativo CONAFE región Tehuacán y 32 docentes externos a dichas instituciones.

#### *Técnica*

La metodología que se desarrolla respecto al proyecto es investigación – acción, en lo que sugiere la etapa de investigación, se observó una notable necesidad en los docentes en el conocimiento y utilización de herramientas tecnológicas, esto ayudó a obtener información afín a los intereses e implementación de recursos digitales en su labor educativa para la adquisición de competencias e innovación en su práctica docente. Mediante una encuesta aplicada a los participantes del 28 al 31 de agosto se realizaron preguntas abiertas y de opción múltiple donde se logró reafirmar la necesidad por habilitarse en las herramientas tecnológicas manifestando ventaja en la aplicación ClassDojo.

#### *Procedimiento*

Frente a la situación que obligó a docentes y estudiantes a migrar hacia el aprendizaje a distancia, se logró reconocer que diversos docentes no cuentan con los elementos necesarios para poder interactuar y facilitar un aprendizaje más dinámico y de interés para el estudiante, desde el uso de las tecnologías, al notar esta situación, se elaboró un Manual de Herramientas Tecnológicas que ayudará a docentes a entender qué pueden hacer desde sus posibilidades, describiendo paso a paso la interacción con diversas herramientas con el fin de lograr generar contenido

que sirva para el proceso de enseñanza y aprendizaje dirigido a sus estudiantes respectivamente. Es así como se planteó aplicar el manual y capacitar de manera online a docentes y jóvenes del Consejo Nacional de Fomento Educativo que laboran en contexto rural y urbano. Los manuales escolares son, en primer lugar, herramientas pedagógicas, libros elementales, claros, precisos, metódicos, destinados a facilitar el aprendizaje (Alain, 2001).

El Manual presentado a los docentes incluye el contenido de aplicaciones que permiten el uso e interacción con diversos medios tecnológicos que son de gran ayuda para la modalidad a distancia que se ha implementado como estrategia para brindar clases a los distintos niveles educativos.

Está conformado por la introducción que hace un reconocimiento e invita al lector a descubrir e implementar la diversidad de estrategias que exige la educación emergente, sin duda, los modelos educativos clásicos están evolucionando y eso exige el compromiso y la preparación continua para adaptarse a la nuevas tecnologías que día a día son indispensables en el quehacer educativo.

De manera general se conforman las siguientes aplicaciones:

1. Google
  - 1.1 Google Classroom
  - 1.2 Google Sites
  - 1.3 Google Documents
  - 1.4 Google Presentaciones
  - 1.5 Formularios de Google
2. ClassDojo
3. EDPuzzle
4. Flipgrid
5. Kahoot!
6. Padlet
7. Pixton

Cada una de estas aplicaciones tiene una función específica y diferente, son totalmente indispensables para generar en el alumno interés y participación, en este momento la proliferación de las redes sociales ha captado la atención de los alumnos sin embargo, acercar a sus dispositivos aplicaciones novedosas que permitan la interacción y el aprendizaje es de suma importancia en la construcción de comunidades digitales de conocimiento.

Es así que este tipo de materiales son requeridos en la labor educativa, lo cual a su vez ayuda a solventar el déficit observado en un principio respecto a la habilitación y conocimiento de aplicaciones que aporten a la enseñanza.

Ante esta situación se dio paso a establecer la organización de espacios, tiempos y recursos para generar grupos de capacitación que permitieran la asistencia de los interesados, se implementó un formulario de registro para conocer cuántos maestros requerían el taller dando un total de 97 registrados, por lo cual se generaron 6 grupos de 16 participantes considerando así una mejor atención para cada uno de ellos.

Las capacitaciones comenzaron el miércoles 9 de septiembre con los grupos A y B con una asistencia total de 12 docentes, jueves 10 de septiembre con los grupos C y D donde participaron 21 docentes y se finalizó el viernes 11 de septiembre con los grupos E, F y G en los cuales estuvieron presentes 25 docentes, algunos incluso residentes de Querétaro, ciudad de México y Colombia.

### **Comentarios Finales**

#### *Resumen de resultados*

El acto de evaluar precisa un análisis exhaustivo de la trascendencia o restricciones que llegan a definir el impacto planteado, para ello es importante tomar en cuenta todas las condiciones internas y externas que forman parte de la praxis.

Los panoramas educativos cambian constantemente incluso se trasladan a la virtualidad y ello supone una preparación más demandante frente a lo que se espera por parte del receptor, incluso la comunicación debe ser precisa y eficiente de acuerdo con los tiempos establecidos.

Frente a las expectativas planteadas en un primer momento, la propuesta buscaba ser implementada en el personal docente de dos centros educativos de nivel básico y a un grupo de Jóvenes del CONAFE, sin embargo, ante la demanda e interés de maestros a los que se les comunicó la intención de aplicar una capacitación práctica, el número de participantes superó por una gran cifra a los seleccionados originalmente.

La participación docente en el taller alcanzó una cifra final de 58 personas de un total de 97 interesados, fue a través de un Formulario de Google donde se constató dicha información con la finalidad de tener conocimiento de la

asistencia de los interesados, para la confirmación de la asistencia se enviaron correos electrónicos como recordatorio de su participación.

De manera general se considera que la capacitación de esta herramienta a través de una modalidad online fue de utilidad para los participantes quienes en este momento se encuentran frente a una educación emergente que requiere una respuesta precisa y contundente que favorezca su práctica educativa y que sea del interés de sus alumnos, esto permitió concluir que existe un gran camino para poder contrarrestar el pliego de demandas que en estos momentos preocupa a quienes se encuentran al frente de la práctica educativa, pero también es importante empoderarlos, hacerlos partícipes activos en estas estrategias y facilitarles el conocimiento, lo que es sin duda un aporte valioso al sistema educativo.

Docentes de diversas edades, distintos contextos de enseñanza y diferentes lugares geográficos están de acuerdo en reconocer que se requiere este tipo de capacitaciones donde ellos sean los principales protagonistas, y que además existan materiales prácticos y originales que implementen con efectividad y alto impacto.

### *Conclusiones*

Las Tecnologías de Empoderamiento y Participación son herramientas digitales en las que actualmente el docente se encuentra inmerso, han sido de gran apoyo, su uso ha permitido brindar un enfoque educativo para poder atender las necesidades en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

La puesta en práctica del proyecto hizo posible el logro de los objetivos planteados, se creó un manual de aplicaciones digitales que está al alcance de los docentes de diferentes niveles educativos, cabe mencionar que la capacitación estaba dirigida a un grupo ya determinado de docentes de dos escuelas primarias y jóvenes del Consejo Nacional de Fomento Educativo, pero el impacto del proyecto tuvo otro alcance, se interesaron docentes de nivel secundaria y medio superior en capacitarse en el uso de nuevas tecnologías, lo que conllevó a que se organizaran grupos para poder dar una atención más personalizada y eficiente, con la finalidad que adquirieran aprendizajes significativos en el uso de la plataforma.

Se pudo observar la importancia que tiene el apoyar a los docentes en su formación continua en el uso de diferentes aplicaciones que existen en la web, la modalidad online en que se impartió la capacitación permitió tener un contacto más directo con los participantes, contando con su cooperación y colaboración en la interacción con la aplicación digital.

Al concluir, los comentarios fueron satisfactorios y se percibió el interés por continuar aprendiendo acerca del uso y aplicación de las Tecnologías de Empoderamiento y Participación.

### *Recomendaciones*

Importante llevar a cabo capacitaciones a docentes de diversas zonas escolares, estados sobre el manejo de aplicaciones digitales con la finalidad de que se asocien con dichas herramientas que favorezcan la enseñanza-aprendizaje y así empoderarlos con respecto al uso de las nuevas tecnologías.

Crear estrategias con la finalidad de permitir a los docentes poder acceder a la sesión de capacitación considerando el horario y el día que sea más accesible para ellos, con la finalidad de no entorpecer sus actividades diarias, es necesario poder ofertar a través de una encuesta diversas opciones para poder lograr que todos puedan estar disponibles en un horario accesible de conectividad.

Es preciso también poder contar con un servicio de internet con buena velocidad, esto logrará que durante la transmisión no existan dificultades al utilizar la plataforma digital, la finalidad es que exista una experiencia agradable durante la explicación e interacción respecto a la aplicación digital, previo al inicio del taller de los participantes es conveniente que se envíen también a los correos electrónicos de los interesados un recordatorio, a fin de poder establecer una comunicación previa a la capacitación.

Es recomendable brindar un seguimiento a los docentes a través de la elaboración de una página web y correo electrónico como medios de comunicación para atender dudas y seguir ofertando nuevas herramientas digitales de interés para la comunidad del profesorado, de tal manera que se continúe favoreciendo su actualización permanente en el manejo de plataformas digitales como medios de enseñanza y aprendizaje.

## Referencias

- Alain, C. (2001). *Pasado y presente de los manuales escolares*. Medellín: Revista Educación y Pedagogía.
- Münch, L. (2017). *Métodos y técnicas de investigación*. México: Trillas.
- Latorre, A. (2005). La investigación acción conocer y cambiar la práctica educativa. En A. Latorre, *La investigación acción conocer y cambiar la práctica educativa* (pág. 26). España: Graó.
- Latorre, A. (2005). La investigación acción conocer y cambiar la práctica educativa. En A. Latorre, *La investigación acción conocer y cambiar la práctica educativa* (pág. 37). España: Graó.
- Ruíz Escamila, J. E. (2016). *Herramientas digitales*. Oaxaca: La tecnología informática aplicada a los centros escolares.
- Siemens, G. (2006). *Knowing Knowledge*. Estados Unidos de América: Lulu.com.

## Notas Biográficas

La **Lic. Beatriz Angélica Cid Osorio**, graduada de la Escuela Normal Particular Colegio Sor Juana Inés de la Cruz, publicó un artículo en la "Revista Huellas en la Educación" titulado *Planeación Didáctica Argumentada*, es profesora en la Escuela Primaria Diego Rivera en Santa María Coapan, Puebla, México, colaboradora del Colectivo TecnoMex, terminó sus estudios de Posgrado en Educación en la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla y Coautora del Manual Educativo acerca de Herramientas de Comunicación Virtual.

La **Lic. Gricelda Valencia Méndez** Participó en el Consejo Nacional de Fomento Educativo región Zoquitlán, Puebla, brindando un servicio por cuatro años, graduada de la Unidad Escolar Lic. Benito Juárez en la Licenciatura en Puericultura; Asistente Educativo de la Guardería incorporada al IMSS "Alma de Niño", brindo servicio en el Consejo Nacional de Fomento Educativo región Tehuacán, Puebla por tres años; Asesor Pedagógico Itinerante de nivel Primaria por un ciclo escolar, Asesor de Fortalecimiento Académico de nivel Secundaria por un ciclo escolar, Académico de Acompañamiento de nivel Preescolar en el Consejo Nacional de Fomento Educativo de la región de Zoquitlan, Puebla; terminó sus estudios de Posgrado en Educación en la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla y Coautora del Manual Educativo acerca de Herramientas de Comunicación Virtual.

El **Lic. Samuel Carrera Lanza**, participó en el Consejo Nacional de Fomento Educativo brindando un servicio social por 6 años, graduado del Centro Universitario Tehuacán en Pedagogía, profesor de la Escuela Primaria Progreso en Yahualtzingo, Vicente Guerrero, Puebla, México, terminó sus estudios de Posgrado en Educación en la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla y Coautor del Manual Educativo acerca de Herramientas de Comunicación Virtual.

## Apéndice

### Evaluación de capacitación a docentes

- 1.- ¿El tema cubierto en el taller será relevante para mi trabajo?
- 2.- ¿El taller cubrió el objetivo planteado?
- 3.- ¿El taller cubrió el tema que yo esperaba?
- 4.- ¿La duración del taller fue adecuada?
- 5.- ¿Los temas fueron tratados en orden lógico?
- 6.- ¿El material del taller está claramente expuesto y es de fácil comprensión?
- 7.- ¿El material proyectado está bien diseñado y es de fácil comprensión?
- 8.- ¿El facilitador presentó el tema de manera clara y lógica?
- 9.- ¿Recibí asistencia adecuada del facilitador durante el taller?
- 10.- ¿Los temas fueron presentados de manera ordenada?
- 11.- ¿El facilitador brindó respuestas adecuadas a las preguntas de los asistentes?
- 12.- ¿El facilitador demostró un buen conocimiento del tema expuesto?

# Algoritmo de colonia de hormigas para abordar el problema de order picking

Mariel Sofía Cisneros Pérez<sup>1</sup>, Dra. Julia Patricia Sánchez Solís<sup>2</sup>  
Dr. Gilberto Rivera Zárate<sup>3</sup>, Dr. Vicente García Jiménez<sup>4</sup>, Dr. Rogelio Florencia Juárez<sup>5</sup>

**Resumen**— El order picking es uno de los procesos más importantes dentro de un almacén. Uno de los problemas a resolver, es el establecer una ruta de longitud corta para recolectar los productos de un pedido y minimizar los tiempos y costos. Dicho problema, es parecido a uno de optimización combinatoria llamado agente viajero (TSP). Se ha determinado que un algoritmo eficiente para resolver el TSP es el Algoritmo de Colonia de Hormigas (ACO). Para la resolución del problema, se utilizó un código de reducción de nodos y así, proceder a la optimización del recorrido mediante el ACO, posteriormente se reestablecen los nodos y se llega a una solución factible. Se combinó, tres diferentes búsquedas locales. Para poder hacer las pruebas necesarias se creó un almacén, plasmado mediante archivos de texto. Después de realizar las pruebas pertinentes, se obtienen mejores resultados al combinar el ACO con la búsqueda local 2-Opt.

**Palabras clave**—order picking, TSP, ACO, búsqueda local.

## Introducción

Dentro de una empresa, existen distintos departamentos, todos de vital importancia para el buen funcionamiento de ésta. Uno de los departamentos con el que cuentan algunas empresas es el almacén y el proceso considerado de los más importantes y costosos dentro de él es el order picking. Con esta investigación se pretende dar solución a uno de los problemas que se tiene en este proceso, el cual es determinar un recorrido con longitud corta y poder recolectar todos los productos que conforman una orden en el menor tiempo posible.

Para este trabajo se toma como referencia el problema de optimización combinatoria llamado agente viajero (TSP), ya que la solución que se busca en este se asemeja a la que aquí se pretende alcanzar.

El presente estudio, tiene como objetivo general implementar un algoritmo de colonia de hormigas para abordar el problema de order picking, explorando alternativas de búsqueda local.

Al no contar con un almacén real, se utiliza una simulación de este en computadora, configurado por medio de archivos de texto, de tal forma que puedan ser procesados por el algoritmo creado.

Aunque existen distintas maneras de realizar el order picking, para fines de este estudio se trabaja solamente con el order picking de un solo pedido. Para dar solución al problema, se seleccionó el Algoritmo de Colonia de Hormigas, el cual se combina, por separado, con tres diferentes búsquedas locales. Al conseguir los resultados, se comparan entre sí y se determina cuál de estos obtiene las mejores soluciones.

Los algoritmos son creados en el lenguaje de programación Java, en el entorno NetBeans.

## Marco teórico

### TSP

El problema del agente viajero es comúnmente utilizado para probar el rendimiento de nuevos sistemas cuyo objetivo es resolver problemas de optimización combinatoria. El problema de TSP consiste en que se tiene una serie de ciudades, el vendedor parte de alguna de ellas y tiene que visitar las demás ciudades pasando solamente una vez y regresar a la ciudad de la cual partió, tratando de obtener el costo mínimo. El costo consiste en la longitud recorrida por el vendedor (Karaboga & Gorkemli, 2019).

### Order picking de un solo pedido

<sup>1</sup> Mariel Sofía Cisneros Pérez, estudiante de Ingeniería de Software Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (**autor correspondiente**) al137793@alumnos.ucj.mx.

<sup>2</sup> Dra. Julia Patricia Sánchez Solís, profesora UACJ IIT-Depto. de Ingeniería Eléctrica y Computación División Multidisciplinaria en Ciudad Universitaria, julia.sanchez@uacj.mx

<sup>3</sup> Dr. Gilberto Rivera Zárate, profesor UACJ IIT-Depto. de Ingeniería Eléctrica y Computación División Multidisciplinaria en Ciudad Universitaria, gilberto.rivera@uacj.mx

<sup>4</sup> Dr. Vicente García Jiménez, profesor UACJ Laboratorio de Tecnologías Emergentes en Ciencias de la Computación (LabTEC2) División Multidisciplinaria en Ciudad Universitaria, vicente.jimenez@uacj.mx

<sup>5</sup> Dr. Rogelio Florencia Juárez Prof. Rogelio Florencia Juárez DMCU - Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ)Departamento de Eléctrica y Computación, rogelio.florencia@uacj.mx

El order picking es la recolección de artículos dentro de un almacén para satisfacer el pedido de un cliente. Este proceso puede ser manual o automatizado. A pesar de las grandes demandas y el tiempo limitado que se cuenta para realizarlo, se sabe que la gran mayoría de las empresas operan con el proceso manual, es por ello por lo que hay una necesidad en optimizar el área de picking (Díaz Díaz, 2019).

El sistema de order picking de un solo pedido es el más básico y utilizado en las industrias (Wheeler, 2014). Consiste en que el recolector realiza un recorrido por el almacén para recaudar todos los productos que componen un solo pedido (Díaz Díaz, 2019).

#### *Algoritmos de búsqueda local*

Estos algoritmos parten de una solución inicial completa y tratan de encontrar una mejor solución dentro de su vecindario. La estructura del vecindario es muy importante para el buen funcionamiento de este algoritmo ya que define el conjunto de soluciones que se puede tener. Para especificar un algoritmo de búsqueda local, es necesario definir cómo se busca dentro del vecindario y cuáles son las reglas para seguir para definir qué solución reemplaza a la actual (Dorigo & Stützle, 2018).

#### *Algoritmos de optimización basada en Colonia de Hormigas*

El ACO, es una metaheurística apta para resolver problemas de optimización combinatoria. Como su nombre lo dice, se inspira en el comportamiento de las hormigas y su habilidad para encontrar los caminos más cortos desde su hormiguero a la fuente de comida (Dorzán et al.). Para comunicarse, las hormigas utilizan un compuesto químico que ellas producen llamado feromona, con el cual dejan rastro y así marcan el camino a seguir para encontrar su fuente de alimento (Stützle & López-Ibáñez, 2018).

### **Planteamiento del problema**

#### *Definición del problema*

El order picking es una de las actividades más importantes y costosas que se realizan dentro del almacén de una organización. En el artículo escrito por Bellwood (2015), muestra la gran importancia que juega el order picking dentro de una empresa y cómo se presentan diversos problemas a los que se enfrentan en el almacén. Algunos de ellos es que no se prioriza cuando se realiza el picking, que el proceso es muy lento o propenso a errores. Pero sin duda uno de los mayores problemas y que ha sido motivo de varias investigaciones dentro de la literatura es el de determinar la mejor ruta para que el recolector recaude todos los artículos de los pedidos en el menor tiempo y recorrido posible. Anteriormente se ha intentado resolver este problema, buscando la ruta más corta a seguir por medio de distintos algoritmos, pero hasta nuestro conocimiento, aún no existe un método reconocido en la literatura para obtener la solución óptima. Uno de los algoritmos más utilizados para resolver este problema es el algoritmo de colonia de hormigas, sin embargo, este ha sido combinado con otros o modificado para abordar en problema de order picking. Un área de oportunidad es combinar el algoritmo con otras técnicas (específicamente búsqueda local) y así, poder comparar resultados y determinar cuál es el que calcula la ruta más corta a seguir.

#### *Pregunta de investigación*

¿Cuál de las búsquedas locales implementadas obtiene un menor recorrido de las soluciones generadas por ACO al abordar el problema de order picking?

### **Desarrollo del proyecto**

Para el desarrollo de este proyecto se eligió la metodología en cascada.

#### *Fase análisis*

Para el correcto desarrollo de esta investigación, es necesario recaudar los requisitos del algoritmo propuesto. Para lograrlo, se tomaron en cuenta los comentarios de los asesores de la presente investigación.

#### *Fase diseño*

Al no contar con un almacén real, se diseñó uno, el cual se muestra gráficamente en la Figura 1. Dicho almacén está conformado por cinco pasillos para recoger los artículos de un pedido, tres pasillos transversales y tres estantes apilados verticalmente. El almacén cuenta con espacio para trescientos sesenta productos. En la Figura, también se aprecian círculos en blanco y negro en el primer pasillo, éstos representan los nodos; cada nodo blanco con posibilidad de recoger productos de ambos lados mientras que, en los negros, no. Cada pasillo cuenta con quince vértices, por lo tanto, se cuenta con setenta y seis de ellos, (contando el origen).

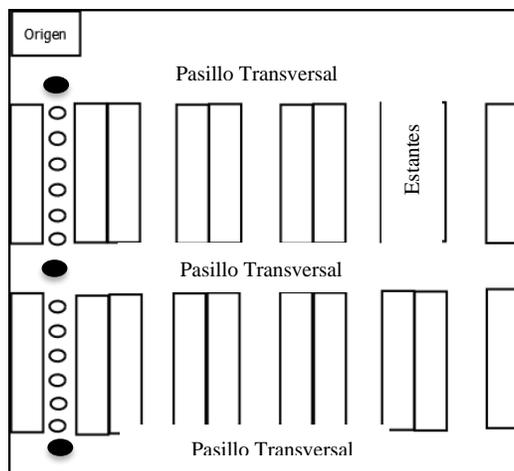


Figura 1. Representación gráfica del almacén.

En la Figura 2, se muestra el funcionamiento básico del algoritmo. Los datos de entrada son, el almacén y los pedidos, los cuales estarán expresados en archivos de texto. Dichos datos son procesados por un algoritmo de reducción de nodos que los asesores han proporcionado, el cual determina cuáles son los nodos primordiales para la resolución del problema, ocultando temporalmente aquellos que no son necesarios (sin eliminar las distancias). Posteriormente, el mismo algoritmo de reducción genera una matriz de adyacencia con los nodos obtenidos en el paso anterior transformando el problema de order picking en TSP. La matriz será leída por el ACO, el cual optimizará el camino a seguir, eligiendo aquel que se considere que tenga la menor longitud. Dicho camino pasará de nuevo al algoritmo de reducción proporcionado, reestableciendo aquellos nodos ocultos temporalmente, y dar solución al problema de order picking. Finalmente, se mostrará en pantalla la solución encontrada, la cual consiste en el camino a seguir y su longitud.

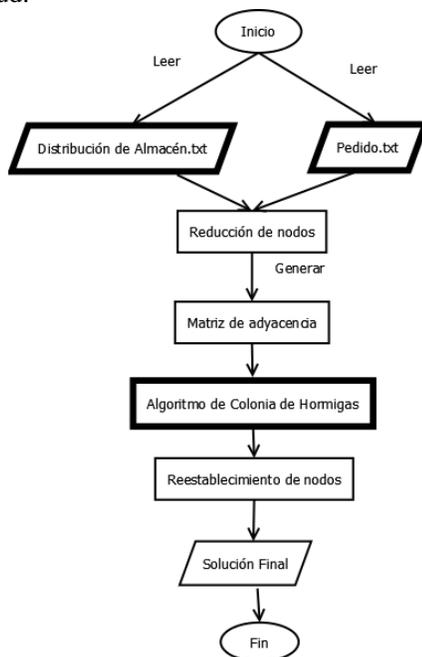


Figura 2. Diagrama de flujo del algoritmo.

