

Revista

# Yolixtli



Volumen II, Número 4, Enero - Junio 2024



ISSN: 2954-405X

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE ACAPULCO

## DIRECTORIO

### Gobierno del Estado de Guerrero

Mtra. Evelyn Cecilia Salgado Pineda

**Gobernadora Constitucional**

Dr. Marcial Rodríguez Saldaña

**Secretario de Educación**

### Universidad Tecnológica de Acapulco

M.D.F. José Luis Solano Molina

**Rector**

Lic. Roxana Yadani Saldaña Pérez

**Directora Académica**

### Consejo Editorial

Dr. José Andrés Alanís Navarro

**Universidad Politécnica de Guerrero**

Dr. Francisco Javier Moyado Bahena

M.E. Alicia Salgado Cruz

M.C. Jesús Jonathan Mariche Bernal

Ing. Joel de la O Castro

**Universidad Tecnológica de Acapulco**

### Consejo Arbitral

#### UT de Acapulco

M.I. Jacob Casillas Solano

M.A. Natalia Vega Almazán

Dr. Francisco Javier Moyado Bahena

Dra. Mayo Urióstegui Flores

M.E. Ana Regina Arteaga Sarabia

M.E. Jonathan Emmanuel Téllez Solís

Ing. Raúl Arturo Coria López

M.C. Gilberto Castro Vélez

Ing. Xorge Alexandro Silva Angelito

#### UT del Mar

Ing. Omar Martínez Bautista

#### UT de la Costa Grande de Guerrero

M.C.I. José Luis Tapia Falcón

Dr. José Luis Espinosa Enríquez

#### Universidad Politécnica del Estado de Guerrero

Dra. María Adriana García López

#### Universidad Autónoma de Guerrero

Dr. Remigio Marín Ibarra

L.G. Kenia Yamel Bureos Avila

L.G. Mónica Paulina Castro

M.E. Isabel de la Sancha Flores

M.E. Alicia Salgado Cruz

L.G. Víctor Javier García Valverde

M.A. Jesús Alejandro Álvarez Galeana

M.C. Cirilo Saavedra Dionicio

Ing. Pablo Higuera Mariano

Ing. Renato García Román

#### Universidad Estatal de Sonora

MAC. Gabriel Rendón Hoyos

#### UT de la Región Norte de Guerrero

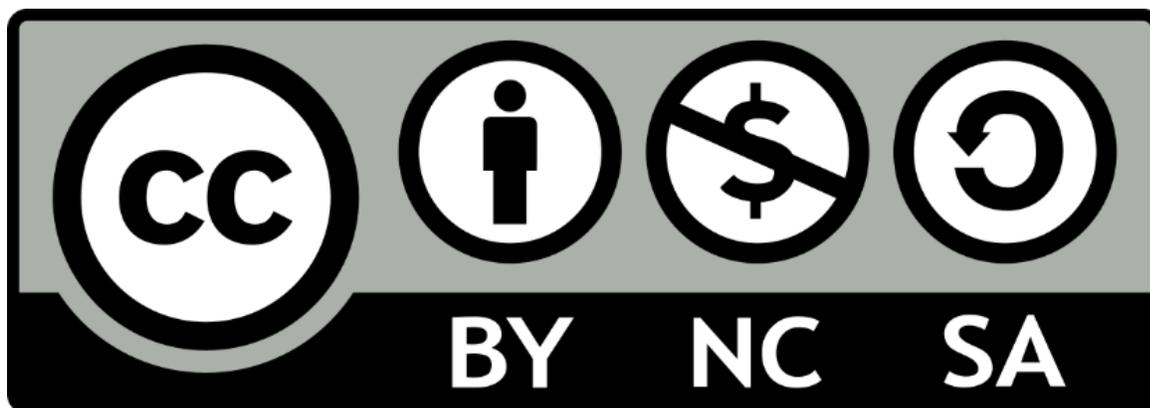
M.I. Pedro Enrique González

Dra. Cristina Lizama Bahena

## CINTILLO LEGAL

Revista Yolixtli, Año 2, No. 4, enero - junio 2024, es una Publicación semestral, editada por la Universidad Tecnológica de Acapulco, Avenida Comandante Bouganville Lote 5 Fraccionamiento Costa Azul Código Postal 39830, Acapulco de Juárez, Guerrero. Tel. 7446886416, <https://utacapulco.edu.mx/yolixtli/>, [yolixtli@utacapulco.edu.mx](mailto:yolixtli@utacapulco.edu.mx) Editor responsable: M.C. Jesús Jonathan Mariche Bernal. Reserva de Derechos a Uso Exclusivo No. 04-2022-080218204900-102 ISSN 2954-405X, otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, M.C. Jesús Jonathan Mariche Bernal Avenida Comandante Bouganville Lote 5 Fraccionamiento Costa Azul Código Postal 39830, fecha de última modificación: agosto de 2024. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación para fines didácticos no lucrativos, siempre y cuando se cite la fuente completa; su uso para otros fines requiere previa autorización de la Universidad Tecnológica de Acapulco.

La revista Yolixtli está bajo licencia:



## **Editorial**

En la siguiente edición en el área de las tecnologías de la información encontraras la Aceptación y actitudes hacia la inteligencia artificial emotiva en la Universidad Tecnológica de Costa Grande de Guerrero, continuando con la Importancia del hackeo ético dentro de plataformas de e-learning, seguido de Diseño de prototipo de backend para el Sistema de Control de Cursos y Diplomados se presenta una propuesta sobre el Proyecto Aula, Escuela y Comunidad humanístico: microempresa familiar enfocada al cultivo hidropónico y venta de hortalizas, terminando con Influencia de parámetros técnicos de sistemas fotovoltaicos en la producción anual de energía: una simulación Energy3D, en el área de educación iniciamos con Entendiendo el aprendizaje a través de las brechas generacionales, continuamos con el Papel del docente como agente del cambio seguido de Estudio comparativo en el avance del nivel de inglés: primeras generaciones BIS seguido de La competitividad como diferencia estratégica en las Instituciones de Educación Superior, cerramos con Geografía del conocimiento en México. Un análisis regional, en el área de Tecnología de los alimentos y gastronomía encontraremos Las prácticas de logística inversa y su vinculación con prácticas de capacitación, Evaluación cinética de secado de pez diablo (*Pterygoplichthys pardalis*) para la obtención de harina , Producción óptima de Xilanasa por *Aspergillus brasiliensis* para mejorar digestión de fibra en dietas porcinas área ingeniería Nanopartículas de plata (Ag) para el crecimiento vegetativo y generación de energía biofotovoltaica, Obtención de Bioetanol a partir de Cascaras de Piña, Como Propuesta Pedagógica en la Carrera de Ingeniería en Biotecnología, Síntesis y caracterización de puntos cuánticos base carbono una experiencia de aprendizaje y finalizamos con la Medición y valoración de la vocación turística en Zihuatanejo, Gro.

Contenido

01.- Influencia de parámetros técnicos de sistemas fotovoltaicos en la producción anual de energía: una simulación Energy3D .....	6
02.- La competitividad como diferencia estratégica en las Instituciones de Educación Superior .....	15
03.- Aceptación y actitudes hacia la inteligencia artificial emotiva en la Universidad Tecnológica de Costa Grande de Guerrero .....	25
04.- Importancia del hackeo ético dentro de plataformas de e-learning.....	34
05.- Proyecto Aula, Escuela y Comunidad humanístico: microempresa familiar enfocada al cultivo hidropónico y venta de hortalizas.....	42
06.- Diseño de prototipo de backend para el Sistema de Control de Cursos y Diplomados .....	51
07.- Entendiendo el aprendizaje a través de las brechas generacionales .....	60
08.- Estudio comparativo en el avance del nivel de inglés: primeras generaciones BIS.....	73
09.- Geografía del conocimiento en México. Un análisis regional .....	86
10.- Las prácticas de logística inversa y su vinculación con prácticas de capacitación.....	96
11.- Nanopartículas de plata (Ag) para el crecimiento vegetativo y generación de energía biofotovoltaica.....	105
12.- Obtención de Bioetanol a partir de Cascaras de Piña, Como Propuesta Pedagógica en la Carrera de Ingeniería en Biotecnología .....	113
13.- Papel del docente como agente del cambio.....	128
14.- Producción óptima de Xilanasa por <i>Aspergillus brasiliensis</i> para mejorar digestión de fibra en dietas porcinas.....	142
15.- Síntesis y caracterización de puntos cuánticos base carbono una experiencia de aprendizaje	150
16.- Evaluación cinética de secado de pez diablo ( <i>Pterygoplichthys pardalis</i> ) para la obtención de harina .....	157
17.- Medición y valoración de la vocación turística en Zihuatanejo, Gro.....	166
18.- Propuesta de enseñanza de la actividad enzimática en el laboratorio: actividad de la papaína .	176
19.- Solución nutritiva con incorporación de nanopartículas de plata aplicadas en hidroponías .....	184

## 01.- Influencia de parámetros técnicos de sistemas fotovoltaicos en la producción anual de energía: una simulación Energy3D

José Andrés Alanís-Navarro

David Becerra-García

Orcid 0000-0003-3337-2380

Orcid 0000-0003-2363-3663

Luis Ángel Bahena-Gálvez

Rubí Ocampo-Estrada

Recibido: Mayo, 24, 2024; Aceptado: Junio, 14, 2024

### Resumen

Se presenta un análisis de la influencia de parámetros técnicos de módulos fotovoltaicos (MFV) comerciales en la generación anual de energía. El análisis consiste en simulaciones por computadora utilizando el programa de acceso libre Energy3D, de un sistema fotovoltaico de 3,36 kW instalado en la azotea de un edificio de la Universidad Politécnica del Estado de Guerrero. Los datos técnicos de los MFV comerciales se tomaron de la base de datos del programa de cómputo especializado en diseño y simulación de sistemas híbridos, *HOMER Pro*. Se analizaron los parámetros: i) eficiencia solar ( $\eta$ ); ii) temperatura nominal de operación de la celda (NOCT); iii) coeficiente de temperatura de potencia (TCP) y iv) tolerancia al sombreado (TS). Los MFV de eficiencia solar de 21,0% comparados con módulos de 14,4% eficientes, generan cerca de 6 kWh/día más energía bajo las mismas condiciones. Los parámetros NOCT y TCP no presentan una influencia significativa en la generación de energía. No obstante, la influencia del parámetro TS, tiene un efecto significativo en la generación anual de energía. Los MFV con gran tolerancia a la sombra generan hasta 5 kWh más energía. Con esta información, se espera que usuarios no especializados, puedan realizar una selección adecuada de los módulos fotovoltaicos que se ajusten a sus necesidades de generación de energía, aspectos económicos y a las condiciones reales del SFV, en donde aspectos como la vegetación, construcciones aledañas, etc., pueden incidir negativamente en la producción de energía.