En la Figura 3, se muestra más a detalle el funcionamiento del algoritmo desarrollado en este proyecto, que es el ACO, el cual inicia leyendo los valores de la matriz de adyacencia. Se generan los valores de Alpha y beta, parámetros utilizados en la actualización de feromonas y los valores Rho y Q los cuales evaporan y depositan feromonas. Posteriormente el algoritmo genera caminos al azar, iniciando en el nodo cero (origen) y volviendo hacia

él. Se elige el camino donde el recorrido haya sido el más corto y a partir de él, comienza un bucle para iniciar la actualización de recorridos y feromonas y aplicar una búsqueda local. El bucle termina cuando cumple con el límite de repeticiones establecidas en el código.

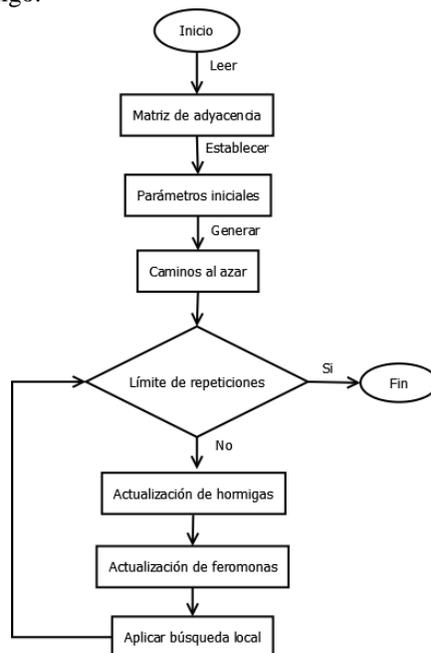


Figura 3. Diagrama de flujo del ACO

*Fase generación de código*

El código está realizado en el lenguaje de programación Java, en el entorno NetBeans. Se tomó un ACO básico programado en el lenguaje C# (McCaffrey, 2012), el cual se adaptó al lenguaje Java. Posteriormente se modificó para cubrir las necesidades presentadas en este proyecto.

En el Cuadro 1, se muestran los parámetros que se utilizaron para el funcionamiento del ACO en esta investigación. Al iniciar el código, se generan cuatro caminos aleatorios y el límite de repeticiones se establece en doscientos.

Parámetro	Valor
Alpha	3
Beta	2
Rho	0.01
Q	2.0

Cuadro 1. Parámetros iniciales.

Para lograr los objetivos de este estudio, el ACO se combina, por separado, con diferentes algoritmos de búsqueda local, en específico tres distintos. Se tomó una búsqueda k-opt programada en Java (Applying the 2-opt algorithm to traveling salesman problems in Java, 201), adaptándola a las necesidades de la presente investigación. La búsqueda realiza intercambios de bordes de tamaño k, que serán reemplazados por nuevos bordes, resultando así un recorrido más corto (Rhuggenaath, 2020).

La primera búsqueda local elegida fue la 2-Opt, ya que es utilizada principalmente para resolver problemas de tipo TSP y, como su nombre lo indica, considera movimientos de 2 opciones.

Para las búsquedas restantes, se eligieron dos tipos diferentes de la 3-Opt. Para fines de este estudio, se les identificará como 3-Opt y 3-Opt(2). A diferencia de la búsqueda anterior, esta utiliza movimientos de 3 opciones.

La Figura 4, muestra la pantalla que se obtiene al ejecutar el código. Inicia con los cuatro caminos aleatorios y sus respectivas distancias. Toma el camino con la longitud más corta y entra a un ciclo, el cual consiste en actualizar las hormigas y feromonas y realizar la búsqueda local. Al finalizar las doscientas actualizaciones, muestra el mejor camino que se encontró, es decir, el orden en que se deben visitar los nodos de los cuales se pueden recolectar los productos que conforman el pedido. También se muestra la distancia que este recorrido tiene.

```

0: [ 0 3 9 4 1 7 8 6 2 5 0 ] longitud = 174.37
1: [ 0 8 2 3 6 1 4 5 9 7 0 ] longitud = 192.32
2: [ 0 8 1 9 4 3 7 2 5 6 0 ] longitud = 188.32
3: [ 0 5 1 3 7 9 4 2 8 6 0 ] longitud = 178.32
Mejor longitud de camino inicial: 174.37

Inicializando feromonas en los caminos

Actualizando hormigas y feromonas

Nueva mejor distancia 82.71000000000001 encontrada en la actualizacion 0

Actualizaciones completadas

Mejor camino encontrado:
0 3 4 9 5 6 7 8 2 1 0
Longitud de la mejor ruta encontrada: 82.71000000000001

*****
Fin del ACO
*****
Full Order Picking Path:
0, 13, 3, 4, 18, 19, 9, 19, 8, 7, 6, 5, 6, 7, 8, 19, 18, 17, 16, 15, 2, 15, 1, 10,

```

Figura 4. Salida del algoritmo

Para terminar, se puede observar el camino completo a seguir, considerando aquellos nodos que se tenían ocultos para la resolución del problema. Aunque no se muestre la distancia de este recorrido se recuerda que es la misma que se obtuvo en el paso anterior, ya que los nodos estaban ocultos, pero las distancias siempre fueron tomadas en cuenta. Para fines de este estudio, la longitud no tiene una medida específica, sólo se maneja por unidades.

*Fase pruebas*

Para comprobar el buen funcionamiento del código, se realizaron pruebas de caja negra y caja blanca.

**Comentarios Finales**

*Resultados*

Para determinar cuál búsqueda local obtiene mejores resultados de acuerdo con la cantidad de productos que se requieren en la orden, se realizaron pruebas de pedidos pequeños (30 productos), medianos (120 productos) y grandes (260 productos).

En la primera prueba, se quiere conocer la estabilidad de los resultados de las búsquedas, por ello, se toma un pedido de cada tamaño y se ejecuta 30 veces para cada una. Al realizarlo, se puede notar una consistencia de la búsqueda 2-Opt, el cual se muestra en las Figuras 5, 6 y 7. Al utilizar pocas actualizaciones de caminos para generar una solución, independientemente del tamaño del pedido, mientras que los resultados de las búsquedas 3-Opt y 3-Opt(2) muestran inestabilidad.



Figura 5. Gráfica pedidos pequeños

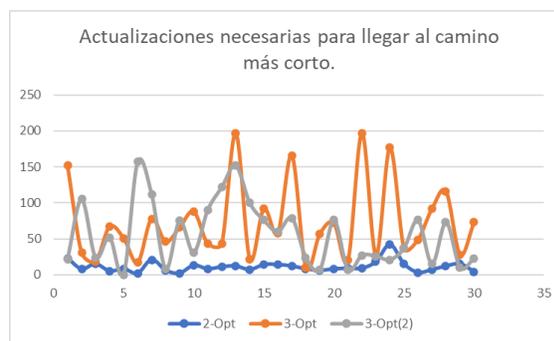


Figura 6. Gráfica pedidos medianos

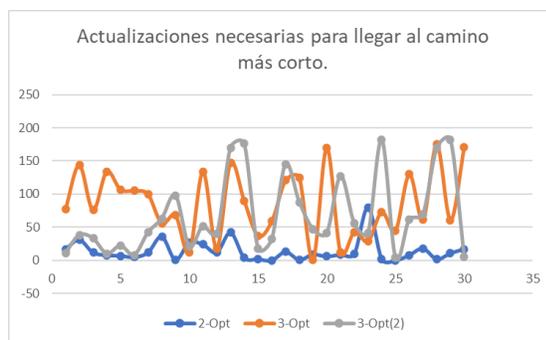


Figura 7. Gráfica de pedidos grandes

En el Cuadro 2 se puede observar que el menor tiempo de ejecución del algoritmo pertenece a la búsqueda local 2-Opt, independientemente si se trata de pedidos pequeños, medianos o grandes.

Búsqueda	Pedidos pequeños	Pedidos medianos	Pedidos grandes
2-Opt	3 segundos	2 min, 15 segundos	1 min, 47 segundos
3-Opt	19 segundos	23 min, 53 segundos	45 minutos
3-Opt (2)	18 segundos	44 min, 59 segundos	35 min, 59 segundos

Cuadro 2. Tiempos de ejecución

En la segunda prueba, se toman en cuenta 30 órdenes distintas por cada tamaño de pedido. Estas órdenes se procesan con cada una de las búsquedas. En esta prueba, el promedio de los resultados del recorrido más corto lo obtiene la búsqueda 2-Opt.

### Conclusiones

Retomando la pregunta de investigación, ¿cuál de las búsquedas locales implementadas obtiene un menor recorrido de las soluciones generadas por ACO al abordar el problema de order picking? Se realizaron distintas pruebas y dados los resultados, se concluye que, aunque estos no difieren mucho entre sí, la mejor combinación con el ACO, es la 2-Opt, ya que, a comparación de las búsquedas 3-Opt y 3-Opt (2) se requiere de un menor tiempo y pocas actualizaciones para llegar a una mejor solución.

### Recomendaciones

En este estudio, no se contó con un almacén real. Para futuras investigaciones, se propone que se pruebe en uno, y así, poder comparar los tiempos de recolección utilizando las soluciones dadas por el algoritmo, con los tiempos de recolección realizando el order picking como usualmente se hace dentro de dicho almacén. Al ser un problema de optimización, el código está a abierto a mejoras, ya sea al incluir nuevas búsquedas o cambios de parámetros en el mismo.

### Referencias

Applying the 2-opt algorithm to traveling salesman problems in Java. (201, Junio 15). (technical-recipes.com) Retrieved Abril 10, 2020, from <https://www.technical-recipes.com/2017/applying-the-2-opt-algorithm-to-traveling-salesman-problems-in-java/>

Bellwood, J. (2015). 10 common problems with order picking...and how to solve them. Peopleveox, 1-10.

Diaz Diaz, J. L. (2019, Enero 26). MODELO DE ABASTECIMIENTO PARA EL PROCESO DE ORDER PICKING Y SU IMPACTO EN LOS INVENTARIOS. Retrieved Abril 1, 2019, from <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/20589/DiazDiazJoseLuis2019.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Dorigo, M., & Stützle, T. (2018). Ant Colony Optimization: Overview and Recent Advances. International Series in Operations Research & Management Science, 311-351.

Karaboga, D., & Gorkemli, B. (2019). Solving Traveling Salesman Problem by Using Combinatorial Artificial Bee Colony Algorithms. International Journal on Artificial Intelligence Tools, 28(1).

McCaffrey, J. (2012, Febrero). Microsoft Docs. (Microsoft) Retrieved Febrero 1, 2020, from <https://docs.microsoft.com/en-us/archive/msdn-magazine/2012/february/test-run-ant-colony-optimization>

Rhuggenaath, J. Z. (2020). Learning 2-opt Heuristics for the Traveling. Eindhoven University of Technology.

Stützle, T., & López-Ibáñez, M. (2018). Automated Design of Metaheuristic Algorithms. International Series in Operations Research & Management Science, 541-579.

Wheeler, C. (2014, Junio 16). Newcastle systems. Retrieved Febrero 19, 2019, from <https://www.newcastlesys.com/blog/bid/348476/order-picking-methods-and-the-simplest-ways-to-minimize-walking-infographic>

# CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS EN LOS SUELOS CON DIFERENTES TIPOS DE MANEJO EN XICO, VERACRUZ, MÉXICO

Lourdes Cocotle Romero<sup>1</sup>, María Ramírez Salazar<sup>2</sup>,  
y Benito Hernández Castellanos<sup>3</sup>

**Resumen**—El manejo del suelo (pastizal, bosque y agrícola) fue analizado en Xico, Veracruz, para determinar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Se eligieron tres áreas para cada uno de los sistemas de manejo, siguiendo la metodología propuesta por Anderson e Ingram, 2003; las muestras de suelo fueron tomadas de los primeros 20 cm, para la determinación de las propiedades físicas y químicas del suelo según la NOM-021 RECNAT 2000. Para conocer las propiedades biológicas, se colectó la macrofauna edáfica de manera manual y se almacenaron en alcohol etílico al 70 %, para su posterior identificación y pesaje en el laboratorio. Parámetros como la Textura muestran diferencias significativas en los diferentes tipos de manejo ( $p < 0.05$ ), variables como pH, Materia orgánica, Carbono Orgánico y NT se ven influenciadas por el tipo de manejo. La actividad biológica en el caso de la macrofauna edáfica está íntimamente relacionada a la disponibilidad de nutrientes en el suelo.

**Palabras clave**— Macrofauna edáfica, uso del suelo, servicios ecosistémicos, conservación.

## Introducción

El crecimiento de la población humana ha llevado al incremento en los requerimientos para su existencia, como consecuencia también a la explotación de recursos del medio ambiente (Guevara, Acosta, & Paredes, 2017). Uno de los recursos de mayor explotación es el suelo, ya que es la base para la alimentación a través de actividades como la agricultura y ganadería de donde se obtienen las principales fuentes de alimento (Wang & Sun, 2016). Para poder satisfacer estas necesidades, el cambio de uso de suelo, ha sido de las mayores actividades realizadas por el hombre. Sin embargo, constantemente este cambio de uso de la tierra se ha realizado de manera arbitraria, sin tomar en cuenta sus cualidades, llevándola al deterioro de los servicios ecosistémicos o ambientales que esta provee (Newbold et al., 2015; Wang & Sun, 2016). Estos cambios de uso del suelo, se han llevado a cabo en México alterando principalmente bosques, mediados por la tala inmoderada para la transformación a suelos agrícolas y pastizales (Ochoa-Gaona & González-Espinosa, 2000).

Los bosques son de gran importancia debido a que en ellos se alberga gran biodiversidad de especies de plantas y animales y ayudan a mitigar los efectos del cambio climático. Tanto el bosque como el suelo, ayudan en la captación y filtración de agua, generando un equilibrio hidrológico, por lo que la deforestación para llevar un cambio en el uso de suelo sin la planeación adecuada, pueden llevar a la degradación o fragmentación del hábitat y la extinción de diversas especies (Ochoa-Gaona & González-Espinosa, 2000; (Newbold et al., 2015). No obstante, en el suelo podemos encontrar diversas afectaciones debido a las malas prácticas de manejo que llevan a su degradación, reflejando así un daño en sus propiedades físicas (pérdida de la estructura del suelo), químicas (pérdida y disponibilidad de nutrientes, así como las tasas de descomposición, acidez del suelo, etc.).

El carbono orgánico del suelo (COS), también presenta afectaciones importantes, ya que el cambio de suelos de ecosistemas naturales a suelos de uso agrícola, disminuye considerablemente las reservas de COS (20% y 45%), sin embargo cabe señalar que los efectos de cambio de uso de suelo de un sistema natural a pastizal, no han sido del todo claros (Murty et al., 2002; (Galicia, 2016). Respecto a los efectos de las propiedades biológicas mediados por ese cambio de uso de suelo, se han reportado principalmente la pérdida de biomasa y diversidad de organismos y la

<sup>1</sup> Biol. Lourdes Cocotle Romero es Profesora en la Facultad de Geografía de la Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz. lcocotle@uv.mx (**autor correspondiente**).

<sup>2</sup> MC María Ramírez Salazar es Directora de la Facultad de Economía, Geografía y Estadística de la Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz. mariaramirez@uv.mx.

<sup>3</sup> Benito Hernández Castellanos es Profesor-Investigador Facultad de Biología de la Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz. benihernandez@uv.mx.

actividad enzimática (Galicia, 2016). Tal es el caso del estudio realizado por Guevara, 2017, en donde se evaluaron 5 tipos de uso de suelo, y se encontró que existía mayor número de familias de macrofauna edáfica en bosque (28%), mientras que en zonas de pastizal mejorado se encontró una disminución (15%). Otro estudio importante, mostró que los sistemas del manejo del suelo (labranza), influyen en la estructura de comunidades de la macrofauna del suelo Oligochaeta y Coleoptera (Marchão et al., 2009).

Como podemos apreciar, cuando un sistema natural es modificado para llevar a cabo un cambio de uso de suelo, principalmente para desarrollar actividades agrícolas, como consecuencia se ejercen efectos negativos en la matriz del suelo. Por lo que es indispensable conocer mas a detalle estos cambios. Es por ello, que el objetivo de este trabajo, fue conocer los efectos dados por el cambio de uso de suelo (propiedades físicas, químicas y biológicas) en suelos con diferentes tipos de manejo (pastizal, bosque, y cultivo), en Xico, Veracruz, México.

### Descripción del Método

Se eligieron tres áreas para cada uno de los sistemas de manejo (bosque, agrícola y pastizal) en el municipio de Xico Ver., en cada sitio se realizó un transecto y a los 20, 40, 60, 80 y 100 m de distancia de separación se cavó un monolito de 25 x 25 x 20 cm, siguiendo la metodología propuesta por Anderson e Ingram, 2003; en dichos monolitos fueron tomadas muestras de aproximadamente un kilogramo suelo de los primeros 20 cm, y colocadas en bolsas de plástico debidamente etiquetadas, para la determinación de las propiedades físicas y químicas del suelo, las variables analizadas fueron: pH, materia orgánica (M.O), Carbono orgánico (CO.), Nitrógeno Total (NT), Fósforo (P Bray), Relación Carbono/Nitrógeno (C/N), Textura, Sodio (Na), Potasio (K), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) según la NOM-021 RECNAT 2000. Para conocer las propiedades biológicas del suelo, fue colectada de manera manual la macrofauna edáfica de cada uno de los monolitos y separados en frascos con alcohol etílico al 70 %, las lombrices también fueron separadas y colocadas en frascos con alcohol al 70 % todas las muestras fueron trasladadas para su posterior identificación y pesaje en el laboratorio.

Análisis de varianza de una vía fueron aplicados a las variables físicas y químicas y el respectivo análisis post hoc mediante el test de Tukey con el programa Statistica 10.

### Resultados

#### *Propiedades físicas y químicas del suelo con diferentes usos (bosque, agrícola o cultivo y pastizal)*

El suelo de bosque presentó un pH menos ácido que los suelos agrícola y los suelos de pastizal por lo que se observan diferencias significativas para  $p < 0.05$ . Entre el suelo agrícola y el de pastizal no se observaron diferencias. En el caso de la M.O. y el C.O. los valores más altos se encontraron en el suelo de bosque, el suelo agrícola y el de pastizal muestran valores parecidos por lo que entre estos últimos no se observan diferencias, el suelo de bosque presenta diferencias significativas en comparación con los otros dos tipos de uso del suelo ( $p < 0.05$ ). El Nitrógeno Total en los tres tipos de uso del suelo no mostró diferencias significativas, a diferencia del fósforo donde la mayor concentración se observa en el suelo agrícola, seguido del suelo de bosque y en menor proporción el suelo de pastizal, por lo que existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tres tipos de uso del suelo.

La relación C/N fue mayor para el suelo de pastizal, seguida del suelo agrícola y por último el suelo de bosque, por lo que entre los tres tipos de uso existen diferencias significativas para  $p < 0.05$ . En el caso del Na y K los tres tipos de uso del suelo (bosque, agrícola y pastizal) no mostraron diferencias significativas.

El Ca se observa en mayor concentración en el suelo agrícola, seguido del suelo de bosque y en menor concentración el suelo de pastizal, por lo que entre los tres tipos de uso se presentan diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). El Mg presentó una mayor concentración en suelo de bosque y diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), en comparación con los otros tipos de uso del suelo, el suelo agrícola y pastizal muestran concentraciones parecidas, por lo que entre estos no se observan diferencias. En el caso de la textura, la arcilla y los limos del bosque y los del pastizal no presentan diferencias significativas, pero si con la arcilla del suelo agrícola ( $p < 0.05$ ). En el caso de la arena está no presentó diferencias significativas entre los tres tipos de uso de suelo, bosque, agrícola y pastizal. En el caso de la humedad está fue mayor en el cultivo y el pastizal y menor en el bosque  $p < 0.05$ . La conductividad eléctrica no presentó diferencias significativas (**Tabla 1**).

**Tabla 1.** Promedio de los parámetros físicos y químicos del suelo de bosque, agrícola y pastizal en Xico Ver. ( $\pm$  error estándar), C.E. (Conductividad eléctrica).

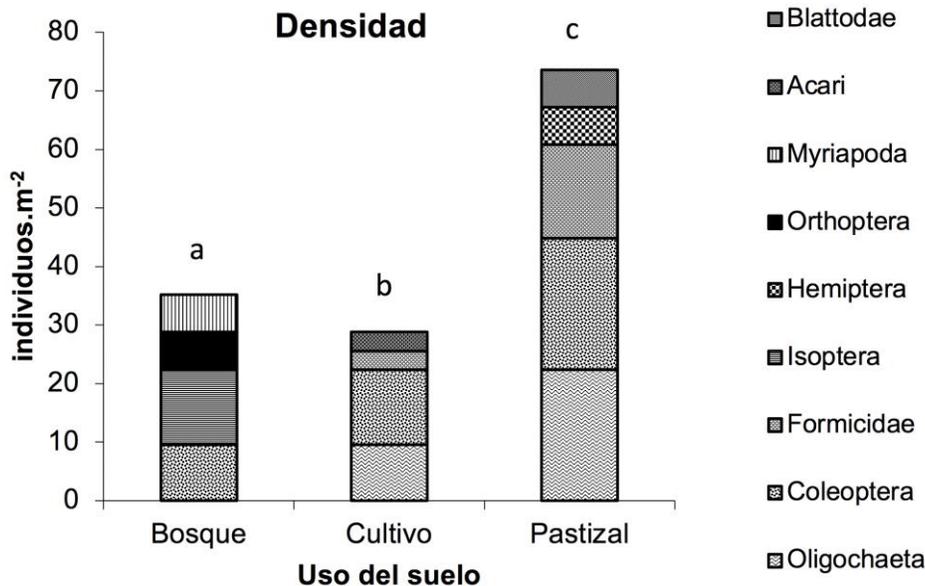
Parámetro	Bosque	Agrícola	Pastizal	F	p
pH	5.3 $\pm$ 0.08a	4.9 $\pm$ 0.02b	4.8 $\pm$ 0.02b	14.32	0.005
M.O (%)	12.0 $\pm$ 0.40a	10.6 $\pm$ 0.2b	11.1 $\pm$ 0.4b	24.83	0.000
C.O (%)	6.9 $\pm$ 0.4a	6.1 $\pm$ 0.3b	6.4 $\pm$ 0.6b	32.15	0.000
NT (%)	0.5 $\pm$ 0.03a	0.4 $\pm$ 0.02a	0.3 $\pm$ 0.09a	0.72	0.101
P Bray (mg/kg)	6.1 $\pm$ 0.07a	7.2 $\pm$ 0.04b	3.6 $\pm$ 0.09c	50.26	0.000
C/N	13.8 $\pm$ 0.9a	15.2 $\pm$ 0.3b	21.33 $\pm$ 0.9c	48.76	0.000
Arcilla (%)	16 $\pm$ 1a	31 $\pm$ 3b	20 $\pm$ 1a	9.21	0.003
Limo (%)	38 $\pm$ 2a	29 $\pm$ 3b	35 $\pm$ 3a	6.28	0.030
Arena (%)	46 $\pm$ 4a	40 $\pm$ 2a	45 $\pm$ 1a	0.48	0.101
Na (cmol.kg <sup>-1</sup> )	0.8 $\pm$ 0.02a	0.7 $\pm$ 0.09a	0.6 $\pm$ 0.3a	0.21	0.504
K (cmol.kg <sup>-1</sup> )	1.5 $\pm$ 0.1a	1.6 $\pm$ 0.21a	1.6 $\pm$ 0.4a	1.25	0.133
Ca (cmol.kg <sup>-1</sup> )	6.1 $\pm$ 0.3a	7.0 $\pm$ 0.5b	5.4 $\pm$ 0.4c	8.24	0.001
Mg (cmol.kg <sup>-1</sup> )	6.2 $\pm$ 0.8a	5.1 $\pm$ 0.5b	4.9 $\pm$ 0.b	10.18	0.004
Humedad (%)	70 $\pm$ 3a	77 $\pm$ 1b	75 $\pm$ 1b	12.14	0.001
C. E.(mS cm <sup>-1</sup> )	0.5 $\pm$ 0.07a	0.7 $\pm$ 0.12a	0.3 $\pm$ 0.13a	4.12	0.101

Fila con diferente letra, indica diferencias significativas para  $p < 0.05$

*Fauna edáfica del suelo con diferentes usos (bosque, agrícola o cultivo y pastizal).*

*Densidad de macrofauna edáfica*

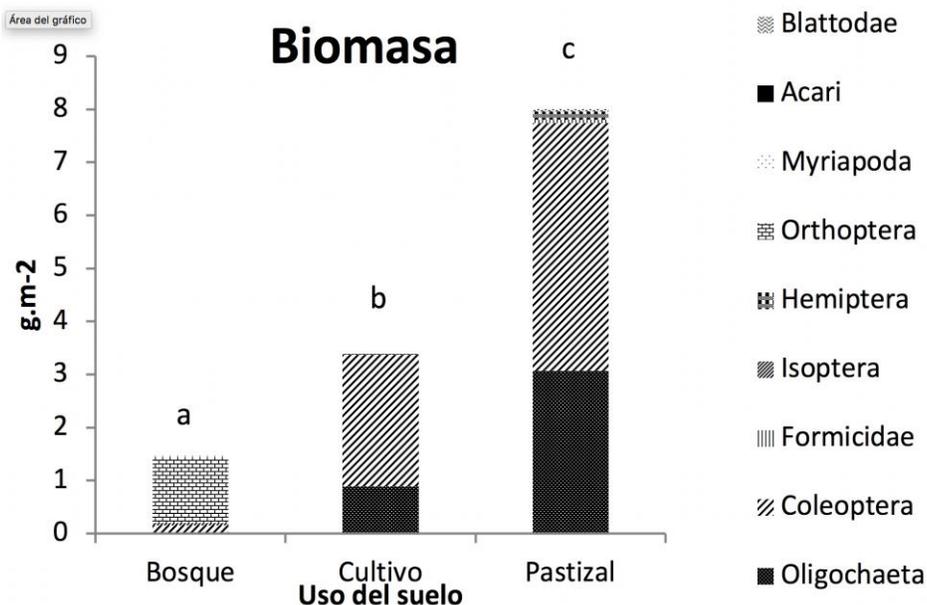
El pastizal presentó la mayor densidad de organismos (cerca de 70 indv.m<sup>-2</sup>) los grupos encontrados fueron Oligochaeta, Coleoptera, Formicidae, Hemiptera y Blattodae. En el caso del cultivo fueron colectados los grupos Oligochaeta, Coleóptera, Formicidae y Acari con un total de cerca de 28 ind.m<sup>-2</sup>. En el sistema Bosque se colectaron los grupos Coleoptera, Isoptera, Orthoptera y Myriapoda 35 ind.m<sup>-2</sup>; el grupo más representativo presente en los tres sistemas fue coleoptera. En los diferentes usos del suelo para la macrofauna se encontraron diferencias significativas para  $p < 0.05$  (figura.1).



**Figura 1.** Distribución de los grupos funcionales de la macrofauna edáfica en los diferentes usos del suelo (Bosque, agrícola o cultivo y pastizal) en Xico Ver. Letras distintas indican diferencias significativas para  $p < 0.05$ .

### Biomasa de la macrofauna edáfica

El sistema pastizal fue el que presentó la mayor biomasa (cerca de 8 g.m<sup>-2</sup>), seguido del cultivo con 3.8 g.m<sup>-2</sup> y el bosque fue el que presentó la menor biomasa (1.6 g.m<sup>-2</sup>). Por lo que entre los diferentes usos del suelo se encontraron diferencias significativas para  $p < 0.05$  (figura 2).



**Figura 2.** Biomasa de la macrofauna edáfica en los diferentes tipos de uso del suelo, bosque, cultivo y pastizal. Letras distintas indican diferencias significativas para  $p < 0.05$ .

### Discusión

El cambio de uso de suelo en la región de Xico Ver. A modificado las características de este. La degradación física, química y biológica del suelo en esta zona se ha incrementado (Moreno-Seceña et al., 2015). Algunos estudios señalan que actividades agrícolas como el cultivo del café muy practicado en la zona, no tienen impactos tan severos como otros cultivos (Pérez, 2009). Sin embargo, en nuestro estudio observamos que en el caso del pH del suelo este se ha acidificado tanto en los suelos para cultivo como en los de pastizal, esto concuerda con lo observado por Campos-Cascaredo et al. (2002) en zonas de bosque con cambio de uso de suelo en la región del cofre de Perote. Otros parámetros del suelo que se observan con cambio fueron M.O, C.O, Na, Mg que muestran una disminución en su concentración como respuesta al cambio de uso del suelo de bosque a cultivo y pastizal. Variables como P y K se ven incrementadas en los suelos de cultivo y pastizal esto podría deberse principalmente a los procesos de fertilización química a que son sometidos.

En un estudio realizado en ranchos ganaderos en la región de Xico (Huerta y Cruz, 2016), encontraron valores en la textura, M.O, C.O, pH, K y Ca que concuerdan con los suelos de pastizal de este estudio.

El uso del suelo se considera uno de los factores determinantes de la abundancia y riqueza de poblaciones de organismos del suelo (Guiller et al, 2005). El mayor número de grupos funcionales se presentó en el suelo de pastizal, probablemente debido a la humedad, ya que en dichos sistemas se encontraron valores de humedad mayores que en los otros tipos de uso del suelo. La humedad juega un papel muy importante en la distribución de la fauna edáfica (Chirino, 2005). La macrofauna edáfica juega un papel muy importante en la dinámica y estructura del suelo, así como en el ciclaje de nutrientes. Sin embargo los procesos dominantes que determinan la presencia de la biota del suelo y la escala espacial donde éstos se manifiestan no se conoce del todo (Huising, 2012).

En nuestro estudios grupos funcionales como las lombrices fueron encontrados en el suelo de pastizal y de cultivo, lo que podría contribuir a mejorar la porosidad y estructura del suelo, junto con el mantenimiento de la fertilidad del suelo, gracias a la actividad ecológica que proporcionan las lombrices (Anderson et al., 2017).

Otros grupos funcionales como los reportados en este estudio contribuyen al equilibrio de los servicios ambientales que brinda el suelo. Existen pocos estudios en la región relacionados con la fauna del suelo, por lo es necesario llevarlos a cabo, para conocer como el cambio de uso del suelo a impactado a la biología de los suelos de la región de Xico, Ver. La degradación del suelo por el cambio de uso, es un hecho innegable, por lo que es necesario establecer mecanismos de manejo sustentable que permita garantizar la calidad química, física y biológica del suelo, incorporar a la fauna edáfica como un indicador de calidad del suelo es una necesidad. La conservación del recurso suelo permitirá mantener los servicios ecosistémicos de este, por lo que deberán llevarse a cabo acciones en la región, encaminadas a garantizar la protección de los recursos naturales.

### Conclusiones

El cambio de uso del suelo ha disminuido y modificado parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo. En necesario el establecimiento de mecanismos para la conservación del bosque Mesófilo en la región de Xico Ver. Actividades como la agricultura y ganadería sin un manejo sustentable han propiciado la degradación del suelo, lo que limita los servicios ambientales que este proporciona en la región. Es necesario realizar mayores estudios relacionados con la fauna edáfica, para conocer si está siendo impactada por el cambio de uso del suelo.

### Referencias bibliográficas

- Anderson J. e Ingram J. 1993. Tropical soil biology and fertility. A handbook of methods. 2nd edition. CAB International. Wallingford, UK. 221.
- Anderson F., Williams B., Horn K., Erséus C., Halanych K., Santos S. y James S. 2017. Phylogenomic analyses of Crassiditellata support major Northern and Southern Hemisphere clades and a Pangaean origin for earthworms. *BMC Evolutionary Biology* 17(1):123.
- Campos, A., Oleschko, K., Etchevers, J., & Hidalgo, C. (2007). "Exploring the effect of changes in land use on soil quality on the eastern slope of the Cofre de Perote Volcano (Mexico). *Forest Ecology and Management*", 248(3), 174-182.
- Chirino I. 2005. Caracterización de las comunidades de las lombrices de tierra (Oligochaeta, Oligochaeta) del bosque mesófilo y otros ambientes manejados en dos sitios del estado de Veracruz, México. Universidad nacional autónoma de México, facultad de ciencias.
- Galicia, L. (2016). Dinámica de cambio del uso de suelo y vegetación en México: patrones de cambio, causas directas e indirectas y prioridades futuras. In *Geografía de México: Una reflexión contemporánea* (pp. 235–249).
- Guevara, A., Acosta, P., & Paredes, F. (2017). Distribución de macroinvertebrados del suelo en el Parque Natural Regional Páramo Paja Blanca , Nariño , Colombia \* Distribution of soil macroinvertebrates in Paja Blanca Distribuição de macroinvertebrados de solos no Parque Natural Regional Páramo Paja B. *Revista UNIMAR*, 35(1), 237–251.
- Guiller, K. E., Bignell, D.E., Lavelle, P., Swift, M. J., Barrios, E., Moreira, F., van Noordwijk, M., Barois, I., Karanja, N. y Huising, J. (2005). Soil biodiversity in rapidly changing tropical landscapes: Scaling down and scaling up, in M.B. Usher, R. Bardgett and D.W. Hopkins (eds) *Biological Diversity and Function in Soils*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Huerta, C. C. y Cruz R. M. (Compiladoras). 2016. *Hacia una Ganadería Sustentable y Amigable con la Biodiversidad. Estudio de Caso: Xico, Veracruz*. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. 191 pp.
- Marchão, R. L. , Lavelle, P. , Celini, L. , Balbino, L. C. , Vilela, L. , & Becquer, T. . (2009). Soil macrofauna under integrated crop-livestock systems in a Brazilian Cerrado Ferralsol. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 44(8), 1011–1020. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-77349114226&partnerID=40&md5=81cc6c026ac4bc44dbb085ba60ccacdc>
- Mofeno-Seceña, J. C., Nava-Tablada, M. E., & Hernández-Sánchez, M. I. (2015). Actitud de cafeticultores sobre el manejo y conservación de suelos del Sitio Ramsar, Cascadas de Texolo. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 12(4), 553-566.
- Moreira, F., E. J. Huising y D. E. Bignell. 2012. *Manual de biología de suelos tropicales. Muestreo y caracterización de la biodiversidad bajo suelo*. Instituto Nacional de Ecología, México, 337 pp., México.
- Murty, D., Kirschbaum, M. U. F., Mcmurtrie, R. E., & Mcgilvray, H. (2002). Does conversion of forest to agricultural land change soil carbon and nitrogen? A review of the literature. *Global Change Biology*, 8(2), 105–123. <https://doi.org/10.1046/j.1354-1013.2001.00459.x>
- Newbold, T., Hudson, L. N., Hill, S. L. L., Contu, S., Lysenko, I., Senior, R. A., ... Purvis, A. (2015). Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature*, 520(7545), 45–50. <https://doi.org/10.1038/nature14324>
- Ochoa-Gaona, S., & González-Espinosa, M. (2000). Land use and deforestation in the highlands of Chiapas, Mexico. *Applied Geography*, 20(1), 17–42. [https://doi.org/10.1016/S0143-6228\(99\)00017-X](https://doi.org/10.1016/S0143-6228(99)00017-X)
- Wang, M., & Sun, X. (2016). Potential impact of land use change on ecosystem services in China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(4). <https://doi.org/10.1007/s10661-016-5245-z>

# NO TEJIDO ELABORADO CON CHIENGORA –PELO DE PERRO- PARA PLANTILLAS DE CALZADO ANTIBACTERIAL

Josefina Graciela Contreras García MC<sup>1</sup>, Ing. Carlos Alberto López Gómez<sup>2</sup>,

**Resumen**— En este artículo se presentan los resultados del análisis y aplicación de la Chiengora en la elaboración de plantillas para calzado. Actualmente en México al pelo de perro no se le da un uso industrial específico, siendo considerado un desperdicio orgánico más, aunque por sus propiedades y características como son su longitud, finura, rizado, forma, etc. se clasifica como una fibra textil proteica natural no convencional, la cual al ser lavada con una solución natural de yuca queda libre de cualquier microorganismo patógeno que pudiera afectar la salud del ser humano, además por su estructura física, presenta una excelente capacidad de enfieltramiento, lo que permite la formación de napas al lavarlo, secarlo, cardarlo y presionarlo, por lo que es posible elaborar materiales no tejidos punzonados para ser usados en diferentes aplicaciones con resultados satisfactorios, como es la manufactura de plantillas para calzado ignífugas, económicas y biodegradables.

**Palabras clave**— Chiengora, enfieltrado, napa, no tejido punzonado.

## Introducción

El pelo de perro desechado diariamente por las veterinarias, estéticas y hogares de México se puede considerar como un problema latente debido a su acumulación en tiraderos y alcantarillas por tiempo indeterminado, ya que aunque se sabe que es un material biodegradable, no se cuenta con registros claros sobre su tiempo de degradación y al no ser tratado adecuadamente puede generar infecciones a la población tales como: endocarditis, osteomielitis, infecciones en el tracto urinario, meningitis, etc., esto debido a los microorganismos que pueden vivir en él (Castellanos, L. et ál.,2011) Por lo que resulta de gran relevancia buscar posibles aplicaciones del mismo. Aunque se tiene información de su uso en la producción de hilo para fabricar tejidos de punto en diferentes países como Francia y Estados Unidos, el pelo es clasificado de acuerdo a la raza de procedencia cuidando su finura y longitud, siendo una tarea complicada, lenta y costosa.(Crolius,K. & Black, A., 1997)

El pelo de perro es una fibra proteica natural con características similares a las lanas de cabra u oveja, que posee ventajas considerables con respecto a ellas, como lo es su fácil y económica obtención ya que puede ser recolectada por cepillado o por corte, su proceso de lavado es menos contaminante porque no se requiere una gran cantidad de agua ni químicos para un lavado exhaustivo debido a que no posee una cantidad considerable de sebo en su superficie (Greer, S. et ál.,2003), por lo que pueden ser usados detergentes naturales biodegradables como lo son algunas raíces de plantas saponificadoras con una buena efectividad para eliminar suciedad (Chen,C.J.et ál.,2011) y bacterias comunes como son la *Esterichia coli*, *Salmonella s.p.* y Coliformes lo que la convierte en un material seguro para ser usado por el ser humano. Por su estructura escamosa permite el enfieltrado que facilita la formación de no tejidos(ASTM D123-19), en los cuales no es necesaria la clasificación del pelo, a menos que se requiera un color en especial, por lo que es posible darle uso al pelo de cualquier perro, en la producción de napas de diferentes espesores útiles en diferentes industrias (Pfretzschner J. et ál.,2001), como es el caso de la producción de plantillas para calzado, que actualmente son elaboradas con materiales sintéticos, regenerados o pieles de ganado, cuyo proceso de obtención es altamente contaminante(Yick, KL & Tse, CY.,2013).

## Métodos

### Metodología para realizar análisis textil

**Recolección:** Se realizó la colecta de la Chiengora en cinco diferentes estéticas caninas de la ciudad de México obtenida mediante corte, así como de donaciones caseras en donde fue recolectada por cepillado, la cual no es clasificada ni tratada previamente. Se pesó obteniendo un total de 800 gramos.

<sup>1</sup> Josefina Graciela Contreras García MC es Profesora de Fibras Químicas en la Escuela Superior de Ingeniería Textil del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México. [jcontrerasga@ipn.mx](mailto:jcontrerasga@ipn.mx)

<sup>2</sup> Ing. Carlos Alberto López Gómez es Profesor de Acabados Textiles en la Escuela Superior de Ingeniería Textil del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México. [calopezgo@ipn.mx](mailto:calopezgo@ipn.mx)

**Lavado:** se hace de forma manual utilizando una solución natural de Manihot esculenta Crantz , conocida como yuca(Chen,C.J.et ál.,2011), la cual ha sido usada para el lavado de textiles como la lana de oveja. Para elaborar el champú, se lava la raíz y se corta en pedazos finos, a 1litro de agua se le agregan 330 gramos de yuca y se hierve por 15 minutos, se determina su PH 8.2, se deja enfriar y con esta solución se lava la Chiengora. (Figura 1)  
**Secado:** se realiza al aire libre sin exprimir previamente.



Figura 1. Lavado de Chiengora con solución de yuca

Se tomaron 100g de fibra lavada para realizar su análisis en el laboratorio de pruebas físicas de la Escuela Superior de Ingeniería Textil, el cual está acondicionado a una de temperatura  $21\pm 1^{\circ}\text{C}$  y a una humedad relativa del  $65\pm 2\%$ . (ASTM D1776-20)

**Longitud de fibra (L)**, se determina ubicando un conjunto de fibras sobre una tabla de apariencia de 25X25cm, las cuales son extendidas y adheridas sobre la superficie para evitar su movimiento, con una escala graduada en mm se miden un total de 120 especímenes. (ASTM D1575-13)

**Número de rizos (N)**, se determina ubicando un conjunto de fibras sobre una tabla de apariencia de 25X25cm, las cuales son colocadas separadamente y cuidadosamente, de manera que no se modifique su estructura para realizar el conteo de cada uno de los rizos que se presentan en su superficie, una vez realizado el conteo, la fibra se estira y se mide su longitud en mm con una escala graduada. Esto se realiza a 120 especímenes. (ASTM D3937-12)

**Finura (Dn)**, se determina ubicando un conjunto de fibras sobre una tabla de apariencia de 25X25cm, las cuales son extendidas y adheridas sobre la superficie para evitar su movimiento, con una escala graduada en mm se miden 3 muestras de 100 fibras cada una, las cuales son pesadas en una balanza analítica y se obtiene su finura en Denier según la siguiente expresión (ASTM D1577-07)

$$N=K\text{P/L}$$

En donde: K es la constante para Denier que es igual a 9000 m/g

P es el peso en gramos de la muestra

L es la longitud en metros de la muestra

Los datos obtenidos se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados del análisis de fibras.

Chiengora			
N° de mediciones	120	120	5
Parámetro	Longitud	Rizos	Finura
Unidad	mm	N°/pulgada	Denier
Promedio	38.62	2.86	9.83
Valor Máximo	76	11	10.64
Valor Mínimo	16	1	9.11
Desvest	10.67	1.95	0.63
C.V.	27.64	68.38	6.38

**Sección transversal (ST)**, se obtiene al tomar un haz de fibras para hacerlas pasar a través de uno de los orificios de una laminilla perforada y realizar un corte a ras en ambos lados para observar su forma en el microscopio óptico a 40X. (Figura 2) (AATCC 20)

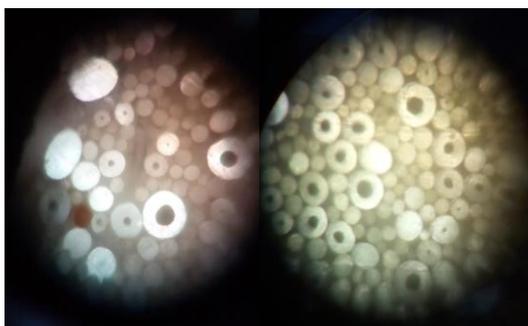


Figura 2. Secciones transversales de dos muestras de Chiengora

**Sección longitudinal (SL)**, se obtiene al colocar una fibra sobre un portaobjetos agregando una gota de aceite de cedro y cubrirla con un cubreobjetos, para observar su forma en el microscopio óptico a 40X. (Figura 3) (AATCC 20)

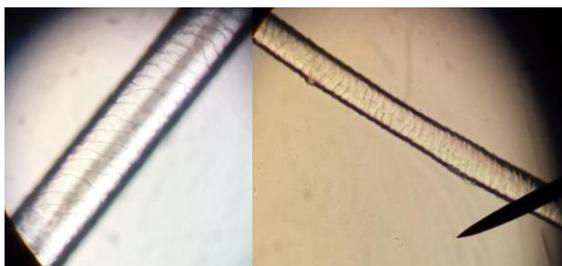


Figura 3. Secciones longitudinales de dos fibras de Chiengora con finura diferente.

**Prueba de combustión(C)**, se toma un conjunto de fibras con unas pinzas y se somete al fuego directo generado por un encendedor. La fibra se aleja de la flama antes de encenderse, su combustión es lenta y tiende a apagarse, su olor es característico a queratina quemada. Es una fibra ignífuga. (AATCC 20)

**Metodología para realizar estudio de microorganismos.** El objetivo de este estudio es determinar la efectividad del lavado de la Chiengora.

Se realiza en dos muestras de Chiengora , una sucia y otra lavada la determinación de patógenos como son: Coliformes Totales, Salmonella s.p y Escherichia coli, debido a que las bacterias de este grupo se encuentran principalmente en el intestino de los humanos y de los animales de sangre caliente, pero también ampliamente distribuidas en la naturaleza, por lo que es necesario asegurar la inocuidad del pelo de perro para desechar cualquier riesgo que pueda haber en su uso por el ser humano.

Se hace la inoculación por duplicado de cada patógeno a 0.1g de la Chiengora correspondiente en cada una de las cajas de petri, y se verte de 18.0 a 20.0 mL del medio agar bilis rojo violeta (ABRV) fundido y mantenido a  $45 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$  en baño de agua, se mezcla cuidadosamente el inóculo con el medio y se deja enfriar para que solidifique, agregar una sobrecapa de agar para favorecer el crecimiento de los organismos, una vez solidificado el medio invertir las placas y colocarlas en la incubadora a  $35^{\circ}\text{C}$ , durante  $24 \pm 2$  h. Preparar una caja control con 18.0 a 20.0 mL de medio para verificar la esterilidad. Después de este periodo, contar las colonias con el contador de colonias. Seleccionar las placas que contengan entre 15 y 150 colonias. Las colonias típicas son de color rojo oscuro. Los resultados se presentan en la tabla 2. (NOM- 210-SSA1-2014)

Tabla 2. Resultados de estudio de microorganismos

Microorganismos	Chiengora sin lavar	Chiengora lavada
Coliformes totales	21 NMP/g	Menos de 3 NMP/g
Salmonella s.p	Ausente	Ausente
Escherichia coli	Menos de 3 NMP/g	Menos de 3 NMP/g
*NMP /g.- número más probable por gramo		

### Método para obtener la plantilla para calzado

**Cardado:** una vez seca la fibra se procede a abrirla y cepillarla con ayuda de cardas, con el propósito de paralelizarla y eliminar las fibras más cortas. (Figura 5)



Figura 5. Cardado de la Chiengora

**Enfieltrado:** la fibra posteriormente se distribuye uniformemente sobre una superficie plana, se presiona y humidifica para ir formando velos, los cuales se van apilando uno sobre otro formando una napa. (Figura 6)



Figura 6. Enfieltrado de la Chiengora

**Punzonado:** la napa de fibras, esta es atravesada con un gancho en toda su superficie para lograr un entrelazamiento mecánico de fibras (Mao, N., 2016), obteniendo un no tejido, que es cortado en forma de plantilla para calzado.