**Palabras clave:** eficiencia solar; NOCT; coeficiente de temperatura de potencia; TCP; tolerancia al sombreado; Energy3D, Homer Pro.

### Abstract

An analysis of the influence of technical parameters of commercial photovoltaic modules (PVM) on the annual energy generation is presented. The analysis consists of computer simulations using the Energy3D program, of a 3,36 kW PV system installed on the rooftop of a building of the Polytechnic University of the State of Guerrero. The technical data of the commercial PVMs were taken from the database of the computer program specialized in design and simulation of hybrid systems, *HOMER Pro*. The following parameters were analyzed: i) efficiency; ii) nominal operating cell temperature (NOCT); iii) temperature coefficient (TCP) and iv) shading tolerance. The 21,0% efficient MFVs compared to 14,4% efficient modules generate about 6 kWh/day more energy. On the other hand, the NOCT and TCP parameters do not present a significant

influence on energy generation. However, the influence of the "shade tolerance" parameter has a significant effect on annual energy generation. PVMs with high shade tolerance generate up to 5 kWh more energy. With this information, it is expected that non-specialized users will be able to make an appropriate selection of PV modules to suit their electrical energy needs, economic aspects and the real conditions of the SFV, where features such as vegetation, surrounding buildings, etc., can have a negative impact on energy production.

**Keywords:** solar efficiency; NOCT; temperature coefficient power; TCP; shade tolerance; Energy3D, Homer Pro.

## Introducción

Recientemente, la instalación de sistemas fotovoltaicos (SFV) en el sector doméstico, comercial e industrial ha aumentado considerablemente, la cual, permite lograr un ahorro significativo en la facturación de la energía eléctrica, sin efectos nocivos para el medio ambiente (Zhang *et al.*, 2023). Las empresas dedicadas a la instalación de SFV ofrecen un catálogo de módulos fotovoltaicos a sus clientes, pero si los usuarios desconocen las características técnicas de dicho catálogo, pueden hacer una mala elección, lo cual afecta directamente en el rendimiento de su SFV en el mediano y largo plazo, además de impactar directamente en la rentabilidad de su inversión, finalmente, esto dificulta la aceptación social de esta tecnología. En este trabajo se presenta un análisis de la influencia de algunos parámetros técnicos de módulos fotovoltaicos comerciales como el coeficiente de temperatura de potencia (TCP, por sus siglas en inglés), la temperatura nominal de operación de la celda (NOCT, por sus siglas en inglés), la eficiencia solar ( $\eta$ ) y la tolerancia al sombreado (IEA, 2022) de distintas tecnologías, en la producción anual de energía de un SFV. El análisis se realizó mediante simulación utilizando el programa de acceso libre Energy3D (Xie *et al.*, 2018) del Consorcio Concord (*The Concord Consortium*) (Concord, 2023). Los resultados obtenidos pueden servir como una guía para que usuarios no especializados puedan hacer una selección adecuada de la tecnología que cumpla con sus posibilidades de inversión y a sus necesidades de consumo energético, esto es de gran importancia, debido a que muchas veces la producción energía de los sistemas fotovoltaicos, no cumplen con lo esperado por los usuarios y no por un mal funcionamiento de la tecnología.

## Fundamentación teórica

Los parámetros de una celda solar (CS) influyen directamente en el desempeño del sistema fotovoltaico (SFV) instalado. La cantidad de energía que puede aprovecharse por los módulos fotovoltaicos (MFV) y convertirse en electricidad, depende de la eficiencia, siendo el parámetro más importante a considerar en el dimensionamiento de un SFV. Por otro lado, la prueba llamada condiciones estándar de prueba (*STC: Standard Test Conditions*) proporciona información acerca del desempeño de la CS en condiciones ideales de operación: *i.e.*, una masa de aire AM 1,5, temperatura de 25 °C e irradiancia solar de 1000 W/m<sup>2</sup>, lo que hace posible comparar con otras tecnologías disponibles en el mercado, además de conocer el rendimiento

y producción máxima de los MFV. La eficiencia típica de los MFV comerciales oscila entre 6% y 21% dependiendo del tipo de tecnología y condiciones climáticas, mientras que el resto de radiación solar que no se convierte a energía eléctrica, se convierte en calor, el cual es perjudicial para el desempeño del SFV. Debido a que en la práctica las CS y los MFV no funcionan bajo STC, es necesario realizar la prueba a la temperatura normal o nominal de operación de la celda (*NOCT: Normal Operating Cell Temperature*), la cual relaciona los parámetros eléctricos y térmicos en condiciones reales de operación al desempeño del SFV, típicamente bajo las condiciones: AM 1,5, 45 °C y 800 W/m<sup>2</sup>, lo que permite dimensionar adecuadamente los SFV y garantizar un óptimo funcionamiento. Las pérdidas de energía causadas por el incremento de temperatura por encima de los 25 °C de la CS, se cuantifica a través del coeficiente de temperatura y potencia (*TCP: Temperature Coefficient Power*). La importancia de este parámetro reside en las condiciones elevadas de calor, donde la eficiencia de conversión de un MFV puede perder hasta un 0,3% por cada 1 °C (*i.e.*, 0,3%/°C), en el caso particular de la tecnología de silicio cristalino (Hossain *et al.*, 2020). Otro de los factores que influyen es el sombreado total o parcial de los MFV o inclusive por el sombreado de una CS. Las celdas solares que son sombreadas pueden invertir el voltaje haciendo que éstas se comporten como cargas resistivas, generando el calentamiento de la CS y del MFV, este fenómeno se conoce como “punto caliente”, lo que conlleva a la pérdida de hasta el 60% de generación de energía (Quaschnig *et al.*, 1996), para solucionarlo, algunos fabricantes colocan diodos de paso (*bypass*) para aumentar la tolerancia al sombreado parcial: los denominados MFV tolerantes al sombreado, los cuales suelen ser más costosos.

### **Materiales y métodos**

Se realizó un estudio de la influencia de cuatro variables técnicas de módulos fotovoltaicos utilizados por los instaladores de SFV: i) eficiencia solar; ii) NOCT; iii) TCP, y iv) TS. Se utilizaron valores promedio de módulos fotovoltaicos (MFV) comerciales para evaluar la influencia de cada parámetro de manera independiente en la generación anual de energía del SFV. Primeramente, se debe geolocalizar el SFV bajo estudio. En la Figura 1 se presenta una vista isométrica del SFV que consta de 14 MFV interconectados en un arreglo 7S x 2P, se aprecia la superficie del edificio, el heliodón virtual y la rosa de los vientos o rosa náutica del programa Energy3D, que permite observar la orientación correcta del sistema, *i.e.*, el SFV está orientado al sur a la latitud del sitio: 18,442376°.

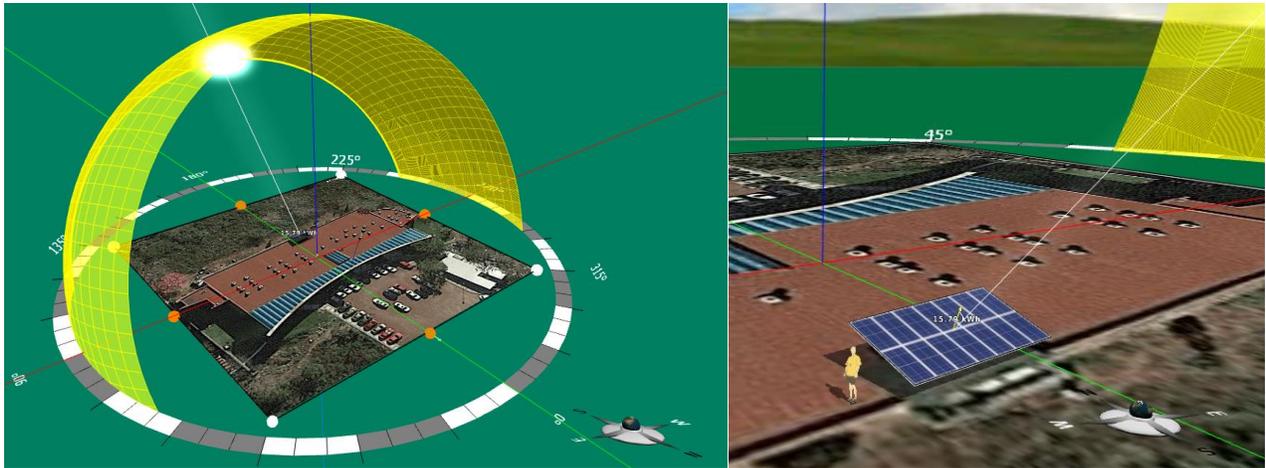


Figura 1 Vista isométrica del sistema fotovoltaico de 3,36 kW orientado al sur. Se observa el heliodón virtual correspondiente al 14 de diciembre (izquierda); detalle del sistema fotovoltaico (derecha).

Una vez colocado el SFV, se ajustan las propiedades técnicas de los MFV mostradas en la Figura 2. En este menú se puede elegir el modelo y tamaño de los MFV, tipo de tecnología, color, eficiencia solar, NOCT, TCP, TS, orientación y la eficiencia del inversor.

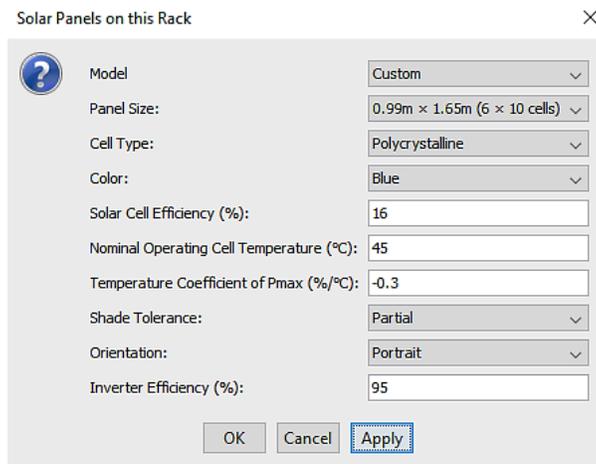


Figura 2. Ventana para ajustar las propiedades de los módulos fotovoltaicos. Para acceder a este menú, se presiona clic derecho sobre los MFV o SFV / *Select solar panels*.

Los detalles del análisis se presentan en la Tabla 1. Se evalúan tres casos de cada parámetro, basados en el intervalo de valores de la base de datos del programa HOMER Pro (HOMER, 2023), considerando el valor mínimo, máximo y promedio de los valores de MFV comerciales. Los tres análisis de cada parámetro, se realizan de manera independiente, considerando el valor promedio del resto de los parámetros. P.ej., para el análisis de la eficiencia solar, se considera un NOCT de 43 °C, un TCP de -0,380%/°C y una tolerancia parcial

a la sombra. En la evaluación del parámetro NOCT; se considera una eficiencia solar de 17,0%, un TCP de -0,380%/°C y tolerancia parcial al sombreado, y así consecuentemente.