### Método para caracterizar el no tejido punzonado.

**Espesor (E)**, el grueso de la napa se obtiene midiendo cinco diferentes zonas con un micrómetro de espesores. (ASTM D5729-97)

**Masa (M)**, se cortan 5 especímenes de 100cm<sup>2</sup> los cuales son pesados de forma individual en una balanza analítica, y se determina su peso por metro cuadrado. (ASTM D3776 / D3776M-20)

**Número de fibras por sección (F/S)**, se cortan 5 cuadros de 30X30mm los cuales son pesados de forma individual en una balanza analítica. Con la longitud promedio de fibra y su denier promedio, se determina el número de fibras contenidas por centímetro cuadrado (Moyo, D. et ál.,2013). Los resultados y estadístico se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Resultados de la evaluación del no tejido

No tejido de Chiengora			
N°de mediciones	5	5	5
Parámetro	Masa	Espesor	Fibras/sección
Unidad	g/m <sup>2</sup>	mm	N° fibras por cm <sup>2</sup>
Promedio	556	75.2	819.6
Desvest	9.57	2.17	76.19
C.V.	1.72	2.88	9.3

## Comentarios Finales

### Resumen de resultados

En este trabajo investigativo se estudió el pelo de perro como fibra textil proteica para ser usada en la elaboración de no tejidos punzonados, a la cual se le determinaron algunas de sus propiedades físicas que se presentan en la tabla 1, en donde se observa que longitud de fibra tiene una gran diferencia entre su valor máximo de 76mm con respecto al mínimo de 16mm, lo mismo sucede con el número de rizos en donde la variación es de 1 a 11 por pulgada, esto se esperaba, ya que la recolección es por corte y cepillado de diferentes razas perros, mientras que la finura arroja valores muy similares, dando un aproximado de 10 denier, equivalente a 33 micras de diámetro, por lo que puede ser considerada como una fibra gruesa (Greer, S. et ál.,2003). Para la elaboración de no tejidos no es necesario hacer una clasificación estricta de las fibras por longitud, finura y número de rizos como se requiere para la fabricación de hilo que será tejido posteriormente (Wulfhorst, B. et ál.,2006). El lavado de la Chiengora se realizó con una solución de yuca, dando buenos resultados en la eliminación de microorganismos patógenos que pudieran causar infecciones al ser humano lo cual se observa en la tabla 2. En las fotografías de su corte transversal y longitudinal se aprecia una gran similitud con las fibras de lana de oveja (AATCC 20), se observa médula en algunas de las fibras más gruesas y las escamas sobre su superficie, las que permiten el enfieltado natural al ser enganchadas las fibras unas con otras cuando son sometidas a presión y humedad, facilitando la formación de napas no tejidas, al cardar las fibras, extenderlas uniformemente sobre una superficie plana e ir apilando varios velos hasta lograr el espesor deseado de 75mm aproximadamente, el no tejido es punzonado con un gancho en toda su superficie para provocar un mayor entrelazamiento de fibras mejorando la estabilidad del material. El no tejido punzonado se recortó dándole forma de platillas para calzado las cuales serán, económicas, ignífugas y biodegradables, a diferencia de las que se tienen hoy en día hechas de materiales sintéticos, regenerados o de pieles de animales, las cuales son altamente contaminantes, ya sea en su proceso de obtención o bien, por su incapacidad para reintegrarse a la naturaleza (Yick, KL & Tse, CY.,2013).

### Conclusiones

- La Chiengora no debe ser considerada un material de desecho en México, ya que por sus características y propiedades es una fibra textil proteica no convencional que puede ser procesada industrialmente.
- Al lavar la Chiengora con una solución de yuca se logran eliminar los microorganismos patógenos más comunes, que pudieran ocasionar enfermedades al ser humano.
- Para la elaboración de no tejidos con Chiengora no se requiere una clasificación previa de su tipo, longitud y finura.
- Con la Chiengora se forman fácilmente no tejidos punzonados, los cuales pueden ser usados en diferentes aplicaciones dependiendo de su espesor y peso, como pueden ser plantillas para calzado, bajo alfombras, relleno de paneles para paredes y autos, etc.
- La Chiengora es una fibra textil natural económica, de fácil obtención, amigable con el medioambiente y con dificultades mínimas para su procesado.

### Recomendaciones

Los investigadores interesados en continuar nuestro trabajo podrían realizar la caracterización de no tejidos de Chiengora elaborados con diferentes espesores obteniendo algunas de sus propiedades físicas como son su resistencia, resiliencia y elasticidad; también hacer la medición de sus propiedades térmicas y acústicas, ya que consideramos que es posible integrarla en otros campos de aplicación, por ejemplo en la industria de la construcción para fabricar paneles termo-acústicos económicos que serían capaces de sustituir a los materiales sintéticos usados actualmente.

### Referencias

- Castellanos, L., Rodríguez, M.& Santos, A.(2011) "Aislamiento e identificación bioquímica de microorganismos bacterianos a partir de infecciones de piel en caninos." Revista Médica Veterinaria (en línea), consultado el 22 de mayo del 2020.<https://doi.org/10.19052/mv.556>
- Crolius,K. & Black, A. (1997). Knitting with dog hair. Nueva York, USA: Prensa de San Martín. ISBN 9780312152901
- Chen, C. J., Li, Y., Su, Q. M., Qu, L. J., & Chen, D. (2011). Study on Chemical Compositions of Manihot Esculenta Crantz (M. utilisissima Pohl)Stalks. Advanced Materials Research, 236–238, 394–398. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.236-238.394>
- Greer,S.,Banks-Lee,P.& Jones,M. (2007) "Physical and mechanical properties of Chiengora fibers," AATCC Review, Vol.7, No.5

Mao, N. (2016). 6 - Methods for characterisation of nonwoven structure, property, and performance. Editor: Kellie G., en Woodhead Publishing Series in Textiles, Advances in Technical Nonwovens, ( pp.155-211), ISBN 9780081005750, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100575-0.00006-1>.

Moyo, D., Patanaik, A. & Anandjiwala, R.D.(2013). 12 - Process control in nonwovens production, Editor(s): Abhijit Majumdar, Apurba Das, R. Alagirusamy, V.K. Kothari, en Woodhead Publishing Series in Textiles, Process Control in Textile Manufacturing, (pp. 279-299), ISBN 9780857090270, <https://doi.org/10.1533/9780857095633.3.279>.

Pfretzschner, J., De la Colina C. & Simón, F. (2001). Absorbedores acústicos de banda ancha constituidos por materiales con fibras y celulosa. febrero 12, 2020, de Instituto de Acústica Sitio web: [http://sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/publicaciones\\_4320gp004.pdf](http://sea-acustica.es/fileadmin/publicaciones/publicaciones_4320gp004.pdf)

Yick, K.L. & Tse, C.Y. (2013) 17 - Textiles and other materials for orthopaedic footwear insoles. Editor: A. Luximon, en Woodhead Publishing Series in Textiles, Handbook of Footwear Design and Manufacture, (pp. 341-371), ISBN 9780857095398, <https://doi.org/10.1533/9780857098795.4.341>

Wulfhorst, B., Gries, T. & Veit, D. (2006). Principles and machinery for yarn production en Textile technology ( pp.74-118). Hanser Publications. ISBN 1569903719

AATCC 20-2007 Fiber Analysis: Qualitative. Technical Manual, North Carolina 2010, 40-56.

ASTM D123-19, Standard Terminology Relating to Textiles, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2019, [www.astm.org](http://www.astm.org)

ASTM D1776 / D1776M-20, Standard Practice for Conditioning and Testing Textiles, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2020, [www.astm.org](http://www.astm.org)

ASTM D1575-13, Standard Test Method for Fiber Length of Wool in Scoured Wool and in Card Sliver, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2013, [www.astm.org](http://www.astm.org)

ASTM D1577-07(2018), Standard Test Methods for Linear Density of Textile Fibers, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018, [www.astm.org](http://www.astm.org)

ASTM D3776 / D3776M-20, Standard Test Methods for Mass Per Unit Area (Weight) of Fabric, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2020, [www.astm.org](http://www.astm.org)

ASTM D3937-12(2018), Standard Test Method for Crimp Frequency of Manufactured Staple Fibers, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2018, [www.astm.org](http://www.astm.org)

ASTM D5729-97, Standard Test Method for Thickness of Nonwoven Fabrics, ASTM International, West Conshohocken, PA, 1995, [www.astm.org](http://www.astm.org)

NOM- 210-SSA1-2014 Norma Oficial Mexicana NOM- 210-SSA1-2014 Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos.

## Notas Biográficas

La **M.C. Josefina Graciela Contreras García** es profesora en la Escuela Superior de Ingeniería Textil del Instituto Politécnico Nacional. Su maestría en Ciencias en Ingeniería Textil en la misma institución. Ha estado trabajando en la industria textil por 20 años. Imparte seminarios de Lean y Control Total de la Calidad. Es experto técnico ante la EMA.

El **Ing. Carlos Alberto López Gómez** es profesor en la Escuela Superior de Ingeniería Textil del Instituto Politécnico Nacional, candidato en la Maestría de Tecnología Avanzada por el CIITEC del IPN. Cuenta con una experiencia de 20 años en la industria textil desempeñando diversos puestos de ingeniería en acabados.

## Apéndice

### Cuestionario utilizado en la investigación

1. ¿Qué se puede hacer con el pelo de perro que se deshecha todos los días en México?
2. ¿Existen países que actualmente usen el pelo de perro como fibra textil?
3. ¿Es posible lograr un desinfectado efectivo del pelo de perro con un detergente natural como la yuca?
4. ¿Será necesario hacer una clasificación del pelo de perro de acuerdo a su longitud y finura para poder elaborar un no tejido?
5. ¿Se puede elaborar un no tejido con el pelo de perro para hacer plantillas para calzado?
6. ¿Qué análisis textil se debe hacer al pelo de perro para medir sus características?
7. ¿Cómo determinar el número de fibras por sección del no tejido?

# MINERÍA DE DATOS EN APOYO A LA DETECCIÓN TEMPRANA DE LA DESERCIÓN EN EDUCACIÓN SUPERIOR

M.C. Simón Guadalupe Cornejo-Sifuentes<sup>1</sup>, Dra. Ligia Gabriela Vega-Pérez<sup>2</sup>, MDC. María Guadalupe Naranjo-Cantabrana<sup>3</sup>, M.C. Eduardo Rodríguez-Leyva<sup>4</sup> y M.C. Jorge Aurelio Galaviz-Corrales<sup>5</sup>

**Resumen**—En las instituciones educativas la técnica de minería de datos puede apoyar la definición de modelos para predecir los casos de estudiantes que presentan riesgo potencial de deserción escolar, utilizando factores académicos, psicológicos, sociales, económicos y de interacción. La falta de información limita la toma de decisiones oportuna para la prevención de la deserción de los estudiantes en las diferentes etapas del trayecto educativo. Contar con un modelo predictivo para la deserción escolar que pudiera ser aplicado a todos los programas académicos y en las diferentes cohortes generacionales, es una necesidad educativa que debe ser atendida. En esta investigación se aplicó la metodología CRISP-DM y se utilizó una base de datos con la información de 1,374 estudiantes, en una institución de educación superior. Se realizó un análisis para identificar y seleccionar los factores más relevantes a utilizar para generar un modelo predictivo para la deserción escolar.

**Palabras clave**—modelo predictivo, reprobación, abandono escolar, herramienta tecnológica, análisis de datos.

## Introducción

Las instituciones de educación superior (IES), atendiendo el derecho a la educación de las personas y la política pública de educación para todos, enfrentan la problemática de la deserción. Las IES han permitido el ingreso a la gran mayoría de sus solicitantes y, aunque realizan acciones de inducción, carecen de programas sólidos que permitan, desde la admisión del nuevo alumnado, identificar los saberes, habilidades, actitudes y circunstancias económicas necesarias para el éxito escolar.

Este artículo presenta resultados de una investigación denominada Modelo predictivo para la deserción escolar en el Instituto Tecnológico de Los Mochis. El programa académico elegido fue Ingeniería Industrial y los sujetos participantes fueron los estudiantes que ingresaron a esta carrera en los ciclos escolares del 2014 al 2018. El objetivo general del estudio de investigación fue: Definir un modelo que permita predecir, de manera temprana, los casos de estudiantes que presentan un potencial riesgo de deserción escolar, en diferentes etapas o tiempos, a través de técnicas de minería de datos, utilizando factores académicos, psicológicos, sociales, económicos y de interacción. Los objetivos específicos de la investigación fueron los siguientes: (1) Identificar las posibles fuentes de datos; (2) Recopilar las fuentes de datos que contengan la información requerida para identificar a los estudiantes que se encuentren en riesgo de deserción, e integrarlas en un solo almacén de datos; (3) Analizar las fuentes de datos y realizar la limpieza del conjunto de datos; (4) Balancear los datos e identificar los factores con mayor peso en la deserción; (5) Identificar y aplicar las técnicas adecuadas de minería de datos para definir los modelos predictivos; (6) Evaluar los modelos obtenidos a través de técnicas de minería de datos para la selección del modelo final.

El trabajo se realizó utilizando la metodología CRISP-DM (Wirth, 2000), la cual consta de seis etapas: (1) comprensión del problema; (2) comprensión de los datos; (3) preparación de los datos; (4) modelado; (5) evaluación, y, (6) implementación. Con el uso de las técnicas de minería de datos, se buscó definir modelos que permitieron predecir, los casos de estudiantes con potencial de riesgo de deserción escolar, en diferentes etapas o tiempos. Los factores con los que se trabajó fueron los académicos, psicológicos, sociales, económicos y de interacción. La primera etapa de la preparación de los datos consistió en extraer e incluir en un mismo almacén de datos toda la información posible de los estudiantes y de los factores que pudieron afectar el rendimiento académico. Durante la segunda etapa se generaron, mediante algoritmos, datos ficticios de alumnos desertores que igualaran la cantidad de alumnos no desertores, esto con la finalidad de generar un modelo más preciso. Este artículo presenta los resultados obtenidos en las tres primeras fases de la minería de datos.

<sup>1</sup> M.C. Simón Guadalupe Cornejo-Sifuentes. Profesor del Departamento de Sistemas y Computación en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Los Mochis, México: [simon.cs@mochis.tecnm.mx](mailto:simon.cs@mochis.tecnm.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Dra. Ligia Gabriela Vega-Pérez. Profesora del Departamento de Sistemas y Computación en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Los Mochis, México: [ligia.vp@mochis.tecnm.mx](mailto:ligia.vp@mochis.tecnm.mx)

<sup>3</sup> MDC. María Guadalupe Naranjo-Cantabrana. Profesora del Departamento de Ciencias Económico – Administrativas en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Los Mochis, México: [maria.nc@mochis.tecnm.mx](mailto:maria.nc@mochis.tecnm.mx)

<sup>4</sup> M.C. Eduardo Rodríguez Leyva. Profesor del Departamento de Sistemas y Computación en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Agua Prieta, México: [erl29@hotmail.com](mailto:erl29@hotmail.com)

<sup>5</sup> M.C. Jorge Aurelio Galaviz-Corrales. Profesor del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica en el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Los Mochis, México: [jorge.gc@mochis.tecnm.mx](mailto:jorge.gc@mochis.tecnm.mx)

En etapas posteriores, aplicando algoritmos de clasificación como lo son DecisionTable, JRip, OneR, PART, DecisiónStump, HoeffdingTree, J48, LMT, RandomForest, RandomTree y REPTree, se generarán distintos modelos predictivos. La etapa de evaluación consistirá en comparar los distintos modelos resultados de la aplicación de algoritmos para determinar cuál es el más preciso y el más adecuado al aplicar estrategias con el propósito de reducir o evitar la deserción escolar en la institución. Implementar el modelo seleccionado será la última fase de la metodología; entonces la institución dispondrá de un modelo predictivo para la deserción escolar el cual podría ser implementado en todos los programas educativos en el momento en que las autoridades educativas así lo consideren.

### **Antecedentes y Fundamentos Teóricos**

El Instituto Tecnológico de Los Mochis (ITLM), es una institución de educación superior que forma parte del Tecnológico Nacional de México, el cual es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Educación Pública (Decreto que crea el Tecnológico Nacional de México, 2014). En el Instituto Tecnológico de Los Mochis en el año de 2014, en los 14 programas educativos de licenciatura se registró una matrícula de 5,333 estudiantes (ITLM, 2015). El programa educativo de Ingeniería Industrial, cohortes de 2014 a 2018, fue el objeto de estudio en el presente trabajo, en el cual se atendió una matrícula de 1,207 estudiantes en el periodo del estudio.

Siguiendo con el planteamiento de este proyecto, la deserción estudiantil puede considerarse como el abandono temprano de un programa de estudios, antes de obtener un título o grado académico, habiendo transcurrido el tiempo suficiente para descartar la posibilidad de reincorporación del estudiante a la institución (Himmel, 2002). En este contexto, tanto los estudiantes como su familia y el profesorado, deben estar convencidos que no es inevitable el abandono de los estudios, y establecer en la institución educativa una comunidad que pueda asumir la prevención del fracaso escolar (Delors, 1996). La deserción escolar de un estudiante puede ser causada por uno o varios factores, de diversa naturaleza como la social, psicológica, académica, económica o de interacción (Guzmán Brito, 2012). Poder identificar de manera precisa los factores que llevan a un alumno a desertar no es una tarea fácil, ya que se involucran múltiples variables, y en ocasiones la institución educativa no cuenta con toda la información necesaria para determinar las causas. Independientemente de los factores que intervienen para que un estudiante decida dejar inconcluso su programa educativo, la institución pierde un alumno, lo cual le afecta de manera significativa al disminuir el número de alumnos egresados, que se ve reflejado en los índices de Eficiencia Terminal.

### **Métodos y Técnicas de Investigación**

Para comprender los aspectos que afectan a los alumnos para que tomen una decisión tan importante como lo es la deserción de sus estudios, se deben conocer los modelos conceptuales que desde hace tiempo han sido concebidos por autores especialistas en diferentes áreas, para que este conocimiento permita encontrar, en los datos que tiene almacenados una institución educativa, la información adecuada para crear un modelo predictivo. En todos los modelos es fundamental la base familiar, por lo que muchos de los factores a considerar en la deserción tienen relación con las características de la familia de la cual provenga el alumno. El uso de minería de datos permite hacer predicciones y es muy útil para obtener conocimiento de los datos almacenados, que por sí solos no indican nada.

#### *Análisis de Datos Socioculturales*

Algunos autores han creado sus propios modelos conceptuales con los factores que influyen en los estudiantes para desertar o culminar sus estudios. En todos los enfoques se pueden encontrar modelos que están sustentados por un gran número de investigaciones, ya sea en las efectuadas por los propios autores o por otros, que los han empleado como marco de referencia (Himmel K., 2002). Según Díaz Peralta (2008), los enfoques del análisis de la deserción escolar pueden ser vistos desde cinco diferentes perspectivas y existen modelos para estos enfoques: Sociológicos, psicológicos, económicos, organizacionales, de interacción, mismos que se describen a continuación.

**Modelos Sociales.** William G. Spady (1970), con un enfoque social, dice que la familia tiene gran influencia en las tasas de graduación estudiantil, así como la interacción del alumno con sus compañeros, sumado a su desarrollo intelectual en el que también influye la familia.

**Modelos Psicológicos.** Corinna Ethington (1990) con un enfoque psicológico, menciona que los antecedentes familiares y el rendimiento académico previo, más el estímulo y apoyo familiar, el autoconcepto académico y la percepción de la dificultad de los estudios, son los factores que mayor influencia tienen para que un estudiante tenga la persistencia necesaria para culminar su carrera.

**Modelos Económicos.** Cabrera, Nora y Asker (1999) con un enfoque económico, menciona que cuando un estudiante de educación superior percibe beneficios sociales y económicos en sus actividades, en mayor medida que los que obtendría en otras actividades, como un trabajo, el estudiante prefiere continuar en la institución.

**Modelos de Interacción.** Uno de los autores más citados es Vincent Tinto (1975), quien amplió el modelo creado por William G. Spady (1970). Según Tinto, los estudiantes actúan de acuerdo con la teoría del intercambio en

la construcción de su integración social y académica. Considera que mientras el alumno va realizando sus estudios, diversos factores influyen para que se adapte a la institución educativa. Estos factores comprenden antecedentes familiares como el nivel socioeconómico y cultural, atributos personales y experiencia preuniversitaria.

### *Técnicas de Minería de Datos*

Son diversas las técnicas que existen en minería de datos y se pueden emplear para el descubrimiento de conocimiento o predicciones, pero antes de aplicar cualquier técnica de minería, es muy importante que se realice un trabajo a conciencia en el tratamiento de los datos, iniciando con la obtención de los datos, su extracción y transformación para integrarlos en una sola fuente, haciendo una depuración de los datos que no están correctos o completos (Romero y Ventura, 2010). Este proceso puede llevar tiempo, pero es muy importante, porque de esta etapa depende en gran medida que los resultados obtenidos con las técnicas de minería de datos sean correctos y confiables. Generalmente la etapa de pre-procesamiento es la más costosa ya que representa aproximadamente el 60 por ciento del esfuerzo total, mientras que la de minería sólo representa el 10 por ciento (Romero y Ventura, 2010).

La minería de datos consiste en la implementación de algoritmos para analizar información que permita realizar predicciones mediante patrones en la información, mismas que buscan dar alternativas de solución a un problema determinado en el sector productivo, de servicios y en la generación del conocimiento científico-tecnológico (Witten y Frank, 1999). Los algoritmos de minería de datos se clasifican en dos grandes categorías: supervisados o predictivos y no supervisados o de descubrimiento del conocimiento (Weiss y Indurkha, 1998). Los algoritmos supervisados o predictivos predicen el valor de un atributo (etiqueta) de un conjunto de datos, conocidos otros atributos (atributos descriptivos). A partir de datos cuya etiqueta se conoce se induce una relación entre dicha etiqueta y otra serie de atributos. Esas relaciones sirven para realizar la predicción en datos cuya etiqueta es desconocida. Esta forma de trabajar se conoce como aprendizaje supervisado y se desarrolla en las dos fases siguientes: (1) Entrenamiento, que consiste en la construcción de un modelo usando un subconjunto de datos con etiqueta conocida, y (2) etapa de prueba, que se refiere a la verificación del modelo sobre el resto de los datos.

Cuando una aplicación no es lo suficientemente madura no tiene el potencial necesario para una solución predictiva; en ese caso hay que recurrir a los métodos no supervisados o de descubrimiento de conocimiento que descubren patrones y tendencias en los datos actuales (no utilizan datos históricos). El descubrimiento de esa información sirve para llevar a cabo acciones y obtener un beneficio (científico o de negocio) de ellas (Weiss y Indurkha, 1998). La aplicación de los algoritmos de minería de datos requiere la realización de una serie de actividades previas encaminadas a preparar los datos de entrada debido a que, en muchas ocasiones dichos datos proceden de fuentes heterogéneas, no tienen el formato adecuado o contienen errores (Witten & Frank, 1999).

### *Herramientas de Minería de Datos*

Para aplicar las técnicas de minería de datos es necesario utilizar las herramientas adecuadas donde se permita hacer una conexión con los datos pre-procesados para ejecutar los algoritmos que se consideren más adecuados, una de las herramientas más populares entre los investigadores es Weka (Corso, 2009), una colección de algoritmos de aprendizaje automático y herramientas de pre procesamiento de datos de última generación. Este sistema está diseñado para que pueda probar rápidamente los métodos existentes en nuevos conjuntos de datos de manera flexible. También proporciona un amplio soporte para todo el proceso de extracción de datos experimentales, incluida la preparación de los datos de entrada, la evaluación de los esquemas de aprendizaje estadísticamente y la visualización de los datos de entrada y el resultado del aprendizaje (Corso, 2009).

Otra herramienta utilizada en la minería de datos es la herramienta R, que consiste en una implementación de software libre del lenguaje S, con soporte de alcance estático, siendo además muy popular en el campo de la minería de datos, la investigación biomédica, la bioinformática y las matemáticas financieras, además de proveer bibliotecas con funciones de cálculo y gráficas, modelos lineales y no lineales, tests estadísticos, análisis de series temporales, algoritmos de clasificación y agrupamiento, entre otros (Romero y Ventura, 2010). Una herramienta adicional es Anaconda, utilizada en ciencia de datos, y aprendizaje automático (machine learning), que incluye proceso de grandes volúmenes de información, análisis predictivo y cómputo científico (Romero y Ventura, 2010).

## **Resultados y Discusión**

Dependiendo de los factores que se utilicen para generar los modelos predictivos, pueden ser enfocados y catalogados en sociales, psicológicos, económicos y de interacción, esto nos indica que los factores también pueden ser catalogados de la misma manera. Una vez que se comprendieron e identificaron los tipos de factores que afectan el rendimiento académico de los estudiantes y/o que los lleva hacia la deserción escolar, se analizaron las diferentes fuentes de datos con las que cuenta la institución educativa para filtrar los datos de acuerdo con estos tipos de

factores encontrados. Se integró toda la información en un mismo repositorio de datos para lograr llevar a cabo los posteriores experimentos con distintos algoritmos de minería de datos y obtener así los modelos predictivos.

*Características de las fuentes de datos que se utilizaron*

Se utilizó una base de datos relacional con la información académica de 1,374 estudiantes, de las cohortes generacionales 2014, 2015, 2016, 2017 y 2018, de la carrera de Ingeniería Industrial en el ITLM; se consultaron archivos de Excel con resultados de los exámenes de ingreso EXANI II y archivos DBF con datos socioeconómicos de los alumnos capturados a través de la encuesta de ingreso de CENEVAL, aplicada a estos estudiantes.

*Identificación de factores*

Con el estudio de los modelos conceptuales, de tipo social, psicológico, económico y de interacción, se comprendieron cuáles son los factores que influyen en los alumnos para tomar la decisión de continuar sus estudios o desertar. Esto fue de utilidad al analizar las fuentes de datos de la institución educativa donde se realizó la investigación, ya que sirvió de base para saber identificar cuáles datos tomar como factores. En estas fuentes de datos se detectaron 42 factores, los cuales afectan en cierta medida la decisión del alumno para continuar sus estudios profesionales. En este estudio, todos estos factores se consideraron como variables independientes. Los factores que representaron mayor peso, pueden encontrarse en los diferentes enfoques de los modelos citados. Entre los factores determinantes manifestados en este estudio se encuentran los siguientes: (a) Régimen de procedencia del bachillerato, (b) año de nacimiento, (c) promedio obtenido en bachillerato, (d) exámenes extraordinarios realizados en bachillerato, (e) materias reprobadas en bachillerato, (f) porcentaje en número de aciertos en el examen de admisión CENEVAL, (g) impedimento para caminar, (h) semestre que cursa el alumno, (i) percentil obtenido en el examen de admisión CENEVAL, (j) índice CENEVAL, (k) calificación de pensamiento analítico obtenida en el examen de admisión CENEVAL, (l) género, (m) si el padre del alumno habla alguna lengua indígena, (n) cuantas horas trabaja el alumno, y (o) si el lugar en donde habita cuenta con servicio de internet, microondas, baño o TV.

*Integración en una sola base de datos y limpieza de los datos*

Para facilitar su análisis y aplicación de los algoritmos, se integraron las diferentes fuentes de datos en una sola base de datos en lenguaje MySQL. Una de las tareas fundamentales cuando se preparan los datos para un adecuado análisis es la limpieza, la cual consiste en eliminar registros incompletos o con datos corrompidos; cabe hacer mención que este procedimiento pareciera algo sencillo, pero si no se realiza de manera minuciosa puede llegar a alterar los resultados de los experimentos y por lo tanto, arrojar resultados sesgados o falsos. Una correcta limpieza consume bastante tiempo, pero es necesario que se le dediquen las horas o días que se requieran.

*Algoritmos utilizados para reducir la alta dimensionalidad de factores*

Para reducir la alta dimensionalidad de factores se utilizaron algoritmos de selección de atributos y se eligieron los 10 atributos con mayor peso. Esto se hizo porque es muy complejo generar modelos predictivos con 42 factores. Se aplicaron seis algoritmos que fueron útiles para la selección de los atributos más relevantes. Estos algoritmos fueron los siguientes: ANOVA, ChiSquared, GiniDecrease, GainRatio, InformationGain, ReliefF.

ANOVA tomó como factores más relevantes los siguientes: (a) Semestre, (b) régimen de procedencia, (c) año de nacimiento, (d) impedimento para caminar, (e) la cantidad de exámenes extraordinarios realizados en el bachillerato, (f) promedio obtenido como calificación en el bachillerato, (g) percentil obtenido en el examen de admisión CENEVAL, (h) el índice CENEVAL obtenido en el examen de admisión, (i) impedimento para caminar, (j) la cantidad de materias reprobadas en el bachillerato, y (k) la calificación en porcentaje de aciertos obtenidos en el examen de admisión CENEVAL. En el Cuadro 1 se muestran los resultados de la aplicación del algoritmo ANOVA.

	Info. gain	Gain ratio	Gini	ANOVA	X <sup>2</sup>	ReliefF
Semestre	0.177	0.125	0.046	108.666	123.588	0.253
REG_PROC	0.150	0.145	0.038	88.385	91.537	0.553
ANO_NAC	0.122	0.063	0.021	17.481	17.732	0.117
IMP_CAM	0.015	0.400	0.007	12.842	0.049	0.048
EXA_EXT0	0.073	0.042	0.010	11.737	17.532	0.036
PROM_BAC	0.062	0.033	0.010	10.098	11.277	0.026
PCNE	0.036	0.018	0.007	9.096	9.460	0.077
MAT_REP	0.053	0.035	0.007	8.785	15.086	0.008
SER_BANO	0.030	0.024	0.004	6.624	7.098	0.055
SER_TV	0.032	0.022	0.004	6.588	10.245	0.051

### Cuadro 1. Resultados del algoritmo ANOVA.

Ahora bien, derivados de la aplicación del algoritmo ChiSquare, los factores más relevantes fueron los siguientes: (a) El semestre del alumno, (b) régimen de procedencia, (c) año de nacimiento del alumno, (d) la cantidad de exámenes extraordinarios realizados en el bachillerato, (e) la cantidad de materias reprobadas en el bachillerato, (f) promedio obtenido como calificación en el bachillerato, (g) si cuenta con servicio de televisión, (h) la calificación en porcentaje de aciertos obtenidos en el examen de admisión CENEVAL, (i) si cuenta con servicio de baño, y (j) el percentil obtenido en el examen de admisión CENEVAL. Por su parte, el algoritmo GiniDecrease arrojó como factores más relevantes los siguientes: (a) El semestre del alumno, (b) régimen de procedencia de bachillerato, (c) año de nacimiento del alumno, (d) cantidad de exámenes extraordinarios realizados en el bachillerato, (e) promedio obtenido como calificación en el bachillerato, (f) percentil obtenido en el examen de admisión CENEVAL, (g) el índice CENEVAL obtenido en el examen de admisión, (h) impedimento para caminar, (i) la cantidad de materias reprobadas en el bachillerato, y (j) la calificación en porcentaje de aciertos obtenidos en el examen de admisión.

Siguiendo con el análisis, el algoritmo Gain Ratio mostró como factores más relevantes los siguientes: (a) El impedimento para caminar, (b) régimen de procedencia de bachillerato, (c) semestre del alumno, (d) año de nacimiento del alumno, (e) cantidad de exámenes extraordinarios que realizó en el bachillerato, (f) la cantidad de materias reprobadas en el bachillerato, (g) promedio obtenido como calificación en bachillerato, (h) percentil obtenido en el examen de admisión CENEVAL, (i) si el padre del alumno hablaba alguna lengua indígena, y (j) el índice CENEVAL obtenido en el examen de admisión. Aplicando el algoritmo InformationGain, su resultado consideró que los factores más relevantes eran los siguientes: (a) El semestre del alumno, (b) el régimen de procedencia de bachillerato, (c) el año de nacimiento del alumno, (d) cantidad de exámenes extraordinarios que realizó en el bachillerato, (e) promedio obtenido como calificación en el bachillerato, (f) el percentil obtenido en el examen de admisión CENEVAL, (g) la cantidad de materias reprobadas en el bachillerato, (h) el índice CENEVAL obtenido en el examen de admisión, (i) la calificación de pensamiento analítico obtenida en el examen de admisión CENEVAL y, (j) la calificación en porcentaje de aciertos obtenidos en el examen de admisión CENEVAL.

Los factores más relevantes para el algoritmo ReliefF fueron los siguientes: (a) El régimen de procedencia, (b) si cuenta con servicio de cable, (c) si cuenta con servicio de horno microondas, (d) servicio de internet, (e) el sexo del alumno, (f) año de nacimiento del alumno, (g) la aspiración al grado estudiantil que desea alcanzar el alumno, (h) el porcentaje mayor que el número de aciertos obtenidos en el examen de admisión CENEVAL, y (i) las horas que trabaja el alumno.

Una vez identificados los factores con los diversos algoritmos, y después de haber reducido la dimensionalidad, en la siguiente etapa de desarrollo de este proyecto se procederá con el modelado y la evaluación. En estas fases, ya con el conjunto de datos pre-procesado, se aplicarán las diferentes técnicas de Minería de Datos para predecir el fracaso escolar de los estudiantes. Para este problema se utilizarán diferentes técnicas de clasificación y algoritmos basados en reglas de clasificación y en árboles de decisión, y se compararán los resultados.

### Conclusiones

Este proyecto de investigación tuvo como objetivo general definir un modelo que fuera capaz de predecir, de manera temprana, los casos en que los estudiantes del Instituto Tecnológico de Los Mochis pudieran presentar un potencial riesgo de deserción escolar. La importancia de este trabajo de investigación reside en que la aplicación pertinente del modelo resultante podría contribuir a construir un sistema eficaz de estadísticas educativas para la toma de decisiones institucionales, que pudiera derivar en la mejora de la calidad educativa.

Durante el proceso de minería de datos, se utilizaron factores académicos, psicológicos, sociales, económicos y de interacción de cada uno de los alumnos. Se aplicaron algoritmos de minería de datos a una muestra de 1,374 estudiantes del programa educativo de Ingeniería Industrial, que ingresaron a esta carrera en los ciclos escolares de 2014 al 2018. Cada uno de los algoritmos utilizados arrojó los 10 atributos que consideró que influirían más en la decisión del alumno para abandonar sus estudios universitarios, de este conjunto de 60 atributos, se realizó un análisis para determinar los 10 atributos que se utilizarán para generar el modelo propio, dichos atributos fueron seleccionados con base en la cantidad de veces que se repetían los atributos mencionados y la duplicidad del significado de los mismos.

Relacionado con los motivos y los atributos que fueron seleccionados, se puede colegir que el régimen de procedencia del bachillerato fue uno de los atributos que más veces fue considerado por los algoritmos y el atributo indica el tipo de ambiente en el que se encontraba el alumno antes de ingresar al ITLM. De la misma manera; el año de nacimiento también fue uno de los atributos más considerados, porque permitió conocer la edad del alumno y saber si es afectado por la misma. De la misma forma, el promedio obtenido en bachillerato indicó la capacidad intelectual previa al ingreso del alumno fue ampliamente seleccionado. Asimismo, los exámenes extraordinarios

realizados en bachillerato consideraron las dificultades que tuvo el alumno en base a las materias, mientras que las materias reprobadas en bachillerato proporcionaron un nivel más de dificultad a la que el alumno se vio sometido antes de ingresar al instituto tecnológico. De forma adicional, el porcentaje en número de aciertos en el examen de admisión CENEVAL mostró las capacidades en comparación con los demás alumnos. Se observó que el impedimento para caminar pudiera ser un atributo determinante en la deserción escolar. Por otra parte, los atributos seleccionados mediante un enfoque más económico fueron los relacionados con servicios en casa, es decir, si el estudiante contaba con acceso a internet, baño y/o televisión.

Un hallazgo importante fue que el instrumento de ingreso que aplica CENEVAL tiene pequeños cambios cada año, lo cual representa un serio problema porque la minería de datos se basa en datos históricos, recabados a lo largo del tiempo. Es decir, de una cohorte generacional a otra ya no se pueden utilizar algunos factores que pudieran ser relevantes debido a que CENEVAL ya no los considera en su examen para el año siguiente. Para solventar esta situación, se propone diseñar un instrumento de ingreso propio de la institución educativa, aplicable de la misma forma que el de CENEVAL. La información recabada sería de gran utilidad a la institución dentro de algunos años, ya que se lograra acumular un expediente histórico considerable, idóneo para los procesos de análisis de datos.

También puede concluirse los principales factores que afectan a los alumnos y propician el abandono escolar, mismos que se mencionan a continuación: (1) En primer lugar se encuentra el semestre que cursan los alumnos; (2) en segundo lugar interviene si los estudiantes presentaron exámenes extraordinarios o no y su región de procedencia; (3) en tercer lugar están la edad y nuevamente el semestre; (4) en cuarto lugar, el semestre, la edad y el promedio de bachillerato; (5) el quinto lugar lo ocupan el porcentaje obtenido en su examen de admisión, el semestre y su índice CENEVAL; (6) en sexto lugar se encuentran el semestre, la región de procedencia y el porcentaje obtenido en su examen de admisión; (7) en el séptimo lugar están la edad del alumno y su índice CENEVAL; (8) finalmente, en el octavo lugar se encuentra la edad del estudiante.

El modelo de predicción de riesgo para la deserción escolar, que resulte de este estudio, podría ser implementado en el ITLM para generar índices de deserción y, a la vez, datos históricos que sirvan como base a nuevas implementaciones y nuevos modelos. Al disponer de esta información, la institución podría aspirar a obtener beneficios por parte de las autoridades educativas, que se verían reflejados en mejores instalaciones, mayor atención a la demanda, incremento de prestigio institucional y mejoras en el servicio educativo. El modelo resultante podría ser mejorado con el paso del tiempo, si se incluyeran a las subsiguientes cohortes generacionales y se generaran nuevos modelos con datos actualizados.

## Referencias

- Cabrera, A. E., Nora, A., & Asker, E. H. (1999). *Economic Influences on Persistence Reconsidered*.
- Corso, C. L. (2009). Aplicación de algoritmos de clasificación supervisada usando Weka, 11. Obtenido de [http://www.investigacion.frc.utn.edu.ar/labsis/Publicaciones/congresos\\_labsis/cynthia/CNIT\\_2009\\_Aplicacion\\_Algoritmos\\_Weka.pdf](http://www.investigacion.frc.utn.edu.ar/labsis/Publicaciones/congresos_labsis/cynthia/CNIT_2009_Aplicacion_Algoritmos_Weka.pdf)
- Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro*. Obtenido de Editorial Santillana, UNESCO: [http://innovacioneducativa.uaem.mx:8080/innovacioneducativa/web/Documentos/educacion\\_tesoro.pdf](http://innovacioneducativa.uaem.mx:8080/innovacioneducativa/web/Documentos/educacion_tesoro.pdf)
- Díaz Peralta, C. (2008). *Modelo Conceptual Para La Deserción Estudiantil Universitaria Chilena*. Estudios Pedagógicos (Valdivia), 34(2), 65–86. Obtenido de <https://doi.org/10.4067/S0718-07052008000200004>
- ITLM. (2015). Prontuario estadístico. Obtenido de <http://www.itmochis.edu.mx/index.php/9-tecnologico/97-rendicion-de-cuentas>
- Ethington, C. A. (1990). *A Psychological Model of Student Persistence*, 31(3), 279–293.
- Guzmán Brito, M. P. (2012). *Modelos predictivos y explicativos del rendimiento académico universitario*.
- Himmel K., E. (2002). *Modelos de análisis de la deserción estudiantil en la educación superior - Retención y movilidad estudiantil*. Revista Calidad En La Educación, 91–108. Obtenido de <https://www.calidadenlaeducacion.cl/index.php/rce/article/view/409>
- Romero, C., & Ventura, S. (2010). *Educational Data Mining: A Review of the State of the Art*, 40(6), 601–618.
- Spady, W. G. (1970). *Dropouts from Higher Education: An Interdisciplinary Review and Synthesis I*.
- Tinto, V. (1975). *Review of Educational*. Obtenido de <https://doi.org/10.3102/00346543045001089>
- Wirth, R. (2000). *CRISP-DM: Towards a Standard Process Model for Data Mining*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/239585378\\_CRISP-DM\\_Towards\\_a\\_standard\\_process\\_model\\_for\\_data\\_mining](https://www.researchgate.net/publication/239585378_CRISP-DM_Towards_a_standard_process_model_for_data_mining)
- Witten, I. H., & Frank, H. (1999). *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques with Java Implementations*, (November 2010).

# Mecanismos de activación transcripcional del regulador global CRP en *Escherichia coli* K-12

Marlon Luis Giovanni Corona Herrera<sup>1</sup>, Lizeth Hernández Marin<sup>2</sup>, Adán Merino Escudero<sup>3</sup>, Irma Morales Aragón<sup>4</sup>, Gabriela Saavedra Agis<sup>5</sup>, Eneyda Danai Martínez Francisco<sup>6</sup>, Dra. Teresa Romero Cortes<sup>7</sup>, Dr. José Esteban Aparicio Burgos<sup>8</sup>, M. en C. Wendy Montserrath Delgadillo Ávila<sup>9</sup>, M. Iván Esteban de Lucio Aranda<sup>10</sup> y Dr. Peralta-Gil Martín<sup>11</sup>

## Resumen

El presente trabajo muestra un enfoque mecanístico del regulador CRP, de *Escherichia coli* K-12, y su relación con diferentes factores de transcripción. La importancia del estudio de esta proteína, radica en que es un regulador que controla la transcripción de más de 500 genes, involucrados en diferentes clases funcionales en *E. coli* K-12. De acuerdo al análisis de las posiciones centrales de sus sitios de unión y a su relación con otros reguladores, se propone una clasificación para los diferentes mecanismos de acción de CRP. De tal forma que este regulador presenta regulación simple, regulación compleja homogénea y regulación compleja heterogénea. En los mecanismos de regulación compleja heterogénea, CRP actúa coordinadamente con diversos reguladores transcripcionales, tales como: reguladores de la familia AraC/XylS (AraC, ChbR, RhaR, RhaS, XylR), CaiF, DsdC, IHF, IdnR, MalT, MhpR y PrpR. Los resultados muestran las bases para la clasificación de los reguladores de *E. coli*.

**Palabras clave**—Regulador global, CRP, Factor de Transcripción, Sitios de Unión, Clases funcionales.

## Introducción

Las adaptaciones de los microorganismos a su medio ambiente es un proceso complejo que involucra la síntesis de compuestos secundarios. Cuando se acumulan los metabolitos, estos son sentidos por proteínas reguladoras o factores de transcripción (TF por sus siglas en inglés). La inducción de los TFs, mediante la interacción con algún metabolito, permite la activación o represión de múltiples genes de diferentes clases funcionales, permitiendo la adaptación del microorganismo al cambio presentado.

La activación y represión de los genes dependen de diferentes mecanismos de regulación genética que permiten economizar energía al momento de regular un grupo de genes simultáneamente. En bacterias como *Escherichia coli*, la regulación genética se presenta a diferentes niveles: transcripcional, postranscripcional, traduccional o postraduccional. Pero el control crítico y de regulación primaria se da fundamentalmente al inicio de la transcripción, en donde generalmente están involucrados los TFs. Por lo general, los TFs requieren de la interacción con un metabolito para poder unirse o despegarse de secuencias específicas en el ADN, llamadas sitios de unión a factores de transcripción (TFBSs, por sus siglas en inglés). En términos generales, los TFBSs son definidos como regiones regulatorias en el DNA (regiones-cis) conformadas por secuencias específicas, con tamaños y direcciones definidas, separados por nucleótidos (nt) poco conservados. Muchos de esos sitios están representados por pequeños motivos de secuencias arregladas en forma de invertidos repetidos (IR), que pueden o no tener espacios variables entre los motivos. Los sitios de unión pequeños tienen longitudes de 5 a 7 pares de bases (pb), mientras que los sitios grandes tienen longitudes de 17 a 26 pb.

Para iniciar la transcripción, los TFs funcionan como activadores al unirse a TFBSs, generalmente cercanos al promotor, promoviendo la unión de la ARNpol. Este reclutamiento se debe mayoritariamente a un

<sup>1</sup> Marlon Luis Giovanni Corona Herrera, alumno de la Licenciatura en Ingeniería en Biociencias, de la Escuela Superior de Apan-Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (ESAp-UAEH), Apan. Hgo. [co400684@uaeh.edu.mx](mailto:co400684@uaeh.edu.mx), (primer autor).

<sup>2</sup> Lizeth Hernández Marin, alumna de la ESAp-UAEH, Apan. Hgo. [he400683@uaeh.edu.mx](mailto:he400683@uaeh.edu.mx)

<sup>3</sup> Adán Merino Escudero, alumno de la ESAp-UAEH, Apan. Hgo. [me340905@uaeh.edu.mx](mailto:me340905@uaeh.edu.mx)

<sup>4</sup> Irma Morales Aragón, alumna de la ESAp-UAEH, Apan. Hgo. [mo337204@uaeh.edu.mx](mailto:mo337204@uaeh.edu.mx)

<sup>5</sup> Gabriela Saavedra Agis, alumna de la ESAp-UAEH, Apan. Hgo. [sa398192@uaeh.edu.mx](mailto:sa398192@uaeh.edu.mx)

<sup>6</sup> Eneyda Danai Martínez Francisco, alumna de la ESAp-UAEH, Apan. Hgo. [ma400918@uaeh.edu.mx](mailto:ma400918@uaeh.edu.mx)

<sup>7</sup> Dra. Teresa Romero Cortes, es miembro del Cuerpo Académico Biociencias Moleculares y es profesor investigador en la Licenciatura en Ingeniería en Biociencias, ESAp-UAEH, Apan. Hgo. [romero@uaeh.edu.mx](mailto:romero@uaeh.edu.mx)

<sup>8</sup> Dr. José Esteban Aparicio Burgos, es miembro del Grupo de Investigación en Ingeniería en Tecnología del Frío y es profesor investigador en la ESAp-UAEH, Apan. Hgo. [jose\\_aparicio@uaeh.edu.mx](mailto:jose_aparicio@uaeh.edu.mx)

<sup>9</sup> M. en C. Wendy Montserrath Delgadillo Ávila, es miembro del Grupo de Investigación en Ingeniería en Tecnología del Frío y es profesor investigador en la ESAp-UAEH, Apan. Hgo. [wendy\\_24stane@hotmail.com](mailto:wendy_24stane@hotmail.com)

<sup>10</sup> M. Iván Esteban de Lucio Aranda, es profesor en la ESAp-UAEH, Apan. Hgo. [ivan\\_delucio@uaeh.edu.mx](mailto:ivan_delucio@uaeh.edu.mx)

<sup>11</sup> Dr. Martín Peralta-Gil es miembro del Cuerpo Académico Biociencias Moleculares y es profesor investigador en la Licenciatura en Ingeniería en Biociencias, ESAp-UAEH, Apan. Hgo. [martin\\_peralta10391@uaeh.edu.mx](mailto:martin_peralta10391@uaeh.edu.mx) (autor corresponsal)

contacto directo entre el activador y la ARNpol. En otros casos, la activación sucede indirectamente por interrupción de la represión, donde el activador puede unirse a secuencias que se ubican lejanas al promotor. Los TFs que funcionan como represores se unen sobre las secuencias promotoras bloqueando la unión de la ARNpol para impedir el inicio de la transcripción. Algunos TFs pueden funcionar tanto como activadores como represores.