Tabla 1. Valores de cada parámetro técnico seleccionado para el análisis.

$\eta$ (%) / Modelo	NOCT (°C) / Modelo	TCP (%/°C) / Modelo	TS / Modelo
14,4 / Kyocera KD 145 SX-UFU	25,0 / Peimar SG315M (BF)	-0,280 / CAT 115 W	Sin tolerancia / Peimar SG330P
17,0 / CanadianSolar CS6U-3301	43,0 / SunPower X21-335-BLK	-0,380 / LONGi Solar LR6-60PB	Tolerancia parcial / Mono PERC 5BB
21,0 / SunPower X21-335-BLK	47,5 / Sharp ND-250CS	-0,485 / Sharp ND-250QCS	Gran tolerancia / Thin Mint Optivolt

## Resultados

El programa Energy3D permite obtener información relevante de módulos y sistemas fotovoltaicos. Con el propósito de ilustrar una gráfica típica de generación de energía, es posible obtener la generación diaria de energía en corriente alterna usando los parámetros mostrados en la Tabla 1, ver Figura 3, así como la generación anual de energía en corriente alterna, ver Figura 4. Utilizando la funcionalidad del programa Energy3D, se realiza el análisis completo basado en la información mostrada en la Tabla 1, para comparar la generación anual de energía del SFV bajo diferentes condiciones considerando los parámetros técnicos mencionados anteriormente.

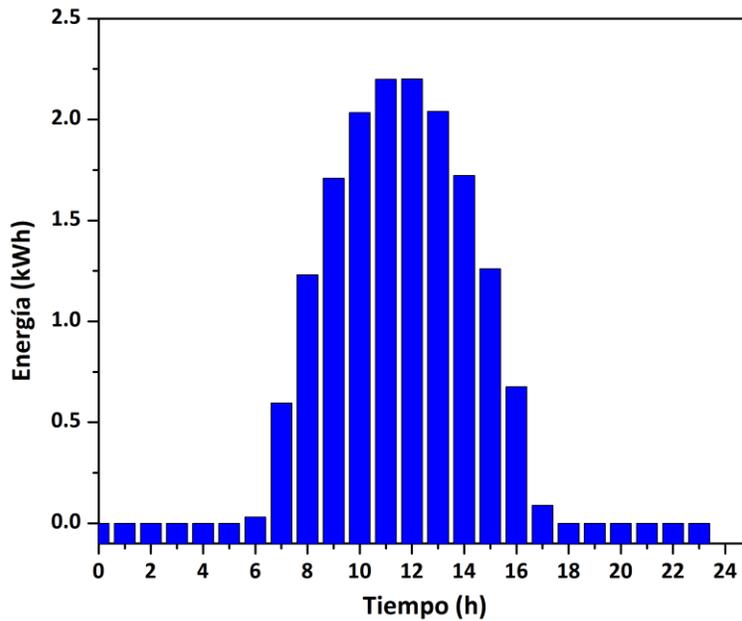


Figura 3 Gráfica estimada para el módulo CanadianSolar de la producción de energía en corriente alterna (15,79 kWh) del 14 de diciembre.

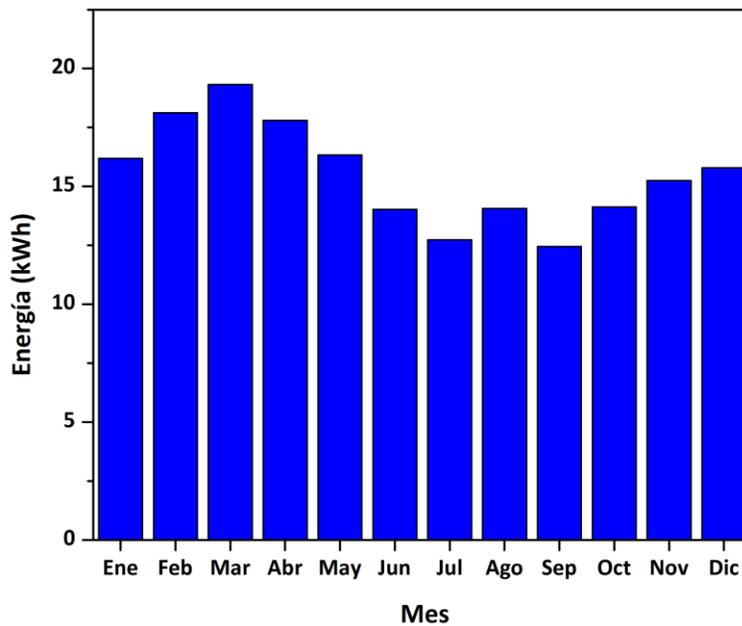


Figura 4 Gráfica estimada para el módulo CanadianSolar de la producción anual de energía en corriente alterna.

### **Análisis de la eficiencia solar y el parámetro NOCT**

En la Figura 5 se presenta la influencia de la eficiencia solar, así como el efecto del parámetro NOCT de los MFV comerciales en la generación anual de energía en corriente alterna. Se observa el efecto de la eficiencia

solar en la energía generada expresada como kilo-watt hora (kWh) de un año. Existe una diferencia promedio de 6,36 kWh/mes entre los MFV de menor y mayor eficiencia, resultado que contrasta con el efecto del parámetro NOCT, que en promedio exhibe una variación de solamente 0,66 kWh/mes si se comparan los valores extremos del parámetro NOCT (Ver Tabla 1).

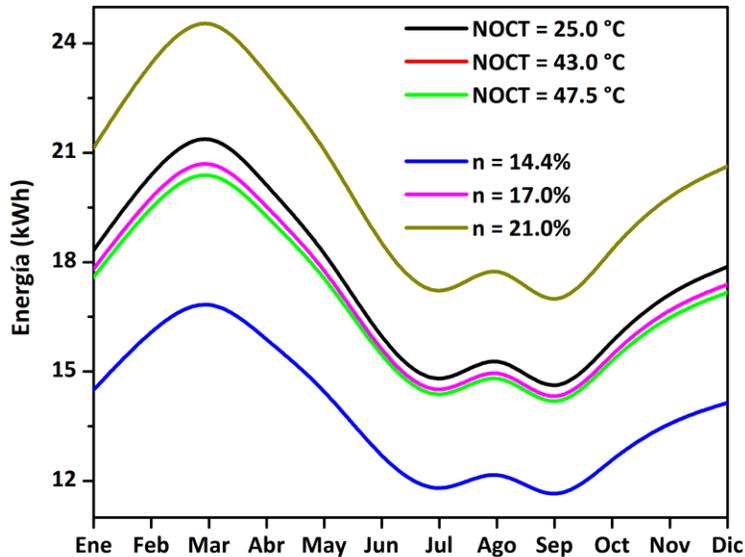


Figura 5. Influencia del parámetro NOCT y la eficiencia solar,  $\eta$ , en la producción anual de energía.

#### Análisis de la tolerancia a la sombra y del parámetro TCP

Para evaluar el efecto de sombra se agregó vegetación que proyecte sombra sobre la superficie del SFV, esto se aprecia en la Figura 6. Es notoria la influencia de la tolerancia a la sombra de distintas tecnologías en la generación promedio anual de energía eléctrica del SFV, la cual está en el orden de 3,17 kWh/mes, comparando MFV sin tolerancia y con gran tolerancia a los efectos de sombreado, debido a la presencia de vegetación o edificaciones cercanas al SFV, ver Figura 7. En cuanto a la influencia del coeficiente TCP, a partir de la Figura 7 se observa que no afecta de manera sustancial en la generación anual de energía, al presentar un promedio 0,45 kWh/mes comparando los valores extremos de los análisis presentados en la Tabla 1.

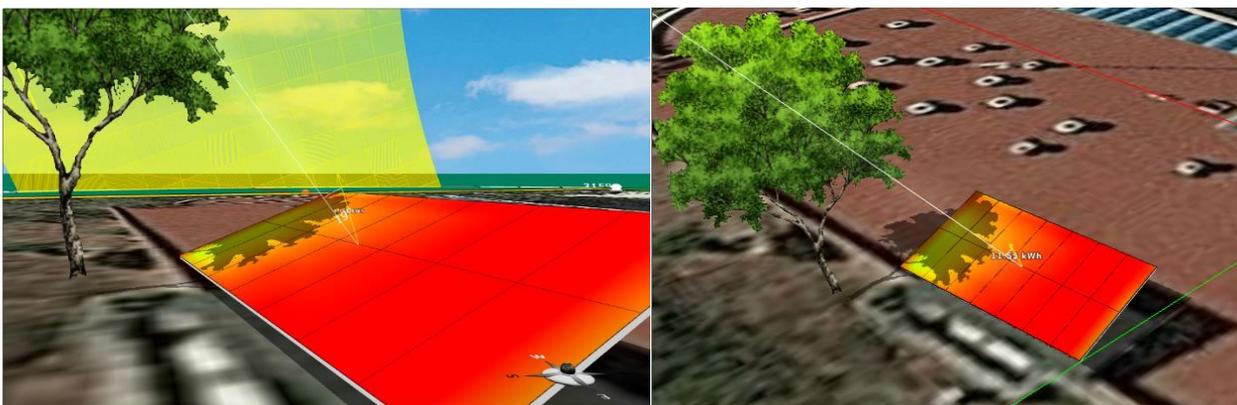


Figura 6 Simulación del efecto de sombreado provocado por la presencia de vegetación: vista isométrica (izquierda) y detalle que muestra el heliodón virtual y el efecto de sombra sobre el SFV (derecha).

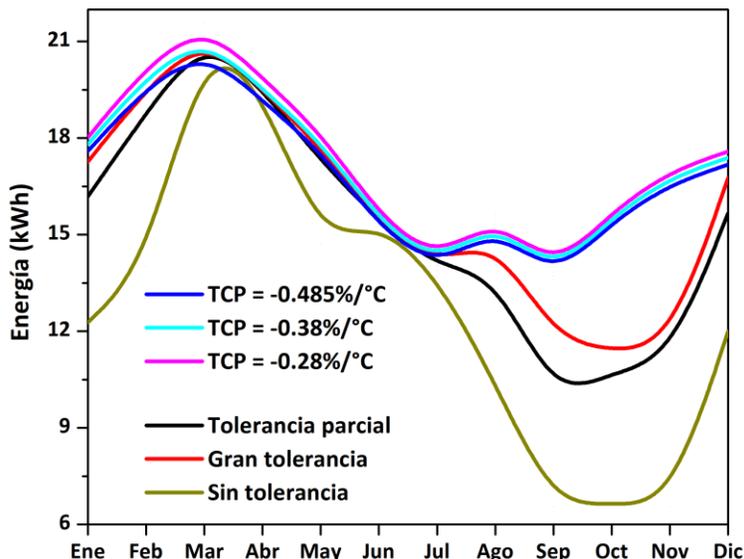


Figura 7 Influencia de los parámetros: TCP y tolerancia al sombreado en la producción anual de energía en corriente alterna.