*E. coli* K-12 es uno de los microorganismos más estudiados y cuenta con aproximadamente 300 TFs, de los cuales se sabe que 217 TFs regulan por lo menos un gen (Santos-Zavaleta, et al. 2019). Esto no significa que se conozcan los mecanismos de acción o los sitios de unión de todos los reguladores. De acuerdo a los genes regulados, los TFs se han agrupado en reguladores globales (CRP, FNR, FIS, H-NS, IHF, Lrp y ArcA), cuando controlan coordinadamente la activación o represión de gran cantidad de genes. Los TF locales regulan pocos genes y por lo general pertenecen a la misma clase funcional, por ejemplo: AraC regula el transporte y degradación de arabinosa.

En general, el estudio de los mecanismos de acción de los TFs es de suma importancia ya que, a partir de su entendimiento, se puede modificar la expresión genética. Uno de los TFs más estudiados en *E. coli* K-12 es la Proteína Receptora de cAMP (CRP por sus siglas en inglés). De acuerdo con la base de datos de RegulonDB, este TF controla la transcripción de más de 500 genes y se une a TFBSs de 22 pares de bases de longitud, con simetría invertida repetida (RegulonDB, 2020). Su regulación ha sido muy estudiada y se ha tomado como base para tratar de clasificar a los TFs de *E. coli* K-12 y de otros microorganismos. Por esta razón, en el siguiente artículo se estudiará el impacto que tiene el regulador CRP sobre la regulación del inicio de la transcripción en *E. coli* K-12. Por lo tanto, el objetivo principal de este trabajo se enfoca en analizar la regulación del inicio de la transcripción de CRP sobre los diferentes genes u operones, para identificar sus principales mecanismos de acción y las clases funcionales en la que éste participa.

### Descripción del Método

Para determinar clases funcionales, mecanismos de acción y TFBSs en los que se une CRP, se utilizaron dos bases de datos: EcoCyc (<https://ecocyc.org/>) y RegulonDB (<http://regulondb.ccg.unam.mx/>). EcoCyc es una base de datos que contiene información relacionada con el metabolismo y la regulación genética de la bacteria *E. coli* K-12. En esta base de datos se realizaron búsquedas en la interfaz de regulon, operon, así como el análisis de los objetos relacionados con las diferentes unidades de transcripción. También se analizaron las diferentes vías metabólicas en las que participan los genes regulados por CRP y su representación en la página del “genome browser”. RegulonDB es una base de datos 100% mexicana que contiene información relacionada con la regulación del inicio de la transcripción de *E. coli* K-12. En esta base de datos se analizó información relacionada con la regulación de CRP y el análisis de diferentes Gensor Units.

### Resultados y discusión

#### CRP involucrado en diferentes clases funcionales en *E. coli* K-12.

El análisis del regulon de CRP, muestra que este regulador controla la transcripción de más 500 genes, en *E. coli* K-12, relacionados con diversas clases funcionales (RegulonDB, 2020). Regula la transcripción de genes relacionados con los principales procesos celulares, como la replicación, transcripción, traducción y la expresión de múltiples transportadores de membrana. Reprime la transcripción de la adenilato ciclasa (CyaA), la cual sintetiza al segundo mensajero (cAMP) involucrado en la represión catabólica. Este mecanismo es muy importante en la asimilación y degradación de más de 30 diferentes carbohidratos que sirven como fuentes de carbono. Relacionado con la asimilación de diferentes carbohidratos, CRP reprime al principal operon relacionado con el transporte de glucosa, el sistema de transferencia de fosfato o PTS.

CRP es un regulador global que se autorregula y que también controla la transcripción de diversos factores de transcripción, reguladores de respuesta (pertenecientes a sistemas de dos componentes), sistemas toxina antitoxina, factores sigma, el factor de transcripción de unión a la ARN polimerasa (DksA), antiterminadores y modulador de la terminación de la transcripción Rho dependiente. También está involucrado en la regulación de ARNs antisentido, factores antisigma y pequeños ARNs.

La importancia del regulador del catabolismo del carbono está vinculada con el control transcripcional de genes pertenecientes al metabolismo central de *E. coli* K-12, relacionada con la glicólisis, Ciclo de Krebs y cadena respiratoria para la generación de energía. CRP ejerce un control muy importante entre la vía de la glucólisis y el Ciclo de Krebs, regulado la transcripción del operon responsable de la expresión de la piruvato deshidrogenasa (*pdhR-aceEF-lpd*). Adicionalmente, también regula la vía del Glioxilato, genes de la gluconeogénesis, degradación de acetato y la beta oxidación.

Por otra parte, CRP regula la transcripción de genes pertenecientes al transporte, catabolismo y síntesis de diversos aminoácidos. También regula otros procesos relacionados con estrés de pH, asimilación de Fe, supervivencia, resistencia a antibióticos, inanición, genes de fagos y relacionados con funciones de fagos, presión osmótica, división celular, vías de excreción, respuesta SOS, motilidad, quimiotaxis, síntesis de flagelo, sistemas relacionados con ensamble de componentes del curli, antígenos de superficie, metabolismo del fosforo, nitrógeno y carnitina, entre otros.

### **Importancia de los TFBSs de CRP en los niveles de expresión genética.**

El estudio de los TFBSs de CRP, se basa principalmente en el análisis de la posición central. Esta característica de los TFBSs es muy importante para su análisis y representa la localización de la mitad del sitio de unión con respecto al inicio de la transcripción (+1). El valor de la posición central es negativo cuando se localiza río arriba del +1 y es positivo si se localiza río abajo del +1. La longitud de los TFBSs de CRP es de 22 pares de bases (pb), por lo que el valor de sus posiciones centrales será fraccionario, por ejemplo (-40.5). Es importante mencionar, que la ubicación física de la posición central de un TFBS se localiza sobre un surco menor del ADN, de tal forma que CRP interactúa con los surcos mayores que rodean al surco menor. Por lo tanto la posición central de un TFBSs no representa el sitio de contacto del regulador.

Para entender la importancia de los TFBSs, en la regulación genética de *E. coli* K-12, analizamos la distribución de los sitios de unión de CRP. El análisis muestra que CRP se une en un amplio rango de nucleótidos en las regiones intergénicas de los genes regulados. Los TFBSs más alejados, están localizados a -402.5 pb río arriba del +1 y a +57.5 pb río abajo del +1. También se logró observar que CRP actúa como activador uniéndose a las siguientes posiciones preferenciales: -41.5, -60.5, -71.5, -83.5, -93.5, -100.0 y -110.0 pb. Un análisis realizado por Djordjevic en 2010, mostró resultados similares (Djordjevic, et al. 2003). La importancia de las posiciones centrales preferenciales se debe a que están muy relacionadas con los niveles de transcripción de los genes regulados. A medida que los CRP se unen a esas posiciones preferenciales, este regulador queda en fase con la ARNpol. En 1995, Wing y colaboradores mostraron que los niveles de transcripción del regulador FNR, el cual corresponde a la misma familia de reguladores de CRP, incrementan conforme el regulador se acerca al +1 (Wing, et al. 1995). Obteniéndose valores más altos a -41.5 y valores más bajos a -92.5pb. CRP es un represor cuando se une alrededor de -50pb, o bien en el rango de -36.5 hasta +57.5.

### **Clasificación de los promotores regulados por CRP de acuerdo a distancia de los TFBSs.**

El análisis realizado sobre las unidades de transcripción reguladas por CRP (TUs, por sus siglas en inglés), muestra que CRP es el TF que regula más TUs en el genoma de *E. coli* K-12, con 389. En la interfaz del regulon de CRP, en EcoCyc, se muestra que la regulación simple de CRP corresponde al 68.3% de las TUs. Refiriendo a la regulación simple como la TU que presenta un TFBSs, y por lo tanto es regulada por un dímero de CRP. Por el contrario, la regulación compleja se presenta cuando una TU contiene dos o más TFBSs de CRP, o incluso TFBSs de otros reguladores. Nuestro análisis mostró que el 25 % de las TUs reguladas por CRP presenta 2 sitios de unión y el 6.7% contiene 3 o más TFBSs. En este último porcentaje, la información se desglosa de la siguiente manera: 9 TUs presenta 3 sitios, 4 TUs contiene 4 sitios y 1 TU presenta 6 TFBSs.

En 1989, Aiba y colaboradores clasificaron a las TUs reguladas por un solo TFBS de CRP, creando dos clases: CI y CII (Aiba, et al. 1989; Ushida & Aiba, 1990). La clase I (CI) representa a los sitios de CRP localizados en alguna de las siguientes posiciones: -61.5 bp, -72.5, -82.5, o -92.5 (Ebright, 1993; Busby & Ebright, 1999). Mientras que en la clase II (CII) se incluyó únicamente a sitios de CRP localizados alrededor de -40.5 del +1. Posteriormente en 1993, Ebright y colaboradores definen una tercer clase (CIII), en la que agregan a todas la TUs reguladas por dos o más TFBSs de CRP, incluidos los que interviene la participación de diferentes TFs (Busby & Ebright, 1999). En los promotores Clase III, varios dímeros de CRP se unen cooperativamente o interactúan con otros TFs para formar complejos (oligómeros) en la región río arriba de los promotores, activando sinérgicamente la transcripción. Este mecanismo puede involucrar una combinación de promotores clase I y clase II. Nuestros análisis muestran que CRP se une preferencialmente a regiones cercanas a los promotores (CII y CI), para poder interactuar con las diferentes subunidades de RNAPol. Pero esta información no es suficiente para comprender los diversos mecanismos de acción de CRP. Además, no es sencillo generalizar sus mecanismos en un número limitado de clases, considerando que CRP es un TF global que regula más de 500 genes en *E. coli* K-12.

### **Regulación simple, de TUs reguladas por CRP.**

Hasta ahora se ha mencionado que los mecanismos de regulación simple de CRP corresponden a promotores regulados por un solo sitio de unión de CRP, localizado en cualquiera de las siguientes posiciones centrales preferenciales: -40.5 (CII), -61.5, -72.5, -82.5, o -92.5 (CI) (Figura 1a). La unión de CRP en cualquiera de esas posiciones, le permite estar en fase con la ARNpol para activar la transcripción del promotor blanco. En *E. coli* K-12, un dímero de CRP regula positivamente la transcripción de 203 TUs, dicho de otra forma, regula el 61.52% de las TUs activadas por CRP.

### **Regulación compleja, de TUs reguladas por CRP.**

La activación de la transcripción genética en *E. coli* K-12 depende de muchos reguladores transcripcionales y de diversas señales o metabolitos. A este respecto, se ha mostrado que la unión coordinada y cooperativa de los TFs, de un solo tipo o diferentes TFs, tiene efecto acumulativo sobre la expresión transcripcional de los promotores regulados (Figura 1b, 1c). Por lo tanto, estos promotores requieren varios TFBSs y la versatilidad de los TFs para interactuar cooperativamente con miembros del mismo tipo o de diferente tipo. A estos mecanismos de regulación se les denomina regulación compleja y representan el efecto acumulativo de varias moléculas de TFs que

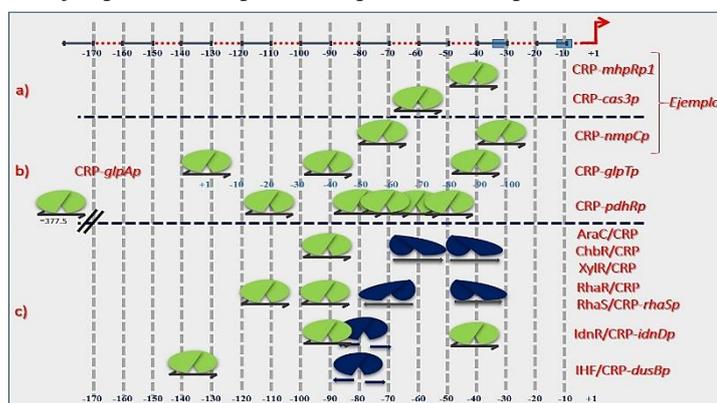
interactúan cooperativamente. A la fecha, se ha descrito poco sobre la regulación compleja de los TFs. De acuerdo a nuestro análisis, a continuación se describen los mecanismos transcripcionales en donde CRP interactúa con otros TFs. Esta regulación compleja se ha clasificado en dos clases, denominadas: regulación compleja homogénea y regulación compleja heterogénea.

### Regulación compleja homogénea.

En la regulación homogénea mediada por CRP, varios dímeros de este regulador funcionan sinérgicamente para corregular al promotor blanco (Figura 1b). Durante este tipo de regulación, los TFBSs están alineados o sincronizados para que los dímeros de CRP puedan interactuar de manera coordinada. En este caso la interacción de varios TFBSs, con diversas afinidades, incrementan la concentración local de los TFs para ajustar la fuerza de activación e incrementará su efecto sobre los promotores regulados. En *E. coli* K-12, dos dímeros de CRP activan la transcripción de 42 TUs, tres dímeros de CRP activan 7 TUs, 4 CRPs activan 2 TUs, 5 CRPs activan 3 TUS y 6 dímeros activan 2 TUs, este tipo de regulación está presente en un 22% de las TUs reguladas por CRP. A continuación se describen diversos mecanismos representativos de la regulación compleja de CRP en *E. coli*-K12.

**CRP-*glpAp* /*glpTp***: CRP actúa sinérgicamente uniéndose a la región intergénica del operón divergente involucrado en el transporte y degradación de glicerol (*glpTp*/*glpAp*). La unión de CRP a tres TFBSs (-41.5, -91.5 y -131.5) del promotor *glpTp*, teóricamente permitirá el doblamiento de esa región intergénica para que los tres dímeros de CRP interactúen con la ARNpol, activando los promotores divergentes *glpTp*/*glpAp* (Figura 1b). Otro aspecto interesante de este caso es que los sitios regulan simultáneamente a los dos operones divergentes y que las posiciones centrales de los TFBSs de CRP, respecto al *glpTp*, toman las siguientes posiciones respecto al promotor *glpAp*: -0.5, -40.5 y -90.5 Este es un ejemplo de la importancia que tienen las posiciones centrales preferenciales de los TFBSs.

**CRP-*pdhRp***: Este mecanismo es el único caso donde interactúan seis TFBSs de CRP. Cuatro de estos sitios están sobrepuestos (-50.5, -62.5, -70.5, y -82.5) y en fase con la ARNpol, y dos sitios distales localizados a -110.5 y -377.5 (Figura 1b). Se ha propuesto que la interacción entre los seis dímeros de CRP favorece el doblamiento del ADN, permitiendo la interacción de CRP con la ARNpol para la activación del promotor *pdhRp*. Este mecanismo es único en su genoma y activa la transcripción del operón *pdhR-aceEF-lpd*, los cuales están involucrados en el complejo de la regulación y estructura de la piruvato deshidrogenasa.



**Figura 1.** a) Mecanismos de regulación transcripcional simple de CRP, b) Mecanismos de regulación compleja homogénea de CRP, c) Mecanismos de regulación compleja heterogénea entre CRP y otros TFs. En la figura, los dímeros de CRP están representados en color verde y en azul se muestran los TFs que se mencionan en la columna de la derecha.

### Regulación compleja heterogénea.

En la regulación compleja heterogénea, CRP interactúa con diferentes TFs para incrementar su efecto sobre los promotores regulados (Figura 1c). En esta sección, se ilustra la versatilidad de la activación compleja heterogénea de este regulados.

**CRP/AraC-*araBp***: La regulación compleja heterogénea se presenta en la interacción de CRP con TFs de la familia AraC/XylS. Un caso muy estudiado se muestra en la regulación del operón catabólico de la arabinosa (*araBAD*), el cual es regulado por un dímero de CRP, localizado a -93.5 del +1, y un dímero de AraC con las siguientes posiciones centrales preferenciales: -42.5, -63.5 (Figura 1c). En este caso, todos los TFBSs están en fase con la ARNpol para potenciar la transcripción del promotor *araBp*. Casos similares se pueden observar en la regulación del catabolismo de xilosa (CRP/XylR), degradación de quitibiosa (CRP/ChbR), transporte y degradación de ramnosa (CRP/RhaR, CRP/RhaS) (Figura 1c). La interacción entre AraC, CRP y la ARNpol, destruye un loop represor del operón divergente, *araC/araBAD*, permitiendo la activación transcripcional de ambos promotores.

**CRP/IdnR-*idnKp*/idnDp**: CRP actúa con IdnR incrementando cooperativamente la transcripción de los genes relacionados con el transporte y degradación de L-Idinato (*idnD*/*idnK*). CRP se une a -41.5 y -91.5 de *idnDp*, mientras que IdnR se empalma con el segundo sitio de CRP, uniéndose a -78.5 pb del mismo promotor (Bausch, 2004) (Figura 1c). Por su posición, IdnR está desfasado y al formar un complejo entre dos dímeros de CRP forma un loop que permite la interacción con la ARNpol. De esta forma, el complejo regula simultáneamente al promotor divergente *idnKp*.

**CRP/IHF-*paaZp*/paaAp**: EL operón divergente (*paaZ*/*paaABCDEFGHIJK*) involucrado en la degradación de fenilacetato y la síntesis de succinil CoA es regulado por los TFs globales IHF y CRP, ambos

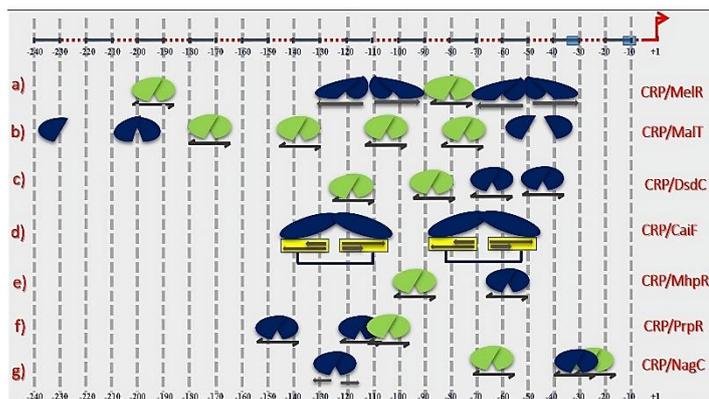
incrementan su transcripción durante la fase estacionaria. CRP es localizado a -136.5 del promotor *paaZp*, alejado de la ARNpol, para activar requiere el apoyo de IHF. Este TF tiene la capacidad de doblar el ADN, y está localizado a -80 pb del mismo promotor (Figura 1c). La acción coordinada entre ambos reguladores globales activa simultáneamente la transcripción del promotor *paaAp* del operón divergente *paaABCDEFGHIJK*. Un caso similar se puede observar en el operón *dusB-fis*, el cual está involucrado en la modificación de un tARN y la expresión de un TF. Este operón es regulado por dos dímeros de CRP localizados fuera de la distancia alcanzable por la ARNpol (-167.5 y -252.5) y para poder interactuar con la polimerasa se requiere que IHF (localizado a -114 del +1) doble el ADN.

**Regulación compleja heterogénea estricta.**

De acuerdo con los ejemplos anteriores, se puede entender que en la regulación compleja, la organización de los TFBS es muy importante. En la siguiente sección se mostrarán ejemplos de la regulación heterogénea compleja estricta, en la cual se requiere la participación estricta de dos reguladores diferentes, sin la presencia de alguno de ellos no se podría llevar a cabo la activación transcripcional.

**CRP-MelR-melAp/melRp.**

La regulación transcripcional entre CRP y MelR es un ejemplo bastante interesante y uno de los más estudiados. En este caso el operón divergente, *melR/melAB*, involucrado en la regulación, transporte y degradación de melibiosa, es activado por dos dímeros de MelR y dos dímeros de CRP. Los monómeros de MelR están localizados a -42.5, -62.5, -100.5 y -120.5 pb del +1 del promotor *melAp*, mientras que CRP se localiza a -81.5 y -195.5 pb del mismo promotor. Teóricamente, la interacción entre estos dos TFs puede formar un complejo capaz de activar al operón divergente *melR/melAB*. Estos reguladores se unen a TFBSs contiguos y no sobrelapados en la región intergénica del operón divergente, uniéndose coordinadamente de acuerdo a las vueltas del ADN (Figura 2a).



**Figura 2.** Diferentes mecanismos de regulación compleja heterogénea estricta entre CRP y otros TFs en *E. coli* K-12. En la figura, los dímeros de CRP están representados en color verde y en azul se muestran los TFs que se mencionan en la columna de la derecha.

**CRP-MalT-malEp/malKp.** Otro caso, se presenta en la formación de un loop entre CRP y MalT en la activación del operon divergente, *malEFG/malK\_lamB\_malM*, relacionado con el transporte de maltosa (Figura 2b). Los operones son activados simultáneamente cuando cuatro dímeros de CRP se unen conjuntamente con cinco monómeros de MalT, esta interacción forma un complejo multiproteico que es capaz de doblar el ADN y activar a los dos promotores divergentes *malEp* y *malKp*.

**CRP-DsdC-dsdXp.** En 1995 Nørregaard-Madsen y colaboradores demostraron que el operón involucrado en el transporte y degradación de serine (*dsdXA*) es regulado por CRP y DsdC. Este último regulador es capaz de activar la transcripción del operón *dsdXp*, sin embargo CRP requiere la unión de ambos reguladores. Aunque CRP se une a dos TFBSs, no puede activar por sí solo, ya que al unirse, queda desfasado de la ARNpol y al interactuar con un dímero de dímeros de DsdC se forma un complejo de activación (Figura 2c).

**CRP-CaiF-fixAp/caiTp.** CRP activa la transcripción del operón divergente involucrado en la degradación de carnitina (*fixABCX/caiTABCDE*), este regulador se une en dos posiciones desfasadas de la ARNpol, localizadas a -69.5 y -126.5 del *fixAp* (Figura 2d). CRP por sí solo no puede activar la transcripción del operón, por eso requiere la unión del regulador CaiF. Este ejemplo es único en el genoma y se caracteriza por que los dímeros de CRP se encuentran intercalados entre los dímeros de CaiF. De tal forma que el sitio de CRP localizado a -69.6 se encuentra entre dos sitios de CaiF, -60.5, -79.5, y el segundo TFBSs de CRP (-126.5), se encuentra intercalado entre dos TFBSs de CaiF, -117.5 y -136.5 en *fixAp*.

**CRP-MhpR-mhpAp.** CRP y MhpR activan cooperativamente la transcripción del operón de degradación de 3-fenilpropanoato y 3-(3-hidroxifenil) propanoato. La unión de CRP a -95.5 pb del +1 de *mhpAp* provoca que este regulador quede desfasado de la ARNpol, por esta razón requiere actuar cooperativamente con MhpR, localizado a -58pb (Figura 2e).

**CRP-PrpR-prpBCDE.** El catabolismo del propanonato es dependiente de CRP y PrpR, los dos reguladores activan conjuntamente la transcripción del promotor *prpBp*, el cual es dependiente del factor sigma 54. PrpR un regulador que pertenece a la superfamilia AAA + de ATPasasmecanoquímicas y se caracteriza por actuar a distancia para interactuar con el factor  $\sigma$ 54 de la ARNpol. Es importante mencionar que CRP no se caracteriza por activar la transcripción de promotores sigma 54, además la unión de CRP a un sitio distal, -106.5,

lo hace poco favorable para activar la transcripción. Pero su función es favorecida ya que el dímero de CRP (-106.5) se encuentra intercalado con un dímero de PrpR (-113.5) (Figura 2f). En 2005, Lee y colaboradores proponen que esta interacción podrá formar un loop en el ADN para que PrpR y CRP puedan interactuar con la ARNpol.

**CRP-NagC-nagBAC\_umpH/nagE.** CRP también corregula con NagC, un TF involucrado en el transporte y catabolismo de N-acetilglucosamina. La unión entre estos dos reguladores forma un loop capaz de activar a los promotores divergentes *nagEp/nagBp* con otros TF. CRP activa la transcripción del promotor *nagBp* uniéndose a -70.5 y -104.5, al mismo tiempo activa la transcripción del promotor divergente *nagEp*. Cuando NagC está presente, forma un complejo multiproteico con CRP para formar un loop represor del sistema (Figura 2g).

### Conclusiones

CRP es un factor de transcripción global que regula una gran cantidad de genes relacionados con múltiples clases funcionales en *E. coli* K-12. Presenta mecanismos de regulación simple, controlando la transcripción de promotores clase I y clase II. La regulación de promotores clase III corresponde a la regulación compleja, la cual se ha clasificado en homogénea y heterogénea. De acuerdo a la unión cooperativa con otros TFs, esta última puede estar bajo condiciones estrictas.

### Referencias

- Aiba, H., Hanamura, A., & Tobe, T. (1989). Semisynthetic promoters activated by cyclic AMP receptor protein of *Escherichia coli*. *Gene*, 85 (1), 91-97.
- Busby, S., & Ebright, R. (1999). Transcription activation by catabolite activator protein (CAP). *Journal of Molecular Biology*, 293(2): 199-213.
- Djordjevic, M., Sengupta, A. M., & Shraiman, B. I. (2003). A Biophysical Approach to Transcription Factor Binding Site Discovery. *Genome Research*, 13(11): 2381-2390.
- Ebright, R. H. (1993). Transcription activation at Class I CAP-dependent promoters. *Molecular Microbiology*, 8(5): 797-802.
- RegulonDB. (Abril, 2020). RegulonDB: *Escherichia coli* K-12 Transcriptional Regulatory Network. Recuperado el 14 de septiembre de 2020 desde: <http://regulondb.ccg.unam.mx/RegulonDB, 2020>
- Santos-Zavaleta, A., Salgado, H., Gama-Castro, S., Sánchez-Pérez, M., Gómez-Romero, L., Ledezma-Tejeda, D., García-Sotelo, S., Alquicira-Hernández, K., Muñoz-Rascado, L. J., Peña-Loredo, P., Ishida-Gutiérrez, C., Velázquez-Ramírez, D. A., Del Moral-Chávez, V., Bonavides-Martínez, C., Méndez-Cruz, C. F., Galagan, J., & Collado-Vides, J. (2019). RegulonDB v 10.5: tackling challenges to unify classic and high throughput knowledge of gene regulation in *E. coli* K-12. *Nucleic Acids Research*, 47(D1): D212-D220.
- Ushida, C., & Aiba, H. (1990). Helical phase dependent action of CRP: effect of the distance between the CRP site and the -35 region on promoter activity. *Nucleic Acids research*, 18 (21) 6325-6330.
- Wing, H. J., Williams, S. M., & Busby, S. J. (1995). Spacing requirements for transcription activation by *Escherichia coli* FNR protein. *Journal of Bacteriology*, 177(23): 6704-6710.

### Notas Biográficas

Los alumnos **Marlon Luis Giovanni Corona Herrera**, **Lizeth Hernández Marin**, **Adán Merino Escudero**, **Irma Morales Aragón**, **Gabriela Saavedra Agis**, **Eneyda Danai Martínez Francisco**, son estudiantes de la Licenciatura en Ingeniería en Biociencias de la Escuela superior de Apan (ESAp), de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. La construcción de los BioModelo representa la integración del conocimiento multidisciplinario entre las vías metabólicas, la biología molecular, biología de sistemas y la regulación genética de *Escherichia coli* K-12. Para entender la globalidad de los sistemas biológicos es fundamental la comprensión de las Ciencias Ómicas, tales como: Genómica Estructural, Genómica Comparativa, Genómica Funcional, Interactómica y Metabolómica.

El **M. Iván Esteban de Lucio Aranda** es profesor en la Escuela Superior de Apan, UAEH y es colaborador del Dr. Peralta-Gil Martin.

El **Dr. José Esteban Aparicio Burgos** y la **M. en C. Wendy Montserrat Delgadillo Ávila** son miembros del Grupo de Investigación en Tecnología del Frío y son profesores investigadores en la Licenciatura en Ingeniería en Tecnología del Frío de la Escuela Superior de Apan, UAEH, Apan. Hgo.

El **Dr. Martín Peralta Gil** y la **Dra. Teresa Romero Cortes** son profesores investigadores en la Licenciatura en Ingeniería en Biociencias, de la Escuela Superior de Apan de la UAEH, y pertenecen al Cuerpo Académico Biociencias Moleculares. El Dr. Peralta Gil fue uno de los principales bioanotadores de las bases de datos de EcoCyc (<https://ecocyc.org/credits.shtml>) y RegulonDB ([http://regulondb.ccg.unam.mx/menu/about\\_regulondb/credits/index.jsp#RegulonDB\\_developers](http://regulondb.ccg.unam.mx/menu/about_regulondb/credits/index.jsp#RegulonDB_developers)).

# Degradación por bacterias en textiles con fibra de origen natural y sintética

Edith Cortez Martínez<sup>1</sup>, Mónica Cristina Cortés Martínez<sup>2</sup>, y  
Arturo Fidencio Méndez Sánchez<sup>3</sup>

**Resumen**— La industria textil es muy significativa para la economía de México, tanto en términos de generación de empleo como en exportaciones, además, la importancia de la vestimenta radica en sus funciones de cubrir y proteger el cuerpo del clima, marcar estatus, reflejar parte de la personalidad y pertenencia social. Así, para encontrar una prenda, que se adapte a las necesidades particulares, se hallan una variedad, elaboradas con fibras naturales, sintéticas o mezcladas generando alrededor de 100 millones de toneladas al año de desperdicios sólidos textiles. Esto genera un daño ecológico considerable y para disminuirlo, es necesario entender los mecanismos de degradación y su cinemática. Para atender este reto, se analizó la degradación de textiles elaborados con hilo de origen natural, como el algodón por medio de la cepa biológica *Cellulomonas flavigena* y textiles elaborados con hilo de filamento sintético de acrilán por medio de una cepa llamada *Pseudomona putida*, a un conjunto de mezclillas y de telas en tejido de punto. Se presentan resultados de la degradación y su comparación en estos textiles a partir de la pérdida de área y masa en un intervalo de tiempo de 5 meses.

**Palabras clave**—Degradación, textiles, fibra de algodón, hilo de acrilán.

## Introducción

La industria textil juega un papel muy importante como fuente generadora de residuos sólidos textiles, que con el tiempo se ha convertido en un grave problema ambiental. Actualmente no es algo insostenible, pero en un futuro cercano lo será. Pues esta industria contamina ríos y drenajes con desechos sólidos, sin contar la contaminación que se origina por el lavado de prendas. Sin embargo, no se ha atendido como debiera pues se le da más importancia a su utilidad, a saber, moda, estatus, pertenencia social que al daño ecológico que genera.

Para contribuir al equilibrio ecológico con protección al ambiente, es que resulta de gran importancia entender los mecanismos y los factores que interviene en la degradación de los textiles, la cinemática y así como las cepas biológicas que pueden realizar esta actividad. Aunque existen estudios al respecto, no se han estudiado los efectos de la degradación en textiles elaborados con hilos de origen nacional. Particularmente, se tiene el interés de estudiar los textiles de mezclilla comercial con diferentes porcentajes de algodón para degradar la celulosa que es la molécula principal de la fibra de los hilos de algodón que la constituyen. Asimismo, se tiene el interés de estudiar los textiles de filamento sintético como el hilo de acrilán que se utiliza en suéteres. Las prendas como los pantalones de mezclilla y suéteres forman parte de una moda rápida que genera alrededor de 20 mil toneladas al año de desperdicios sólidos textiles y de los textiles desechados sólo se recicla alrededor del 0.5%. Actualmente, los pantalones de mezclilla producen 600 toneladas mensuales en México y son fabricados en los estados del país, siendo Coahuila y Durango los de mayor número de fábricas, en contraste, su materia prima es producida en 5 estados de la república y tan solo en el segundo semestre del año del 2019 se produjeron 10220 toneladas de mezclilla.

En el cuadro 1 se resumen datos del consumo de pantalones mezclilla.

Número total de pantalones de mezclilla vendidos en todo el mundo por año.	1,240,000,000
Número de pantalones vendidos en México por año.	45,000
Porcentaje de consumidores mexicanos que poseen un par de pantalones de mezclilla	96%
Cantidad promedio de pantalones de mezclilla que una mujer posee	7
Cantidad promedio de pantalones de mezclilla que un hombre posee	6

Cuadro 1. CONSUMO DE PANTALONES DE MEZCLILLA

La fabricación de ropa exterior de tejido de punto, dedicada principalmente a la fabricación de suéteres, playeras, blusas, chalecos, faldas, pantalones, corbatas, guantes, gorras, y bufandas. Este tejido utiliza en su mayoría el hilo acrílico 100%, fibra sintética que en cuestiones textiles su uso inició desde 1950, y es además de gran importancia

<sup>1</sup> Edith Cortez Martínez es profesora de la Escuela Superior de Ingeniería Textil del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México. [ecm261078@hotmail.com](mailto:ecm261078@hotmail.com)

<sup>2</sup> Mónica Cristina Cortés Martínez es profesora de la Escuela Superior de Ingeniería Textil del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México. [monicaipn@hotmail.com](mailto:monicaipn@hotmail.com)

<sup>3</sup> Arturo Fidencio Méndez Sánchez, es profesor de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México [aptyo@hotmail.com](mailto:aptyo@hotmail.com)

debido a la gran cantidad de prendas que se elaboran en la actualidad. En la encuesta mensual de la industria manufacturera INEGI. Se reporta 93,110 prendas por mes de tejido de punto durante los años 2007-2019, es decir, 1.1 millones de prendas por año.

En el presente trabajo se analiza la degradación de telas de mezclilla con fibra natural de algodón y la degradación tela de tejido de punto elaborada con acrilán que es un hilo de fibra sintética, utilizada en la elaboración de suéteres. La degradación en el algodón se realiza por medio de una cepa biológica llamada *Cellulomonasflavigena* y se aplica a un conjunto de cuatro muestras de mezclilla comercial con diferentes porcentajes de algodón, mientras que para el acrilán, se usará la *Pseudomonas Putida* degradadora de derivados de petróleo.

### Teoría

#### *La celulosa y el algodón*

La celulosa es un polisacárido compuesto exclusivamente de moléculas de glucosa; siendo un homopolisacárido (compuesto por un solo tipo de monosacárido); es rígido, insoluble en agua, y contiene desde varios cientos hasta varios miles de unidades de  $\beta$ -glucosa. En la figura 1 se muestra la *Cellulomonasflavigena*. La celulosa es la biomolécula orgánica más abundante ya que forma la mayor parte de la biomasa terrestre, se encuentra en las paredes de las células de las plantas. Químicamente, se considera como un polímero natural formado por un gran número de moléculas de glucosa. Es la especie del género *Cellulomonas* de la familia actinobacteriana *Cellulomonadaceae*. Son de especial interés por su capacidad para degradar la celulosa que es la molécula principal del algodón textil, la degrada utilizando enzimas como la endoglucanasa y la exoglucanasa.

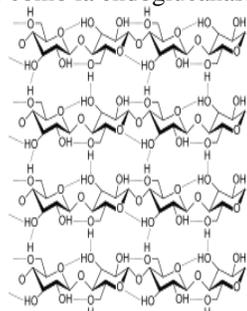


Fig. 1. *Cellulomonasflavigena*

#### *Tejido de punto por recogida*

Un tejido de punto es aquél, que tiene mallas de derecho en cada uno de sus lados o caras, a diferencia del de una sola cara, que solamente la tiene en uno. Los tejidos de doble cara, por el contrario, deben ser fabricados en máquinas de dos fonturas. Las agujas de una de ellas harán las mallas que aparecerán en una cara, y las de la otra harán las que van a aparecer en la opuesta. Ver Figura. 2. En el tejido liso 1-1, que es el que utiliza en este trabajo, las mallas tienen su haz (derecho) y su envés (revés), en este caso cuando se habla de mallas de derecho se hace referencia siempre a las que presentan su haz en la cara observada. Las mallas, vistas por el haz tienen el aspecto de V, y por el envés, el de tejas en corte. Cabe destacar que el tejido liso es uno de los más utilizados por su sencillez y bajo costo.

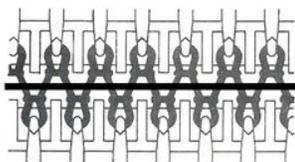


Fig. 2. Tejido liso 1-1 montado en máquina rectilínea.

### Descripción del Método

Se utilizaron 5ml de *cellulomonas* en crecimiento, se metieron a una incubadora KS 4000 i control, Figura. 4, en una solución salina isotónica 0.85%. Se hizo un sistema hidropónico con PeatMoss Estéril en contenedores limpios esterilizados con etanol



Fig. 4. Incubadora KS 4000 i control.

Posteriormente, se llenó a la mitad el contenedor con PeatMoss húmedo con agua destilada. Se colocó el sustrato textil de mezclilla y de tejido de punto, con área 5cm<sup>2</sup>. Se le agregaron las bacterias Cellulomonasflavigena a las muestras de mezclilla y a las muestras de tejido de punto (hilo de filamento sintético 100% ácrilan) Pseudomona Putida. Se llenó nuevamente de PeatMoss húmedo y se selló el contenedor con una película elástica ver la Figura 5.



Fig. 5. Botes con las muestras textiles.

Se trabajaron 4 muestras de sustrato de mezclilla con diferentes porcentajes de contenido de algodón y diferente masa por sus características de fabricación y 2 muestras de tela en tejido de punto elaboradas con hilo ácrilan 100%. Mensualmente se extrajo una muestra se lavó y se dejó secar durante un día. Posteriormente se midió la masa, el área y se tomó registro óptico de la degradación del sustrato.

### Resumen de resultados

En el Cuadro 2, se presenta el resumen de los resultados de masa inicial, el cambio de área y masa respecto del tiempo, las funciones de correlación y el contenido inicial de algodón obtenidos para las 4 muestras de tela de mezclilla, las especificaciones iniciales de cada muestra se presentan en los cuadros 3 y 4. Las muestras que presentan mayor masa inicial, muestran un comportamiento lineal en los gráficos de pérdida de área y tiempo, mientras que las muestras con menor masa inicial tuvieron un comportamiento no lineal.

Muestra y masa inicial	Tela de mezclilla con diferentes % de fibra de algodón		
	Área -Tiempo	Masa-Tiempo	% de Algodón
1 Masa inicial 1.1659g	Lineal, $y = mx + b$ , con $m = -1.9886 \frac{cm^2}{mes}$ $b = 26 cm^2$	Polinómica $y = -0.0036x^2 + 0.0019x + 1.1636$	90%
2 Masa inicial 0.8907g	Lineal, $y = mx + b$ , con $m = -2.5397 \frac{cm^2}{mes}$ $b = 27 cm^2$ $y = 33.906e^{-0.183x}$	Lineal, $y = mx + b$ , con $m = -0.0368 \frac{g}{mes}$ $b = 0.8279 g$	96%
3 Masa inicial 0.692g	La degradación fue tan repentina que no se tuvo un área específica que evaluar.	$y = 0.6929e^{-0.288x}$	70%
4 Masa inicial 0.973g	Lineal, $y = mx + b$ , con $m = -1.3294 \frac{cm^2}{mes}$ $b = 24.312 cm^2$	Lineal, $y = mx + b$ , con $m = -0.0518 \frac{g}{mes}$ $b = 0.9462 g$	70%

Cuadro 2 MUESTRAS TEXTILES

En el Cuadro 3, se muestran las especificaciones técnicas de las muestras 1 y 2 y la imagen original correspondiente. Además, en la secuencia de imágenes se presenta el registro de la degradación de cada muestra en un intervalo de cinco meses posteriores.

MUESTRA 1 CENTRO	MUESTRA 2 NEGRA
<p><b>Muestra 1 "Centro"</b></p> <p>Especificaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Composición: 90 % Algodón (CO)- Rayón Viscosa (VI) y 10 % Poliéster (PES).</li> <li>- Área: 25cm<sup>2</sup></li> <li>Masa inicial: 1.1659g.</li> </ul>	<p><b>Muestra 2 "Negra"</b></p> <p>Especificaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Composición: 96 % Algodón (CO) y 4% Elastano (EL).</li> <li>- Área: 25cm<sup>2</sup></li> <li>- Masa inicial: 0.8907g</li> </ul>
<p>MES 1</p> <p>Se muestra un cambio de color en la muestra, sigue manteniendo la estructura del tejido y su área de 5x5 cm = <b>25cm<sup>2</sup></b>.</p> <p>Masa: 1.1602g</p>	<p>MES 1</p> <p>Se muestra un cambio mínimo de color en la muestra de lado negro y en la parte posterior se pueden notar manchitas de color amarillo, sigue manteniendo la estructura del tejido y su área de 5x5 cm = <b>25cm<sup>2</sup></b>.</p> <p>Masa: 0.8797g</p>
<p>MES 2</p> <p>Se nota un degradado de color no uniforme, en una parte la muestra se puede notar cierta transparencia del sustrato, sigue manteniendo la estructura del tejido, tiene un área de 4.3x4.7 cm = <b>23.03cm<sup>2</sup></b></p> <p>Masa: 1.1479g</p>	<p>MES 2</p> <p>Se muestra un cambio de color en la muestra de lado negro con manchitas amarillas y en la parte posterior se pueden notar más manchitas de color amarillo, sigue manteniendo la estructura del tejido y su área de 5x5 cm = <b>25cm<sup>2</sup></b>.</p> <p>Masa: 0.8625g</p>
<p>MES 3</p> <p>Se muestra un cambio notorio de la degradación del color uniforme, se nota una transparencia total en la muestra mantiene la estructura del tejido, su área es de 4.3x4.6cm = <b>19.78cm<sup>2</sup></b></p> <p>Masa: 1.1392g</p>	<p>MES 3</p> <p>Se muestra un cambio de color en la muestra de lado negro con manchitas amarillas y en la parte posterior se pueden notar más manchitas de color amarillo, tiene una rotura de fibra en medio de la muestra, su área de 4.7x4.2 cm = <b>19.74cm<sup>2</sup></b>.</p> <p>Masa: 0.8432g</p>
<p>MES 4</p> <p>Se nota un degradado de color no uniforme, presenta rotura en el tejido en la parte inferior. Tiene un área de 4.02x4.5 cm = <b>18.09cm<sup>2</sup></b></p> <p>Peso: 1.1187g</p>	<p>MES 4</p> <p>Se muestra un cambio de color en la muestra de lado negro con manchitas amarillas y en la parte posterior se pueden notar más manchas de color café, tiene una rotura de fibra en la muestra, su área de 3.9x4.1 cm = <b>15.99cm<sup>2</sup></b>.</p> <p>Masa: 0.7935g</p>
<p>MES 5</p> <p>Tiene una degradación de color, una deformación de la muestra y partes con rotura de fibra más grandes. El área fue de 3.87x4.1 cm = <b>15.867cm<sup>2</sup></b></p> <p>Masa: 1.0789g</p>	<p>MES 5</p> <p>Se muestra un cambio de color en la muestra de lado negro con manchitas amarillas y en la parte posterior se pueden notar más manchas de color café, tiene una rotura de fibra en la muestra, su área de 3.6x3.8 cm = <b>13.68cm<sup>2</sup></b>.</p> <p>Masa: 0.6584g</p>

Cuadro 3 MUESTRAS 1 Y 2 DE TELA DE MEZCLILLA

El Cuadro 4, muestra inicialmente, las especificaciones técnicas del lote de las muestras 3 y 4 y su imagen al tiempo cero de cada muestra. Luego, en la secuencia de imágenes se presenta el registro de la degradación de la muestra en cada uno de los cinco meses posteriores.

MUESTRA 3 LIGERA	MUESTRA 4 GRUESA
<p><b>Muestra 3 "Ligera"</b></p> <p>Especificaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Composición: 70 % Algodón (CO) y 30 % Poliéster (PES).</li> <li>- Área: 25cm<sup>2</sup></li> <li>- Masa inicial: 0.6929 g</li> </ul>	<p><b>Muestra 4 "Gruesa"</b></p> <p>Especificaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Composición: 20 % Poliéster (PES), rayón cuproamoniaco (CUP), 10% Elastano (EL) y 70 % Algodón (CO).</li> <li>- Área: 25cm<sup>2</sup></li> <li>- Masa inicial: 0.9730 g</li> </ul>
<p><b>MES 1</b></p> <p>Se muestra un cambio de color en la muestra, hay coloraciones negras en la muestra. Tiene un área de 4.5x4.7cm = <b>21.15cm<sup>2</sup></b>.</p> <p>Masa: 0.5196g</p>	<p><b>MES 1</b></p> <p>Se muestra un cambio de color en la muestra, hay coloraciones negras en la muestra. Deforma su área, teniendo una de 4.7 x 4.8cm = <b>22.56cm<sup>2</sup></b>.</p> <p>Masa: 0.8780g</p>
<p><b>MES 2</b></p> <p>Se deforma la muestra, tiene rotura de fibras, por lo que no se mantiene la estructura del tejido.</p> <p>Masa: 0.3897g</p>	<p><b>MES 2</b></p> <p>Se muestra un cambio de color en la muestra, hay coloraciones negras en la muestra. Deforma su área, teniendo una de 4.5x4.7cm = <b>21.15cm<sup>2</sup></b>.</p> <p>Masa: 0.8231g</p>
<p><b>MES 3</b></p> <p>Fragmentación del tejido.</p> <p>Masa: 0.2922g</p>	<p><b>MES 3</b></p> <p>Se muestra un cambio de color en la muestra, hay coloraciones negras en la muestra. Deforma su área, teniendo una de 4.4x4.6cm = <b>20.24cm<sup>2</sup></b>.</p> <p>Masa: 0.7877g</p>
<p><b>MES 4</b></p> <p>No hay tejido, sólo es fibra suelta.</p> <p>Masa: 0.2191g</p>	<p><b>MES 4</b></p> <p>Se muestra un cambio de color en la muestra, hay coloraciones negras en la muestra. Deforma su área, teniendo una de 4.4x4.3cm = <b>18.92cm<sup>2</sup></b>.</p> <p>Masa: 0.7363g</p>
<p><b>MES 5</b></p> <p>Fibra suelta.</p> <p>Masa: 0.1643g</p>	<p><b>MES 5</b></p> <p>Se muestra un cambio de color en la muestra, hay coloraciones negras en la muestra. Deforma su área, teniendo una de 4.3x4.2cm = <b>18.06cm<sup>2</sup></b>.</p> <p>Masa: 0.7028g</p>
<p><b>Cuadro 4 MUESTRAS 3 Y 4 MEZCLILLA</b></p>	

El Cuadro 5 se presenta el resumen de los resultados de tela de tejido de punto, sus especificaciones iniciales de cada muestra que fueron elaboradas con dos tipos de hilos acrilán, ambos título 2/30 pero de diferente proveedor. Al respecto, puede verse que no se presentó alguna variación apreciable en masa o área conforme fueron transcurriendo los meses. Es decir, la Pseudomona putida no causó afectaciones evidentes al acrilán, aunque si se presentaron cambios o pérdida de color, lo cual ha sido reportado por otros autores en estudios de degradación del color.