### Discusión

En climas fríos, ciertos factores técnicos no son importantes, y en lugares soleados, la sombra no es un problema. La eficiencia de los módulos fotovoltaicos puede hacer una gran diferencia en cuánta energía producen cada mes. Otros factores técnicos tienen un efecto limitado. Algunos módulos fotovoltaicos pueden tolerar la sombra mejor que otros, lo que también puede afectar la producción de energía. Estos detalles son importantes para elegir la tecnología y modelo correctos, especialmente en lugares con espacio limitado o donde los edificios y árboles cercanos podrían causar sombra.

### Conclusiones

Se presenta una guía para la selección adecuada de módulos fotovoltaicos por parte de usuarios no expertos en el tema. En climas fríos, el coeficiente de temperatura de potencia no es un factor a considerar; mientras que, en lugares despejados, la tolerancia a la sombra no representa una desventaja. La eficiencia puede representar hasta una diferencia de generación promedio de energía mensual de 6,36 kWh/mes, comparando MFV con eficiencias de 14,4% y 21,0%. El efecto del parámetro NOCT, tiene un efecto limitado en la generación de energía, se observa una diferencia de tan solo 0,66 kWh/mes, si se comparan MFV con NOCT de 25 °C y 47,0 °C. De una manera similar, se observa un efecto del TCP sobre la producción mensual, presentando un promedio de 0,45 kWh/mes si se comparan MFV de TCPs de -0,485%/°C y -0,28%/°C. Finalmente, la tolerancia al sombreado que pueden presentar algunos modelos de MFV, exhiben una

diferencia en la producción promedio mensual de 3,17 kWh/mes cuando se comparan MFV comerciales sin tolerancia y de gran tolerancia al sombreado. Finalmente, la diferencia en la generación de energía anual considerando los cuatro parámetros analizados, i) eficiencia solar; ii) NOCT; iii) TCP y iv) tolerancia a la sombra, de: 76,33 kWh/año, 7,91 kWh/año, 5,34 kWh/año y 38,06 kWh/año, respectivamente. Esta información es de suma importancia para la correcta selección de MFV para aplicaciones domésticas, comerciales e industriales, principalmente en aquellos donde no se disponga de espacio suficiente para instalar el SFV, así como en zonas con edificaciones y vegetación aledañas al sitio de instalación, que puedan provocar un mal funcionamiento del sistema en el corto, mediano y largo plazo.

### **Agradecimientos**

Los autores agradecen a la UPEGro, por su apoyo en la gestión del equipamiento de la carrera de Ingeniería en energía.

### **Referencias**

- Concord Consortium. (2023). The Concord Consortium. <https://concord.org/>
- IEA (2022). Soiling Losses – Impact of the Performance of Photovoltaic Power Plant. International Energy Agency, Photovoltaic Power System Programme. ISBN 978-3-907281-09-3. <https://iea-pvps.org/key-topics/soiling-losses-impact-on-the-performance-of-photovoltaic-power-plants/>
- HOMER, Pro (2023). HOMER Pro - Microgrid Software for Designing Optimized Hybrid Microgrids. HOMER - Hybrid Renewable and Distributed Generation System Design Software. <https://www.homerenergy.com/products/pro/index.html>
- Hossain R. Ahmed A. J., Islam S. M., Saha N. Debnath P., Kouzani A. Z., Parvez Mahmud M. A. (2020). New Design of Solar Photovoltaic and Thermal Hybrid System for Performance Improvement of Solar Photovoltaic. International Journal of Photoenergy. 2020, 8825489-8825495. <https://doi.org/10.1155/2020/8825489>
- Quaschnig V. and Hanitsh R. (1996) Numerical simulation of current-voltage characteristics of photovoltaic systems with shaded solar cells. Solar Energy 56(6), 513-520. [https://doi.org/10.1016/0038-092X\(96\)00006-0](https://doi.org/10.1016/0038-092X(96)00006-0)
- Xie C., Schimpf C., Chao J., Nourian S., Massicotte J. (2018). Learning and Teaching Engineering Design through Modeling and Simulation on a CAD Platform, Comp. Appl. in Eng. 26(4), 824-840. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/cae.21920>
- Zhang, H., Yu, Z., Zhu, C., Yang, R., Yan, B., & Jiang, G. (2023). Green or not? Environmental challenges from photovoltaic technology. Environmental Pollution, 121066. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749123000684>

## 02.- La competitividad como diferencia estratégica en las Instituciones de Educación Superior

Selene Castañeda Burciaga

Orcid 0000-0002-2436-308X

Omar Alejandro Guirette Barbosa

Orcid 0000-0003-1336-9475

Leticia Isabel García Estrada

Orcid 0000-0002-1066-3807

Martha Angélica Ramírez Salazar

Orcid 0000-0001-6536-4161

Claudia Guadalupe Lara Torres

Orcid 0000-0001-5871-7854

Recibido: Julio, 11, 2024; Aceptado: Agosto, 07, 2024

### Resumen

Hoy en día, resulta imprescindible que las empresas y/o instituciones sean capaces de adaptarse a los cambios del entorno, de tal forma que puedan responder a las necesidades del consumidor de manera eficiente; por lo que, gran parte de su éxito se basará en la implementación de una ventaja competitiva, ya sea en costos o como una estrategia de diferenciación. Se establece como objetivo del presente documento, desarrollar una estrategia competitiva que permita consolidar la permanencia en el mercado de una institución educativa, mediante el diagnóstico de la situación actual y el entorno. Se plantea una investigación transversal y descriptiva no experimental. Los principales resultados muestran el uso de una estrategia de diferenciación amplia para la definición y consolidación de su ventaja competitiva.

Palabras claves: estrategia, diferenciación amplia, institución educativa.

### Abstract

Today, it is essential that companies are able to adapt to changes in the environment, in such a way that they can respond to consumer needs efficiently; therefore, much of the success is based on the implementation of a competitive advantage, either in costs or as a differentiation strategy. Thus, it establishes as the objective of this document, to develop a competitive strategy that allows to consolidate the permanence in the market of an educational institution, through the diagnosis of the current situation. A non-experimental cross-sectional and descriptive research is proposed. The main results show the use of a broad differentiation strategy to define its competitive advantage.

Keywords: broad differentiation, college, strategy.

### Introducción

En un contexto en constante cambio, con demandas fluctuantes y clientes cuyas necesidades se adaptan al mundo globalizado, es crucial que las organizaciones tengan alguna ventaja competitiva sobre sus rivales. Esto ha llevado a las empresas a buscar mejorar su productividad mediante procesos más eficientes y a integrar un factor de diferenciación en sus servicios o productos, lo cual es esencial para su éxito. Dado lo

anterior, es importante que la empresa o institución adopte una estrategia general que cree una posición estratégica única y valiosa. Esta posición competitiva debe diferenciarse claramente de las demás empresas del mismo sector (Porter, 2018). Cada empresa o institución tiene una estrategia competitiva destinada a asegurar su permanencia en el mercado, ya sea de manera explícita o implícita. Una estrategia competitiva proporciona métodos analíticos que ayudan a la organización a estudiar la industria en su conjunto, predecir su evolución futura y entender a sus competidores (Rothaermel, 2021). Además, la globalización de los servicios educativos y la creciente competencia en el sector privado han obligado a las instituciones de educación superior a fortalecer las relaciones con sus grupos de interés como clave para el éxito. Esto les permite ofrecer servicios de calidad que generan valor y consolidarse en el mercado, respondiendo de manera efectiva y rápida a las demandas de los consumidores (Knight, 2022). Es así que se establece como objetivo del presente documento, el desarrollar una estrategia competitiva que permita consolidar la permanencia en el mercado de una institución educativa, mediante el diagnóstico de la situación actual y el análisis del entorno, así como con la sostenibilidad de la ventaja competitiva brindando las herramientas para que lo anterior suceda.

### **Fundamentación teórica**

El concepto de gestión administrativa se refiere a un marco teórico o metodológico que establece cómo una organización planifica, organiza, dirige y controla sus recursos y actividades para lograr sus objetivos estratégicos. Este modelo proporciona una estructura para la toma de decisiones, la asignación de recursos, la evaluación del desempeño y la mejora continua de los procesos organizacionales (Merchant y Van der Stede, 2017). En resumen, un modelo de gestión administrativa es una guía conceptual que ayuda a la organización a alcanzar sus objetivos estratégicos, considerando aspectos como la formulación e implementación de la estrategia, la participación de los grupos de interés, la consideración del capital humano y la adaptabilidad al entorno. La evolución de la gestión ha llevado a las empresas e instituciones a entender que no es solo un asunto gerencial o de la alta administración, sino un proceso de negocio que impacta todas las prácticas de una organización. La integración de la estrategia con otras funciones empresariales es clave para desarrollar ventajas competitivas, lo que requiere una gestión orientada a generar valor y adoptar una posición transversal en la organización para transformar los procesos de negocio (Hitt et al. 2019). En el estudio de Bryson (2021), se observa cómo las empresas analizadas muestran una clara orientación hacia la planificación estratégica, definiendo estrategias de negocio que guían sus decisiones más importantes. Esta visión estratégica se refleja en la exposición explícita de la estrategia por parte de un número significativo de las empresas estudiadas, demostrando un enfoque proactivo en la gestión de la estrategia. Así, la integración coherente de planes, estrategias y políticas es fundamental para asegurar que las decisiones empresariales estén alineadas con los objetivos de negocio y la visión a largo plazo de la organización,

contribuyendo a potenciar la competitividad y la capacidad de innovación de las empresas (Ibid.). Thompson y Martin (2019) nos recuerdan que la gestión, al integrar planes, estrategias y políticas, permite a las organizaciones tomar decisiones estratégicas en un entorno globalizado, considerando factores como el mercado mundial, políticas gubernamentales, competencia y la necesidad de adaptación e innovación para alcanzar el éxito y la sostenibilidad. Subrayan que la gestión implica la adopción y ejecución de decisiones estratégicas sobre políticas, estrategias y acciones relacionadas con la creación, difusión y generación de una estrategia diferenciadora, esencial para el desarrollo y competitividad de las organizaciones a nivel nacional e internacional (Ibid.). Barney y Hesterly (2018) señalan que las empresas e instituciones utilizan sistemas de gestión, metodologías y/o herramientas para gestionar y respaldar tanto la estrategia interna como externa, así como para apoyar los procesos organizativos. La evolución de las necesidades de estas entidades ha impulsado cambios en los sistemas de gestión a lo largo del tiempo, adaptándolos para satisfacer nuevas demandas. En este sentido, los ecosistemas estratégicos de gestión representan una mejora con respecto a los sistemas tradicionales, ofreciendo una amplia gama de opciones para cubrir cualquier necesidad empresarial emergente. Se destaca entonces la importancia de la planificación estratégica como punto de partida fundamental en la construcción de modelos efectivos, enfatizando la definición clara de objetivos y la identificación de recursos como pilares para orientar la gestión de manera eficaz (David y David, 2018). Sin embargo, se subraya la evaluación continua del desempeño de los modelos de gestión administrativa como una práctica esencial para identificar áreas de mejora y optimización. La retroalimentación constante y el monitoreo continuo son cruciales para garantizar la eficacia y eficiencia de las organizaciones, permitiendo ajustes necesarios en respuesta a las demandas cambiantes del entorno (Amason y Ward, 2021). La planificación estratégica es esencial en la mejora de la gestión administrativa, ya que establece los objetivos a largo plazo de la organización y define las estrategias para alcanzarlos. Esta planificación proporciona una visión clara del rumbo que debe seguir la organización y ayuda a alinear los esfuerzos de todos los miembros hacia metas comunes.

### **Materiales y métodos**

Se plantea una investigación transversal y descriptiva no experimental; ya que no existe manipulación de variables, sino que, solo se observan los fenómenos tal y como se presentan; de igual forma, se recolectan los datos en un solo momento y tiempo único; además, se considera de carácter descriptivo, ya que busca especificar propiedades, características y rasgos importantes del fenómeno que se analiza; así mismo, se aborda desde un enfoque cualitativo (Sampieri 2018). El estudio se encuadró dentro de la investigación documental, ya que se estableció la comparativa y análisis de la información disponible para la determinación de estrategias competitivas (enmarcadas en el éxito de su planeación estratégica); de acuerdo a lo siguiente:

- a) Se llevó a cabo la investigación documental acerca de los clientes.
- b) Se identificaron los requerimientos de los clientes.
- c) Se llevó a cabo el análisis de grupo estratégico.
- d) Se determinaron las principales ventajas competitivas.
- e) Se realizó un análisis del entorno.
- f) Se definen estrategias competitivas.
- g) Se definen estrategias para la consolidación de la institución en el mercado.

### Descripción de la población de estudio

Se propone un estudio de caso, desarrollado en una Universidad Pública (Universidad de Estudio, UE), una institución de educación superior del sector público.

### Determinación de tipo de clientes

Para llevar a cabo una estrategia competitiva, es necesario identificar los clientes hacia los cuales está orientado el servicio de la universidad, lo cual puede ser revisado en la Tabla 1 (matriz de identificación).

Tabla 1 Descripción de tipo de clientes de la UE

CLIENTES				
TIPOS	Descripción			
<b>Estatus</b>	<b>Actuales:</b> Se refiere a los estudiantes que se encuentran inscritos en la UE	<b>Activos:</b> Estudiantes que realizan actualmente su proceso de inscripción a la UE	<b>Potenciales:</b> Estudiantes que aún se encuentran cursando el nivel medio superior.	<b>Probables:</b> Egresados de nivel medio superior, de cualquier generación o año de egreso.
<b>Frecuencia</b>	<b>Frecuentes:</b> Estudiantes recién egresados de nivel medio superior de instituciones de la región.	<b>Habituales:</b> Estudiantes egresados de los diversos planteles de los municipios colindantes	<b>Ocasionales:</b> Egresados del nivel medio superior de generaciones anteriores, que en su momento pausaron sus estudios.	

Fuente: elaboración propia

### Requerimientos de los clientes

De acuerdo a los datos de ingreso de los estudiantes, es posible identificar los requerimientos de los clientes de la **UE**, los cuales incluyen: carreras en corto tiempo, docentes con posgrado, cumplimiento de los programas académicos y exámenes de egreso.

### Análisis de grupo estratégico

Los principales competidores de la UE son las demás instituciones de educación superior de la región, considerando tanto las del sector público como privado; dentro de las primeras se encuentra la Universidad 1 (U1), el Instituto Tecnológico (IT1); mientras que, en sector privado destacan como competidores la Universidad 2 (U2), la Universidad 3 (U3) y la Universidad 4 (U4). De acuerdo a lo anterior, fue posible reconocer el status de la universidad respecto a sus competidores, así como el tipo de clientes a los cuales se dirigen sus servicios.

### Determinación de ventajas competitivas

La ventaja competitiva influye en el posicionamiento del servicio de la UE, ya que permite que la organización y el servicio educativo que ofrece, ocupe un lugar en la mente del cliente cuando se compara con el resto de las universidades (véase Tabla 2).

Tabla 2 Ventajas competitivas de la UE

VENTAJAS COMPETITIVAS UE		
CARACTERÍSTICA	UE	COMPETIDORES
<b>Duración de las carreras</b>	<b>Carreras en corto tiempo:</b> La UE, oferta carreras con duración de 3 años 4 meses.	Las carreras se cursan en modalidad semestral con duración de hasta 5 años.
<b>Perfil docente</b>	<b>Docentes con maestría y doctorado:</b> Los docentes de tiempo completo poseen grado mínimo de estudios de maestría; además el 80% tiene perfil PRODEP y el 12% pertenece al SNI.	El perfil de la plantilla docente posee estudios mínimos de licenciatura.
<b>Acreditaciones</b>	<b>100% de los Programas Educativos acreditados:</b> en la UE todos los programas están acreditados ante organismos externos COPAES.	Ninguna Institución de Educación Superior (IES) en el Estado, tiene el 100% de sus programas acreditados.
<b>Certificaciones</b>	<b>Certificación ISO 9001:2015:</b> La UE cuenta con la certificación de sus procesos, con lo que se garantiza que se imparte una educación de calidad.	Al menos el 50% de la IES de la región carece de certificaciones bajo la norma ISO.
<b>Requisitos de egreso</b>	<b>Evaluación con EGEL y TOEFL:</b> dentro de los requisitos de egreso se establece la presentación de los exámenes de EGEL y TOEFL, lo que garantiza la calidad de los egresados.	En algunas IES de la región, únicamente se pide el cumplimiento de los créditos del programa para la obtención del título universitario.
<b>Validez de estudios</b>	<b>Registro de Programas Educativos Federal</b> Valor del Título y Cédula Profesional al ser reconocido a nivel Federal	Registro de programa educativos municipal o estatal

<b>Vinculación con el sector empresarial</b>	<b>Comunión con el sector productivo</b>	En algunas IES no se cuenta con vinculación salvo para visitas escolares
	Para desarrollo de estadías Incubación de proyectos Generación de soluciones empresariales Los planes de estudio se generan en conjunto con el sector productivo	Los planes de estudio se generan por la misma IES

Fuente: elaboración propia

Es posible reconocer distintos tipos de ventajas competitivas, como la de liderazgo en los costos, la de diferenciación y la de enfoque (Porter, 2015); en el caso de la **UE**, la ventaja competitiva de mayor influencia es la de diferenciación en la duración de sus carreras, perfil docente, acreditaciones y certificaciones, ya que la institución busca ser única dentro del sector educativo de su entorno con la modalidad cuatrimestral y los altos estándares educativos que oferta.

### Análisis del entorno

Como parte del análisis específico del entorno de la organización, se reconocen como principales proveedores de la **UE** a las instituciones de Educación Media Superior (IEMS) de la región, tales como la IEMS1; IEMS2; Preparatoria Privada 1 y Preparatoria Privada 2. En este mismo sentido, los clientes hacia los cuales está orientado el servicio de la **UE**, son a los egresados de nivel medio superior, así como los estudiantes que actualmente se encuentran inscritos en la universidad. Por otra parte, respecto al análisis del entorno general de la organización y, para conocer la situación actual de la **UE** se realiza un análisis FODA, mismo que puede ser revisado en la Tabla 3.

Tabla 3 Análisis FODA de la UE

<b>FORTALEZAS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
Se encuentra definidas los indicadores institucionales, lo cual marca la línea de acción a seguir y la planeación estratégica.	La planeación estratégica está alineada con los objetivos estratégicos estatales y nacionales (ver Art 25 constitucional en el que es responsabilidad del estado las áreas estratégicas del País).
Existe una delimitación en la estructura organizacional adecuada.	Disponibilidad de recursos a través de programas externos con fuente de financiamiento federal.
El personal directivo posee las habilidades necesarias para el desempeño de sus funciones.	Incorporación de personal capacitado en las nuevas tecnologías y estilos de liderazgo actual. Lo anterior permitiría abrir programas de postgrado de calidad acorde al alto nivel del personal docente.
El Sistema de Gestión de la Calidad monitorea los procesos estratégicos y verifica su cumplimiento.	Sistema de Gestión de la Calidad certificado bajo la Norma ISO 9001.
<b>DEBILIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>

Variación en el presupuesto para la continuidad de los planes desarrollados.	Variación de las necesidades de la demanda.
Problemas internos de comunicación, rotación de personal y falta de recursos.	Disminución de presupuesto a la Educación Superior.
Se requiere capacitación en cuestiones de liderazgo y manejo de equipos de trabajo.	La asignación de personal directivo ocurre mediante nombramientos derivados de los cambios administrativos a nivel gubernamental.
Medición incorrecta o no oportuna de los procesos estratégicos, además del desinterés de los dueños de procesos.	Recorte de presupuesto

Fuente: elaboración propia

Así mismo, se plantea el análisis de la situación del entorno de la **UE**, mediante la Matriz de Porter, destacando la amenaza de entrada de nuevos competidores, la posición de fuerza de proveedores, la posición de fuerza de clientes y la amenaza de llegada de nuevos productos sustitutivos; con lo que se puede deducir que, la **UE** está en un mercado de competitividad relativamente alta, pero con algunas modificaciones en el producto y la política comercial de la institución se puede encontrar un nicho de mercado, ya que se aprecia un crecimiento lento y generalizado en todo el sector educativo.

## Resultados

De acuerdo con el objetivo del presente documento, el cual consiste en desarrollar una estrategia competitiva que permita consolidar la permanencia en el mercado, se obtuvieron los siguientes resultados.