MUESTRA ÁCRILICO 1	MUESTRA ÁCRILICO 2
<p><b>Muestra ácrilico 1 “Color gris”</b> Especificaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Composición: 100 % Acrilico</li> <li>- Titulo comercial: 2/30</li> <li>- Área inicial: 5cmx5cm=25cm<sup>2</sup></li> <li>- Masa inicial: 1.9g.</li> </ul>	<p><b>Muestra ácrilico 2 “Color palo de rosa”</b> Especificaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Composición: 100 % Acrilico</li> <li>- Titulo comercial: 2/30</li> <li>- Área inicial: 5cmx5cm=25cm<sup>2</sup></li> <li>- Masa inicial: 1.6g.</li> </ul>
<p>MES 1 Se muestra un cambio de color en la muestra. Sin cambios en el área y masa apreciables</p>	<p>MES 1 Se muestra un cambio de color en la muestra. Sin cambios en el área y masa apreciables</p>
<p>MES 2 Sin cambios en el área y masa apreciables</p>	<p>MES 2 Se muestra un cambio de color en la muestra. Sin cambios en el área y masa apreciables</p>
<p>MES 3 Sin cambios en el área y masa apreciables</p>	<p>MES 3 Sin cambios en el área y masa apreciables</p>
<p>MES 4 Sin cambios en el área y masa apreciables</p> <p>MES 5 Sin cambios en el área y masa apreciables</p>	<p>MES 4 Sin cambios en el área y masa apreciables</p> <p>MES 5 Sin cambios en el área y masa apreciables</p>

Cuadro 5 MUESTRAS 100% ACRILICO 1 Y 2

### Conclusiones

Se encontró que las muestras de mezclilla que poseen una mayor masa, mostraron un comportamiento lineal decreciente en la pérdida de área por degradación en función del tiempo respecto a las muestras que poseen una menor masa inicial, lo cual se atribuye a que a menor masa, se tiene una mayor superficie de penetración de las cellulomonas. Mientras que una de las muestras con menor masa presentó un comportamiento exponencial decreciente en los últimos 3 meses del periodo de estudio de degradación. La muestra 2 fue la que perdió más área por mes y gramos por mes y posee un mayor porcentaje de algodón (96% de fibra de algodón) y con masa inicial de 0.8907g. En comparación, la muestra 3 con 70% de fibra de algodón y con menor masa inicial 0.6929g al cabo de 4 meses de experimentación la degradación que sufrió fue mayor llegando a sólo fibras suelta con la pérdida del tejido. En las muestras con fibra sintética no presentaron cambios evidentes en su área y su masa pero si en color, sin embargo, se requieren experimentos con mayor concentración de la cepa *Pseudomona Putida* mezclada con otra cepa para acelerar la degradación, así como mayores tiempos de experimentación.

### Referencias

Cortés Martínez J. A., (2011), “Fundamentos de tejido de punto en máquina rectilínea,” tesis de licenciatura, Instituto Politécnico Nacional, ESIT E. Carrera, “Caracterización de Tejidos. Principales ensayos físicos para evaluar la calidad de los tejidos textiles,” Universidad Politécnica de Catalunya. 1ª edición, julio, Edit. Terrassa pp 238, 2015.

INEGI, Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera, ref: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/?idserPadre=104001000142011000200030>.

Semarnat, “Residuos” Capítulo 7, <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/cap7.html#tema1>

Tecnología ambiental sostenibilidad empresarial, “Jeans, peligrosos para el medio ambiente,” referencia electrónica, <https://tecnologiaambiental.mx/2017/11/10/jeans-peligrosos-medio-ambiente/>

## Análisis de aceptación de los alumnos del ITT al implementarles ambientes virtuales de aprendizaje

Dr. Miguel Ángel Couoh Novelo<sup>1</sup>, LI. Herzen Janitzio Cordero Ávila<sup>2</sup>, Ing. Alexis Antonio Cano Peniche<sup>3</sup> Br. Julio Esau Fernández Rosado<sup>4</sup>

**Resumen**— Un ambiente de aprendizaje es el lugar en donde confluyen estudiantes y docentes para interactuar psicológicamente con relación a ciertos contenidos, utilizando para ello métodos y técnicas previamente establecidos con la intención de adquirir conocimientos, desarrollar habilidades, actitudes y en general, incrementar algún tipo de capacidad o competencia de aprendizaje (Batista, 2006); estos ambientes se han virtualizado en entornos informáticos digitales que proveen las condiciones para la realización de actividades de aprendizaje adaptándose a las necesidades actuales. En el Instituto Tecnológico de Tizimín se implementaron ambientes de aprendizaje virtual en todas las carreras debido a la contingencia por la pandemia, se realizaron unas encuestas en los estudiantes para conocer el grado de satisfacción al trabajar en este ambiente y determinar las estrategias que mejor se adaptan a su estilo de aprendizaje, así como las experiencias adquiridas al implementarse las nuevas tecnologías como complemento de su educación. Los resultados obtenidos ayudan a identificar herramientas tecnológicas que permiten innovar y mejorar la experiencia del proceso de aprendizaje.

**Palabras clave**— Educación, ambiente virtual, aprendizaje, implementación, aceptación.

### Introducción

En estos últimos años estamos viviendo los cambios más significativos que la institución universitaria ha vivido en sus siglos de existencia, Bautista (2011). Las tendencias del mundo generan altas exigencias en los procesos productivos y sociales, impulsan a las universidades en la búsqueda de una mejora en sus programas educativos y la formación de profesionistas con las mejores competencias para enfrentar su entorno.

En siglo XXI la comunicación y la información están revolucionando las condiciones de la economía, comercio, las bases de la política, la comunicación cultural mundial y la forma de vida y de consumo de las personas; denominándose sociedad de la información, debido a que es la información la que ahora rige la economía global.

La educación por competencias en el marco de la formación pretende ser un enfoque integral que busca vincular el sector educativo con el productivo y elevar el potencial de los individuos, de cara a las transformaciones que sufre el mundo actual y la sociedad contemporánea (Rodríguez, 2012)

Para comprender mejor, es importante definir un ambiente de aprendizaje y desglosarlo. El ambiente corresponde a los espacios en los que se van a desarrollar las actividades de aprendizaje, este se puede dividir en: áulico, real y virtual. En el tipo Áulico y real, las actividades de enseñanza-aprendizaje se desarrollan en ambientes reales, como puede ser un laboratorio, una empresa, clínica, biblioteca, áreas verdes, aulas de clase; es decir, escenarios donde se puede ver y medir la aplicación de los conocimientos y habilidades adquiridas, así como la práctica de actitudes y valores. Los ambientes virtuales son los que se crean mediante el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, con la finalidad de proporcionar a los alumnos recursos que faciliten su proceso de aprendizaje, dentro de estas TICs pueden citarse la computadora, cañón, un aula virtual, el uso de internet donde pueden tener acceso a blogs, foros de discusión, chat, páginas especializadas en las que los jóvenes se encuentran con actividades divertidas, tales como solución a crucigramas, rompecabezas, etc., que bien empleados contribuyen enormemente en la adquisición de aprendizajes por parte del alumno.

Los nuevos ambientes de aprendizaje están diversificando la oferta formativa, dando lugar a experiencias innovadoras. Los entornos virtuales extendidos en la educación formal promueven la diversidad de experiencias de e-learning. Mientras, la evolución del software social permite nuevas formas de interacción y comunicación más horizontal, generando otros entornos como redes sociales y comunidades virtuales. Como sistema integrador entre el entorno virtual institucional utilizado para distribuir cursos y este entorno más informal que ofrecen redes sociales y

<sup>1</sup> El Dr. Miguel Ángel Couoh Novelo, es profesor del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tizimín, Yucatán. miguelcouoh@gmail.com

<sup>2</sup> El LI. Herzen Janitzio Cordero Ávila, es profesor del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tizimín, Yucatán. herzen.cordero@ittizimin.edu.mx

<sup>3</sup> El Ing. Alexis Antonio Cano Peniche, es egresado del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tizimín alex.cano2494@gmail.com

<sup>4</sup> El Br.. Julio Esau Fernández Rosado es egresado y tesista del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tizimín. julioesaufernandezrosado@gmail.com

comunidades virtuales de aprendizaje, aparecen los entornos personales de aprendizaje.

En la era contemporánea, la sociedad en un mundo dependiente en la utilización, en los dispositivos tecnológicos como: dispositivos móviles, redes sociales y tecnológicas de comunicación digitales, entre otros. De igual forma, las personas son participantes directos como agentes pasivos.

Los ambientes educativos, tal como los conocemos, han comenzado a transformarse notoriamente en la actualidad para adaptarse a la sociedad de la información. Sin embargo, la tecnología por sí sola no cambia el modelo educativo, las prácticas didácticas ni los paradigmas presentes; no es capaz de resolver los problemas y retos inmersos en el escenario universitario.

### **Descripción del Método**

Para la obtención de resultados se utiliza la metodología de investigación cuantitativa ya que es aquella en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables. Como menciona Fernández y Díaz (2002) la investigación cuantitativa trata de determinar la fuerza de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra para hacer inferencia a una población de la cual toda muestra procede.

La investigación cuantitativa en este caso tuvo como objetivo obtener respuestas de toda la población de alumnos con la implementación de preguntas específicas.

Por tanto, para medir si la investigación ofreció resultados positivos se analizaron las respuestas obtenidas con la obtención de un reporte que permite saber el agrado y satisfacción en la inserción de los ambientes virtuales en la educación superior del ITT.

### *Muestra*

La encuesta se aplicó como primera instancia a los alumnos pertenecientes a la Ingeniería Informática del Instituto Tecnológico de Tizimín para poder encontrar posibles errores durante la implementación; y posteriormente se aplicó a todos los estudiantes de las demás carreras y semestres, esto validó la implementación de ambientes virtuales de aprendizaje en los alumnos permitiendo determinar cuáles son las plataformas que aportan mayores beneficios a su educación.

Un total de 718 alumnos de las diferentes carreras tuvieron la posibilidad de contestar la encuesta, siendo esta nuestra principal muestra que nos permitió la obtención de los resultados del presente artículo. La falta de acceso a internet y red de telefonía móvil ocasionó que no todos los alumnos del plantel puedan contestar la encuesta, ya que a causa de la pandemia ocasionada por el Covid-19, la mayor cantidad de alumnos viajaron a su lugar de origen que por lo general son de comunidades alejadas donde estos servicios no llegan.

### *Procedimiento*

Para la realización e implementación de esta actividad se solicitó la autorización y consentimiento al director del Campus, el subdirector académico y los jefes de departamentos académicos de las carreras. Es importante que los directivos estén sumamente enterados, puesto que los resultados obtenidos a través de esta encuesta sirven para conocer el rumbo a futuro de la implementación de los ambientes virtuales en toda la universidad.

Se concientiza y exhorta a los participantes a contestar con la mayor veracidad posible, para que los resultados sean totalmente reales.

La encuesta fue creada y realizada a través de las herramientas que google nos ofrece; un formulario diseñado con las preguntas adecuadas que nos permiten obtener los comentarios y resultados de los alumnos, esta herramienta fue óptima para llegar a todos los alumnos, pues es una opción que se puede compartir a través de los correos institucionales y de sus grupos de Whatsapp.

Esta actividad se realizó al concluir el ciclo escolar enero - junio del año 2020, coincidiendo con los meses afectados por la pandemia del Covid-19; semestre que se trabajó en un 90% de manera virtual; esto permitió obtener resultados más completos por parte de los alumnos.

### **Resultados**

Los alumnos del Tecnológico Nacional de México campus Tizimín al inicio de la pandemia tuvieron dificultades en todas sus actividades al realizarlos de manera virtual, ya que no estaban preparados para un cambio repentino en su modelo de enseñanza; este cambio drástico afectó de igual manera a los docentes (inicio semestre pasado).

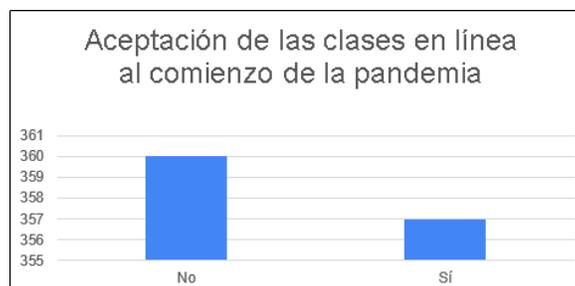


Figura 1. Gráfica de aceptación de clases en línea al comienzo de la pandemia.

De los 718 alumnos del plantel que participaron en la encuesta, a un 51% no les pareció el cambio repentino que tuvo el modelo de enseñanza y contestaron de manera negativa a la implementación de ambientes virtuales de aprendizaje; el 49% sobrante contestó de manera positiva y probatoria a este cambio.

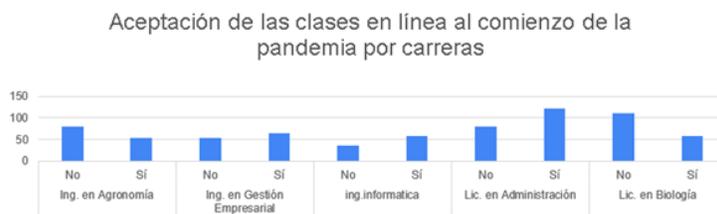


Figura 2. Aceptación de las clases en línea al comienzo de la pandemia por carreras.

Las carreras con mayor porcentaje de no aceptación de la modalidad virtual fueron la Ingeniería en agronomía y Licenciatura en Biología, ya que del total de los alumnos de la Ing. en agronomía que respondieron la encuesta (134 alumnos) el 60% optó por no tomar clases en línea, en el caso de la carrera de Lic. Biología el total de alumnos que participaron fueron 157; el 66% se negó y solo el 34% de alumnos dio su aprobación. En las demás carreras como Ing. En Gestión Empresarial que fueron 118 alumnos que contestaron la prueba, se obtuvo que el 55% de aprobación sobre la modalidad en línea en contra de un 45% negativo; En la Ing. Informática, de los 96 alumnos que respondieron, el 61% de los dio su aprobación contra un 39% negativo y en la carrera de Lic. En Administración participaron 201 alumnos de los cuales el 60% optó por sí y 40% de manera negativa.

Parte de la encuesta era conocer sus disposición y capacidades para poder tomar clases en ambientes virtuales por lo tanto se les cuestiono que si carecían de equipo de cómputo e internet o algo que les impidiera tomar clases en línea. Se obtuvo las siguientes gráficas:



Figura 3. Resultado de la pregunta “¿Cuentas con Internet?”

Se obtuvo de los 718 alumnos que participaron en la encuesta que un 53% cuentan con acceso a internet y el 47% carecen de este servicio.

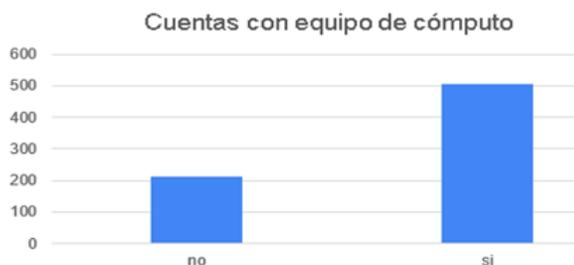


Figura 4. Resultado de la pregunta “¿Cuentas con equipo de cómputo?”

En el caso de que, si contaban con algún equipo de cómputo para poder llevar a cabo sus actividades, el 70% de los estudiantes cuentan con equipo de cómputo y un 30% carecen de este dispositivo

Pero el 30% de los alumnos que no cuenta con equipo de cómputo, cuentan con un dispositivo móvil en todo caso los 718 alumnos cuentan con algún dispositivo que les permita interactuar con sus trabajos y maestros.

Al finalizar el ciclo escolar enero-junio 2020, se obtuvo una mayor aceptación de los ambientes virtuales en los alumnos del instituto tecnológico campus Tizimín, ya que algunos docentes implementan estrategias de aprendizaje agradables que permitieron cambiar de opinión a los alumnos y ellos mismos adaptarse.

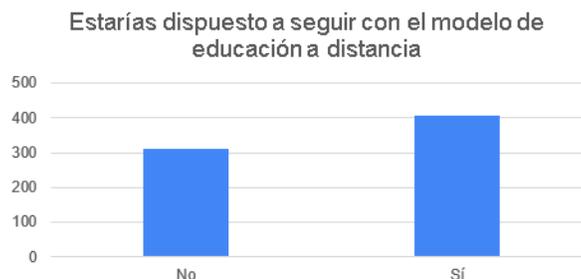


Figura 5. Resultado de la pregunta “¿Estarías dispuesto a seguir con el modelo de educación a distancia?”

Al finalizar el curso enero – junio 2020; de los 718 alumnos que participaron un 59% de los optó por seguir tomando las clases en línea, se obtuvo una mejora de un 10% de aceptación por parte de los estudiantes y solo el 41% se niega a seguir con la nueva modalidad.

### Conclusiones

De los alumnos encuestados se pudo obtener resultados satisfactorios que nos permitieron determinar que la implementación de los ambientes virtuales de aprendizaje depende mucho de la asignatura que cursan, sin embargo, puede ser un complemento importante para clases presenciales. De los pocos alumnos foráneos que pudieron responder la encuesta el 41% sigue con la negativa del uso de los ambientes de aprendizaje virtual y se determinó que por las condiciones de su comunidad eligieron que no es muy conveniente el uso de estas tecnologías, sobre todo si se encuentran en su localidad puesto que los servicios de internet son muy limitados o nulos y de igual forma no estaban preparados para un cambio repentino en su modelo de aprendizaje; sin embargo sus comentarios demuestran que se van a adaptar a estas nuevas formas de aprendizaje.

Los resultados obtenidos son de gran aporte para la institución ya que permitieron determinar cómo se implementarán estas plataformas en el siguiente ciclo escolar para beneficio de los alumnos y docentes.

### Comentarios Finales

La implementación de ambientes virtuales de aprendizaje son una herramienta excelente para complemento de la formación educativa, incluso puede ser en su totalidad de manera virtual utilizando las mejores estrategias para conseguir el mayor desempeño de los alumnos. Lamentablemente los servicios de internet, telefonía o recursos de dispositivos tecnológicos en ocasiones son nulos o deficientes para parte de la población estudiantil del plantel, sin embargo, esto ha llevado a los alumnos a adaptarse y adquirir sus recursos o viajar a otros lugares para poder adquirir sus conocimientos. Es una modalidad de estudio que al principio cuesta adaptarse, sobre todo si siempre has trabajado de manera presencial en aulas, pero a través de los meses esa dificultad disminuye pues los jóvenes se adaptan rápido a lo nuevo sobre todo si tienen involucrado dispositivos inteligentes e internet.

### Referencias bibliográficas

Vite, H. R. (2012). Ambientes de aprendizaje. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Batista, M. Á. H. (2006). Consideraciones para el diseño didáctico de ambientes virtuales de aprendizaje: una propuesta basada en las funciones cognitivas del aprendizaje. Revista Iberoamericana de educación, 38(5), 2.

Pita Fernández, S., & Pértegas Díaz, S. (2002). Investigación cuantitativa y cualitativa. Cad Aten Primaria, 9, 76-78.

Bautista, G. otros.(2011) Didáctica universitaria en entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje. Madrid, Narcea

### Notas Biográficas

El **Dr. Miguel Ángel Couoh Novelo** es profesor del Tecnológico Nacional de México en el Instituto Tecnológico de Tizimín en Tizimín, Yucatán, México. Terminó sus estudios de licenciatura en Ciencias de la Computación en la Facultad de Matemáticas de la UADY, la maestría en Ciencias de la Computación en el ITESM campus Cuernavaca y el Doctorado en Educación por la Universidad del Sur. Ha publicado artículos en la revista Tecnología Educativa y múltiples artículos en congresos nacionales e internacionales. Responsable técnico de proyectos aprobados por CONACYT por medio del PEI, Líder del cuerpo académico Innovación Tecnológica.

El **LI. Herzen Janitzio Cordero Ávila** es profesor del Tecnológico Nacional de México en el Instituto Tecnológico de Tizimín en Tizimín, Yucatán, México. Terminó sus estudios de licenciatura en Informática en la Unimayab, la maestría en Educación en la misma institución. Forma parte del cuerpo académico Innovación Tecnológica.

El Ing. **Alexis Antonio Cano** Peniche es egresado del Tecnológico Nacional de México campus Tizimín en la carrera Ingeniería Informática de la especialidad de Seguridad en los sistemas informáticos en las organizaciones.

El **BR. Julio Esau Fernández Rosado** es egresado del Tecnológico Nacional de México campus Tizimín en la carrera Ingeniería Informática de la especialidad de Redes y aplicaciones web. Tesista en el proyecto de investigación financiado por el PRODEP.

### Apéndice

#### Encuesta utilizada en la investigación

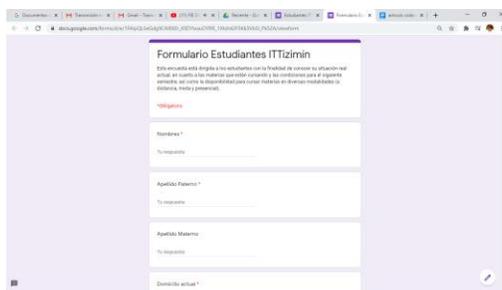


Figura 6. Encuesta Realizada, parte 1

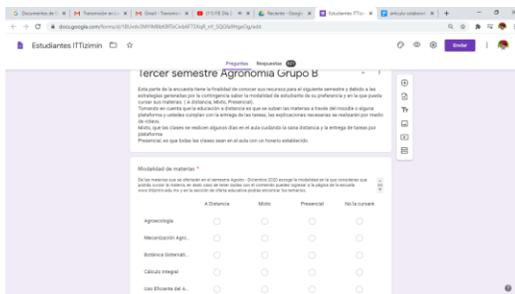


Figura 7. Encuesta Realizada, parte 2

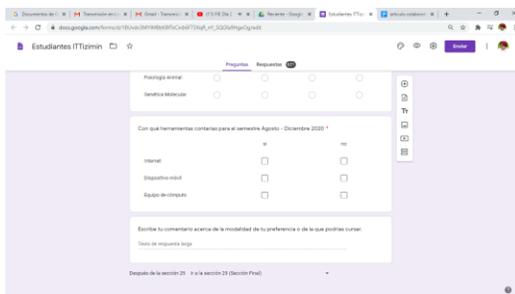


Figura 8. Encuesta Realizada, parte 3