### Determinación de estrategias competitivas

En la UE se aprecia que, sus principales ventajas se refieren a aspectos que le permite diferenciarse respecto a sus competidores, por lo que, se define como estrategia genérica competitiva la de diferenciación amplia. Las estrategias de diferenciación son atractivas cuando las necesidades y preferencias de los compradores son muy diversas para un producto estandarizado, en este caso hablamos de la educación superior y de la diversidad de opciones tanto en instituciones como en empresas. Ahora bien, de acuerdo con las ventajas competitivas identificadas, es menester considerar dentro de la estrategia competitiva, aspectos que permitan fortalecer la relación con el cliente y mantener dichas ventajas a través del tiempo, es así que, se logran identificar distintas estrategias competitivas para la UE (véase Tabla 4).

Tabla 4 Estrategias competitivas de la UE

ESTRATEGIAS COMPETITIVAS UE	
VENTAJA COMPETITIVA	ESTRATEGIA
<b>Carreras en corto tiempo</b>	Conservar el modelo actual de duración de las carreras
<b>Docentes con maestría y doctorado</b>	Realizar el reclutamiento del personal por convocatoria, cuyos requisitos establezcan el perfil idóneo y el nivel mínimo de estudios requerido.

<b>100% de los Programas Educativos acreditados</b>	Atender de manera oportuna las observaciones de las casas acreditadoras, así como el seguimiento anual de revisión.
<b>Certificación ISO 9001:2015</b>	Revisar los procesos que integran el Sistema de Gestión de Calidad mediante las reuniones de revisión por la dirección de forma mensual, además de realizar auditorías internas semestralmente, atendiendo de manera oportuna las observaciones de la casa certificadora.
<b>Educación con EGEL y TOEFL</b>	Implementación de diversas estrategias que permitan al alumno acreditar las evaluaciones, lo anterior, mediante cursos de formación continúa durante el desarrollo de su carrera.

Fuente: elaboración propia

### **Determinación de estrategias para la consolidación de la institución en el mercado**

Además de las acciones estratégicas, existen otro conjunto de decisiones administrativas que impactan la fortaleza de la posición en el mercado de una empresa, las cuales hacen referencia al campo de acción de las operaciones de la organización, considerando la amplitud de sus actividades y el grado de alcance de su mercado (Thompson, 2017). En la amplitud de sus actividades destaca el alcance de la empresa, es decir, la variedad de actividades que la empresa lleva a cabo de manera interna; por lo que, según la información derivada del análisis FODA, en el cual se consideran aspectos internos y externos de la **UE**, se desarrollaron estrategias para maximizar tanto las fortalezas como las oportunidades, las estrategias para minimizar las debilidades y maximizar las oportunidades, las estrategias para maximizar las fortalezas y minimizar las amenazas, así como las estrategias para minimizar tanto las amenazas como las debilidades. De acuerdo con lo anterior, retomando el fortalecimiento de la posición de mercado de la **UE** mediante el alcance de sus operaciones, se puede extraer dentro del alcance horizontal, el cual se entiende como la variedad de segmentos de productos y servicios que oferta una organización, **la estrategia de diversificar la oferta educativa de la institución, tanto a nivel superior como de posgrado**; del mismo modo, se establece dentro del alcance vertical, es decir, al grado en que las actividades internas impactan en la cadena de valor, **la estrategia de elaboración de un sistema de información integral para monitorear los procesos**, que permitan lograr un trabajo eficiente y la reducción de costos adicionales.

### **Discusión**

El presente trabajo permitió identificar las ventajas competitivas para el posterior establecimiento de estrategias competitivas; con lo que, es posible afirmar que la ventaja competitiva adecuada y el diseño de estrategias competitivas, permiten un posicionamiento en el mercado. Así mismo, es preciso señalar que, dicha estrategia debe ser sostenible, por lo que deberá basarse en un verdadero punto fuerte de la empresa y difícil de imitar. De manera específica, la importancia de llevar a cabo estrategias de consolidación en el mercado dentro la **UE**, radica en la posibilidad de realizar acciones pertinentes que permitan lograr una mayor

captación de alumnos; ya que, a pesar de ser una institución pública sin fines de lucro, cuya fuente de financiamiento está a cargo tanto de recursos estatales y federales, los ingresos propios que se generan mediante la prestación del servicio, son necesarios para el pago de la operación de la institución. Es así que, para establecer estrategias adecuadas y que den una ventaja competitiva a la organización, se requiere que ésta sea sostenible en el tiempo y que pueda ser defendible frente a los competidores, por lo que, la **UE** debe implementar estrategias innovadoras, apoyada en una adecuada investigación de mercados y con un análisis específico de la posición de la organización; de acuerdo con lo anterior, se propone el incremento de la oferta educativa basada en un adecuado estudio de pertinencia, siempre y cuando dicha oferta difiera a la de sus competidores directos. De manera general, se aprecia que, para lograr la permanencia de la UE en el mercado, se deben considerar distintos factores que integren una visión holística de la posición de la institución.

### **Conclusiones**

Sin duda, resulta muy importante que la organización identifique y aplique estrategias para el desarrollo de ventajas competitivas en sus actividades, esto se debe entender como un proceso permanente, ya que, lo que diferencia a una organización de otra en un tiempo específico, posteriormente podrá ser imitado por la competencia; por lo que, debe existir una búsqueda constante de oportunidades y mejoras dentro de la organización, es decir, concibiéndolo como una labor inacabada o iterativa. De acuerdo con lo anterior, la manera en que la **UE** crea valor ante sus clientes y establece una ventaja competitiva, es a través de la oferta de carreras en corto tiempo bajo la modalidad cuatrimestral, así como tener el 100% de sus carreras acreditadas y contar con personal docente de tiempo completo con grado mínimo de maestría, con reconocimiento de perfil PRODEP y SNI; del mismo modo, resalta como ventaja competitiva el aseguramiento de la calidad educativa mediante la certificación ISO 9001 y el examen de egreso EGEL y TOEFL. Ahora bien, para establecer estrategias adecuadas y que den una ventaja competitiva a la organización, se requiere que dicha estrategia sea sostenible en el tiempo y que pueda ser defendible frente a los competidores; es decir, una ventaja que puede ser imitada con facilidad no resulta de gran utilidad, por lo tanto, la **UE** debe implementar estrategias innovadoras, ya sea con nuevos productos/servicios en este caso nuevas carreras que le den al aspirante algo difícil de conseguir en las demás instituciones de educación superior. La administración de la UE podría estar cometiendo un **error significativo** al no considerar la estrategia de diferenciación en su que hacer diario. Finalmente, es necesario que la **UE** lleve a cabo un análisis permanente sobre las estrategias que desea implementar, ya que éstas tienen un determinado ciclo de vida, además, el entorno está en continuo cambio y por ende las necesidades del cliente también. Cabe mencionar que, el desarrollo de cualquier empresa/institución se manifiesta desde la influencia de la sociedad en ella y, a su vez, desde el impacto de la organización en la sociedad; es decir, se debe visualizar a la empresa desde un

enfoque integral, no sólo como un ente asilado, de tal manera que se logre una sinergia entre la organización y su entorno.

## **Bibliografía**

Allen Amason y Andrew Ward (2021). *Strategic Management: From Theory to Practice (English Edition)*. Pearson.

Barney, J. B., & Hesterly, W. S. (2018). *Strategic Management and Competitive Advantage: Concepts*. Pearson Education, 6th Edition.

Bryson, J. M. (2021). *Strategic Planning for Public and Nonprofit Organizations: A Guide to Strengthening and Sustaining Organizational Achievement*. John Wiley & Sons, 6th edition.

David, Fred. R., y David, Forest. R. (2018). *Strategic Management: Concepts and Cases*. Pearson Education. 16 th Edition.

Hitt, M. A., Ireland, R. D., y Hoskisson, R. E. (2019). *Strategic Management: Concepts and Cases: Competitiveness and Globalization*. Cengage Learning. 13th Edition.

Knight, J. (2022). *The Changing World of International Higher Education, Research and Innovation*. In *Knowledge Diplomacy in International Relations and Higher Education* (pp. 39-50). Cham: Springer International Publishing.

Merchant, K. A., & Van der Stede, W. A. (2017). *Management Control Systems: Performance Measurement, Evaluation and Incentives*. Pearson, 4th Edition.

Porter, M. E. (2018). *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. simon and schuster.

Porter, Michael. (2015). *Estrategia Competitiva: Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia*. México: Grupo Editorial Patria

Rothaermel, F. T. (2021). *Strategic Management: Concepts and Cases*. McGraw-Hill Education (5th Edition).

Sampieri, R. H. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill México.

Thompson, J., & Martin, F. (2019). *Strategic Management: Awareness and Change*. Cengage Learning.

Thompson, A. A. (2017). *Administración estratégica: teoría y casos*. Mc Graw Hill

### **03.- Aceptación y actitudes hacia la inteligencia artificial emotiva en la Universidad Tecnológica de Costa Grande de Guerrero**

Eduardo Hernández Deloya  
ORCID: 0009-0006-4426-5547

Enrique Lobato Pérez  
ORCID: 0009-0007-2971-6351

Ricardo Ulises Pino Orozco  
ORCID: 0009-0001-2751-5958

Víctor Orión Quintana Moreno  
ORCID: 0009-0003-2077-8143

Recibido: octubre, 15, 2023; Aceptado: Junio, 20, 2024

#### **Resumen**

Planteamiento: La investigación se centra en explorar la aceptación y actitudes hacia la inteligencia artificial emotiva en terapias psicológicas y entornos educativos en la Universidad Tecnológica de Costa Grande de Guerrero. Se considera cómo esta tecnología emergente puede influir en el apoyo emocional y el bienestar de la comunidad universitaria. Objetivos: El objetivo principal es determinar la percepción de la comunidad universitaria sobre la inteligencia artificial emotiva y evaluar su impacto potencial en el bienestar emocional. Se pretende entender cómo esta tecnología puede ser integrada en el entorno educativo para mejorar la salud emocional y académica. Métodos: Se utilizó una encuesta para evaluar varios aspectos, incluyendo la confianza en la inteligencia artificial emotiva, su impacto en el bienestar emocional de los estudiantes, su influencia en el rendimiento académico y la disposición a participar en terapias que utilicen esta tecnología. La encuesta se distribuyó a una muestra representativa de alumnos y se complementó con sesiones informativas y simulaciones de uso de la aplicación. Los datos cuantitativos se analizaron mediante estadísticas descriptivas y los datos cualitativos se sometieron a un análisis temático. Resultados: Los resultados indican una aceptación moderada de la inteligencia artificial emotiva. La mayoría de los encuestados cree en su utilidad, especialmente en la mejora del bienestar emocional y el rendimiento académico. Sin embargo, también se observó cautela y la necesidad de abordar inquietudes sobre la privacidad y la confiabilidad de la IA en contextos emocionales y terapéuticos.

Palabras Clave: IA emotiva, bienestar emocional, rendimiento académico, aceptación, terapias.

#### **Abstract**

Problem Statement: The research focuses on exploring the acceptance and attitudes towards emotive artificial intelligence in psychological therapies and educational settings at the Technological University of Costa Grande of Guerrero. It considers how this emerging technology can influence the emotional support and well-being of the university community. Objectives: The main objective is to determine the perception of the university's community about emotive artificial intelligence and assess its potential impact on students'

emotional well-being and academic performance. It aims to understand how this technology can be integrated into the educational environment to enhance emotional and academic health.

**Methods:** A survey was used to evaluate various aspects, including trust in emotive artificial intelligence, its impact on students' emotional well-being, its influence on academic performance, and the willingness to participate in therapies using this technology. The survey was distributed to a representative sample of students and complemented with informational sessions and usage simulations of the application. Quantitative data were analyzed using descriptive statistics, and qualitative data were subjected to thematic analysis. **Results:** The results indicate a moderate acceptance of emotive artificial intelligence. Most respondents believe in its usefulness, especially in improving emotional well-being and academic performance. However, caution was also observed, and the need to address concerns about privacy and the reliability of AI in emotional and therapeutic contexts was noted.

**Keywords:** Emotive AI, emotional well-being, academic performance, acceptance, therapies.

## **Introducción**

En la era digital y tecnológica en la que vivimos, las instituciones educativas han estado buscando formas innovadoras de abordar los desafíos relacionados con el bienestar emocional y la salud mental de sus alumnos y personal docente. Un ejemplo destacado de esta transformación se encuentra en la Universidad Tecnológica de la Costa Grande de Guerrero, que ha decidido abrazar la Inteligencia Artificial Emotiva como una herramienta esencial para mejorar la atención y el apoyo a las emociones de la comunidad universitaria. Esta iniciativa no solo representa un avance tecnológico significativo, sino que también refleja un compromiso profundo con el bienestar integral de todos los involucrados en la institución educativa. En este artículo, exploraremos cómo la implementación de la inteligencia artificial emotiva podría transformar la forma en que se abordan las emociones y la salud mental en la universidad, beneficiando tanto a los alumnos como al personal docente. El objetivo de este trabajo es analizar y comprender cómo la implementación de la inteligencia artificial emotiva en la Universidad Tecnológica de la Costa Grande de Guerrero a través de una aplicación contribuirá a mejorar el bienestar emocional y la salud mental de sus alumnos y personal -docente, destacando los beneficios y las implicaciones de esta innovación tecnológica en la comunidad universitaria. La mejora de la implementación de la inteligencia artificial emotiva en entornos educativos y en otros contextos puede ser crucial para maximizar su eficacia y utilidad. A continuación, algunas estrategias para mejorar la implementación de la inteligencia artificial emotiva:

**Recopilación de datos precisa y ética:** Asegurarse de que la recopilación de datos se realice de manera precisa y ética es fundamental.

**Personalización:** Adaptar las respuestas y las intervenciones emocionales a las necesidades individuales.

Transparencia: Asegurarse de que las decisiones tomadas por la IA emotiva sean transparentes y explicables.

Evaluación continua y retroalimentación: La retroalimentación de los usuarios y la evaluación constante son fundamentales.

Capacitación y educación: Proporcionar capacitación tanto a los usuarios como a los profesionales que trabajan con la IA emotiva.

La mejora en la implementación de la inteligencia artificial emotiva implica una combinación de mejoras técnicas, éticas y de diseño, así como la colaboración interdisciplinaria y una comprensión sólida de las necesidades y expectativas de los usuarios. La continua supervisión, evaluación y adaptación son esenciales para lograr un uso efectivo y ético de esta tecnología.

### **Fundamentación Teórica**

En este caso, la investigación se centra en la futura implementación de la inteligencia artificial emotiva en la Universidad Tecnológica de la Costa Grande de Guerrero para mejorar el bienestar emocional de alumnos y personal docente. A continuación, se proporciona una fundamentación teórica que define y aclara los conceptos clave relacionados con la Inteligencia Artificial Emotiva y Teachable Machine que funciona como modelo de aprendizaje: Inteligencia Artificial Emocional (IAE): Es una herramienta que permite una interacción mucho más natural entre humanos y máquinas. Si bien los humanos tienen ventaja en la lectura de emociones, las máquinas están ganando terreno utilizando sus propias fortalezas. (Casarín, 2022) Salud emocional: el colegio Copan menciona que la salud emocional abarca aspectos como la autoestima, la gestión de emociones, la empatía y la capacidad de establecer relaciones saludables. Estos elementos no solo afectan el presente, sino que también moldean el futuro, además de que incide directamente en su éxito académico y en la calidad de sus interacciones sociales. (Copan Education, s/f) Bienestar Emocional: Según la comunidad Madrid (Madrid, 2023) menciona que el bienestar emocional es una de las bases para lograr una vida sana, feliz y plena. Cuando hablamos de bienestar emocional nos referimos al estado de ánimo en el cual nos sentimos bien, tranquilos, percibimos que dominamos nuestras emociones y somos capaces de hacer frente a las presiones del día a día. Teachable Machine: Es una herramienta de IA desarrollada por Google y basada en la web que hace que la creación de modelos de aprendizaje automático sea rápida, fácil y accesible para todos. Con esta herramienta podrás preparar a un ordenador para que reconozca imágenes, sonidos y posturas. Es una forma rápida y sencilla de crear modelos de aprendizaje automático para incorporarlas en sitios web o aplicaciones. (Profesorado, 2023) Educación superior: La educación superior permite a los individuos expandir sus conocimientos y habilidades, expresar de forma clara sus pensamientos tanto de forma oral como de escrita, entender y dominar conceptos y teorías abstractas, e incrementar su comprensión acerca de sus comunidades y del mundo. (Unidas, 2023) Inteligencia Artificial: La inteligencia

artificial (IA) es un conjunto de tecnologías que permiten que las computadoras realicen una variedad de funciones avanzadas, incluida la capacidad de ver, comprender y traducir lenguaje hablado y escrito, analizar datos, hacer recomendaciones y mucho más. (Cloud, 2023)

## **Materiales y Métodos**

Se implementó una encuesta única con el objetivo de evaluar la percepción de los alumnos de la Universidad Tecnológica de la Costa Grande de Guerrero sobre la implementación de la inteligencia artificial emotiva. A continuación, se detallan las preguntas específicas que conformaron el diseño de la encuesta:

Diseño de la Encuesta:

### **Género:**

- Femenino
- Masculino
- No binario
- Otro: [Especificar]

### **Edad:**

- 18- 24 años
- 25 - 34 años
- 35 - 44 años
- 45 - 54 años
- 55 años a más

Programa Educativo (Carrera) o Grado Máximo de Estudios:

[Espacio para ingresar respuesta abierta]

¿Has participado alguna vez en una terapia psicológica?:

- Sí • No

En caso afirmativo, ¿Alguna vez has participado en una terapia que involucre tecnología o Inteligencia Artificial Emotiva?:

- Sí • No

¿Crees que la Inteligencia Artificial Emotiva puede ayudar a entender y abordar mejor las emociones en un entorno terapéutico?:

- Sí, definitivamente
- Sí, en cierta medida
- No estoy seguro/a

- No creo que sea útil
- No, en absoluto

En una escala del 1 al 10, ¿Cuánto estarías dispuesto/a confiar en un sistema de Inteligencia Artificial para tratar tus problemas emocionales, siendo 1 "nada dispuesto/a" y 10 "totalmente dispuesto/a"?:

- 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6 • 7 • 8 • 9 • 10

¿Crees que la implementación de la Inteligencia Artificial Emotiva en entornos educativos puede mejorar el bienestar emocional de los estudiantes?:

- Sí, definitivamente
- Sí, en cierta medida
- No estoy seguro/a

- No creo que sea útil
- No, en absoluto

¿Crees que la mejora del bienestar emocional de los estudiantes a través de la Inteligencia Artificial Emotiva podría tener un impacto positivo en su rendimiento académico?:

- Sí, definitivamente
- Sí, en cierta medida
- No estoy seguro/a

- No creo que sea útil
- No, en absoluto

¿Tienes alguna sugerencia o comentario adicional sobre cómo la Inteligencia Artificial Emotiva podría ser implementada de manera efectiva en terapias psicológicas para estudiantes de los niveles superior, medio superior o secundaria?: [Espacio para respuesta abierta]

¿Estarías dispuesto/a a participar en futuras terapias que involucren Inteligencia Artificial Emotiva?:

●Sí ●No ●No estoy seguro/a

¿Qué opinas sobre la idea de una aplicación diseñada para ayudarte a mejorar tu bienestar emocional y rendimiento en el salón?: [Espacio para respuesta abierta]

## 6.1 Metodología

### Distribución de Encuesta Inicial

La encuesta se distribuyó a una muestra representativa de alumnos de la universidad.

### Sesiones Informativas

Posteriormente, se organizaron sesiones informativas para proporcionar detalles sobre la implementación de la inteligencia artificial emotiva.

### Simulación de Uso de la Aplicación

Después de las sesiones informativas, se llevó a cabo una simulación del uso de la aplicación para que los participantes experimentaran directamente la interfaz y las funcionalidades.

### Análisis de Datos

Los datos cuantitativos fueron analizados mediante estadísticas descriptivas para evaluar las respuestas a las preguntas cerradas.

Los datos cualitativos de la sección de expectativas y preocupaciones se sometieron a un análisis temático para identificar patrones de percepción.

### Consideraciones Éticas

Se garantizó la confidencialidad de los participantes mediante el consentimiento informado y se siguieron pautas éticas para el manejo de datos personales y la protección de la privacidad.

## Resultados

Estos resultados ofrecen una visión general de las opiniones y actitudes de los encuestados hacia la implementación de la inteligencia artificial emotiva en terapias psicológicas y entornos educativos. Los datos indican una aceptación moderada de esta tecnología en ambas áreas, con una mayoría que cree en su utilidad en la mejora del bienestar emocional. Sin embargo, también se observa cierta cautela y la necesidad de abordar inquietudes sobre la privacidad y la confiabilidad de la IA en contextos emocionales y Terapéuticos, como se aprecia en la imagen 1 y 2.

Programa Educativo (Carrera) o grado máximo de estudios

10 respuestas

- Ing en Desarrollo y Gestión de Software
- Tecnologías de la Información
- Teu.TICS
- IDGS 7-1
- Desarrollo y Gestión de Software
- Logística Internacional
- Ingeniería en Gestión y Desarrollo de Software
- Ing. Desarrollo y Gestion de Software
- Ingeniería
- Mtro. En seguridad informática

Imagen 1. Indica el programa educativo o grado máximo de estudios.

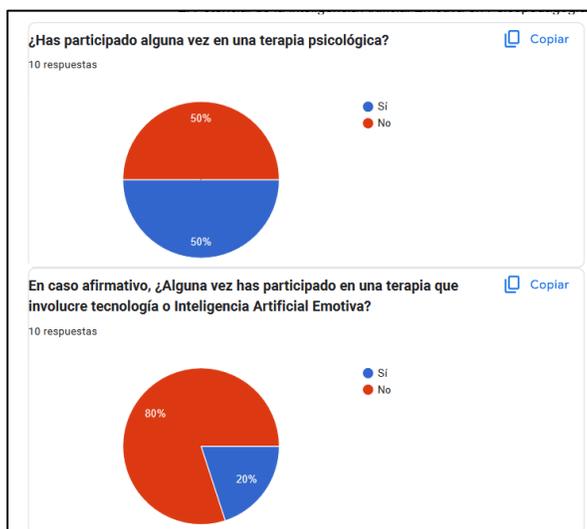
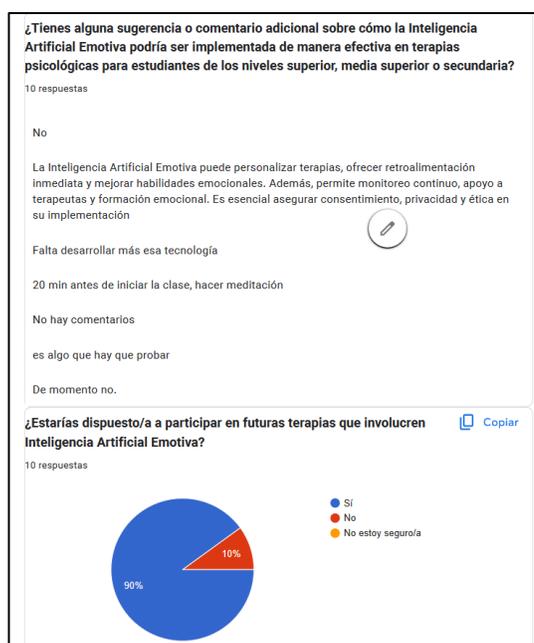
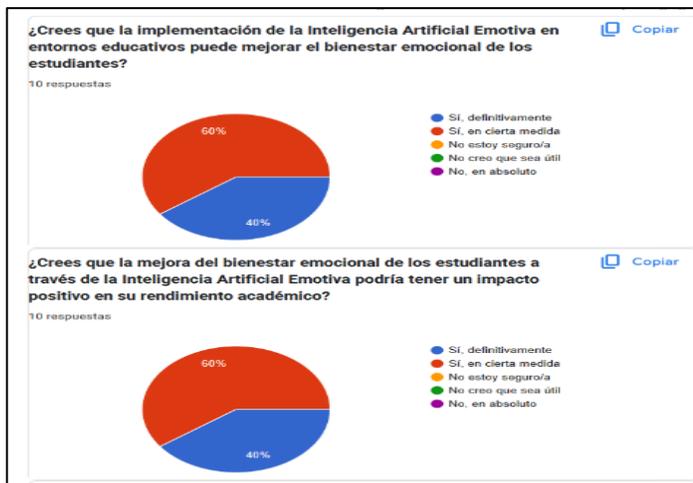
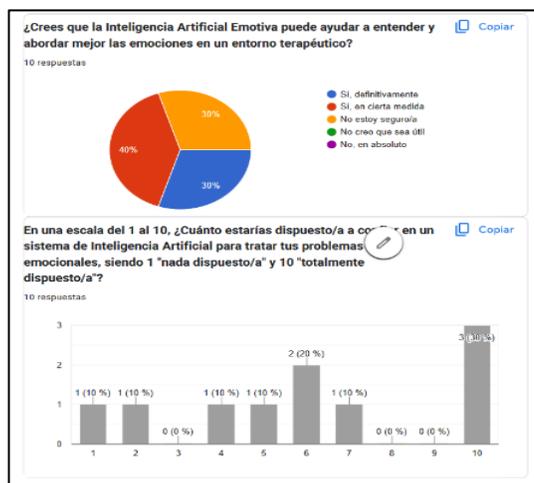


Imagen 2. Disposición para participar con la IA.



¿Qué opinas sobre la idea de una aplicación diseñada para ayudarte a mejorar tu bienestar emocional y rendimiento en el salón? Copiar

10 respuestas

Me parece una idea sensacional.

Es buena idea, pero si interactuar con personas de verdad y no con Inteligencia Artificial (al menos por ahora).

Muy buena

Me parece muy innovador

Si se implementa de buena manera, sería una idea innovadora y benéfica para la comunidad estudiantil.

Estaría muy bien

Llevándolo de una buena manera puede afectar de manera muy positiva

Puede que se ha buena idea

pues bien

La idea es buena sin embargo es necesario madurez en el sistema para que termine de ser una idea que tenga un impacto competitivo.

Imagen 5. Resultados que muestra que la IA puede ayudar abordar mejor las emociones.

Imagen 6. Opinión acerca de la aplicación de la IA.

## Discusión

Los resultados de la encuesta proporcionan una visión valiosa de las actitudes y opiniones de los encuestados en relación con la implementación de la inteligencia artificial emotiva en terapias psicológicas y entornos educativos. La discusión de estos resultados se basa en investigaciones previas y en el contexto actual de la tecnología educativa y la salud emocional. Aceptación de la Inteligencia Artificial Emotiva: El hecho de que aproximadamente el 80% de los encuestados crean "definitivamente" en la utilidad de la inteligencia artificial en terapias psicológicas sugiere un grado significativo de aceptación de esta tecnología. Nivel de Confianza en la IA Emotiva: La escala del 1 al 10 sobre el nivel de confianza en un sistema de IA para tratar problemas emocionales muestra una distribución equitativa de respuestas. Esto refleja la variedad

de actitudes hacia la tecnología, desde aquellos que son muy cautelosos hasta los que tienen una gran confianza en su eficacia. Impacto en el Bienestar Emocional de Estudiantes: La mayoría de los encuestados cree que la implementación de la inteligencia artificial emotiva en entornos educativos puede mejorar el bienestar emocional de los estudiantes. Impacto en el Rendimiento Académico: Los resultados también indican que la mayoría de los encuestados cree que una mejora del bienestar emocional de los estudiantes a través de la IA emocional podría tener un impacto positivo en su rendimiento académico. Participación en Terapias con IA Emocional: La disposición a participar en futuras terapias que involucren inteligencia artificial emocional es mixta, con un porcentaje igualmente dividido entre sí, no y no estoy seguro/a. Esto sugiere que, a pesar de la creencia en la utilidad de la IA emocional, algunos individuos pueden tener reservas sobre su participación en terapias que involucren esta tecnología. Sugerencias y Comentarios Adicionales: Las respuestas abiertas proporcionadas por los encuestados sugieren que existe una variedad de perspectivas y enfoques para la implementación efectiva de la inteligencia artificial emotiva en terapias. Aplicación para Mejorar el Bienestar Emocional: Los comentarios sobre la idea de una aplicación diseñada para mejorar el bienestar emocional reflejan la necesidad de abordar aspectos como la usabilidad, la personalización y la eficacia de dichas aplicaciones. Los resultados de esta encuesta indican que existe un interés y una aceptación de la inteligencia artificial emotiva en terapias psicológicas y entornos educativos.

### **Conclusión**

En el marco de nuestro estudio sobre la implementación de la inteligencia artificial emotiva en terapias psicológicas, se han obtenido valiosas perspectivas y opiniones por parte de los participantes. El propósito de esta investigación fue explorar la aceptación y las actitudes hacia la inteligencia artificial emotiva, así como su posible impacto en el bienestar emocional. Los resultados proporcionan una visión clara de la percepción de la comunidad en torno a esta tecnología emergente. En primer lugar, los datos revelan una moderada aceptación de la inteligencia artificial emotiva en terapias. Aproximadamente el 80% de los encuestados expresaron una creencia "definitiva" en su utilidad, lo que indica una predisposición positiva hacia la incorporación de la tecnología en estos contextos. Sin embargo, es importante destacar que hubo un espectro amplio de respuestas en cuanto al nivel de confianza en los sistemas de IA emotiva, desde la cautela hasta la confianza absoluta. Los resultados respaldan la creencia generalizada de que la IA emotiva puede desempeñar un papel fundamental en la mejora del bienestar emocional de los estudiantes. La contribución más importante de esta investigación radica en proporcionar información sobre la percepción de la comunidad en torno a la IA emotiva en contextos terapéuticos. Los hallazgos pueden ser valiosos para los profesionales de la salud emocional y educadores que buscan implementar esta tecnología y abordar las necesidades emocionales. Como futuras líneas de investigación, se podrían llevar a cabo estudios más específicos que exploren en mayor profundidad los factores que influyen en la aceptación de la IA emotiva, así como

investigar las preocupaciones sobre privacidad y ética en mayor detalle. También sería relevante realizar investigaciones que evalúen de manera más concreta la eficacia de la IA emotiva en la mejora del bienestar emocional.

### **Agradecimientos**

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a la Universidad Tecnológica de la Costa Grande de Guerrero por su apoyo y colaboración en la realización de esta encuesta. También extendemos nuestro reconocimiento al personal docente y administrativo que contribuyó a la exitosa ejecución de este estudio. Su compromiso y dedicación fueron fundamentales para el logro de nuestros objetivos de investigación.

### **Referencias**

McStay, Andrew. Emotional AI. 1st ed. SAGE Publications, 2018. Web. 15 Oct. 2022.

United Nations. (s/f). Educación superior | Naciones Unidas. Recuperado el 22 de julio de 2024, de <https://www.un.org/es/impacto-acad%C3%A9mico/educaci%C3%B3n-superior>

Salud mental: fortalecer nuestra respuesta. (s/f). Who.int. Recuperado el 22 de julio de 2024, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response>

Programación y Robótica: Teachable Machine. (s/f). Intef.es. Recuperado el 22 de julio de 2024, de <https://formacion.intef.es/mod/book/view.php?id=2625&chapterid=2408>

Bienestar emocional y salud. (2018, febrero 13). Comunidad de Madrid. <https://www.comunidad.madrid/servicios/salud/bienestar-emocional-salud>

¿Qué es la inteligencia artificial o IA? (s/f). Google Cloud. Recuperado el 22 de julio de 2024, de <https://cloud.google.com/learn/what-is-artificial-intelligence>

IA emocional: hacia la empatía artificial. (s/f). Michael Page. Recuperado el 22 de julio de 2024, de <https://www.michaelpage.es/prensa-estudios/estudios/fw-el-futuro-del-empleo/ia-emocional-empatia-artificial>

Copan Education. (s/f). La importancia de la salud emocional en edad escolar. Copan.education. Recuperado el 23 de julio de 2024, de <https://copan.education/blog/la-importancia-de-la-salud-emocional-en-edad-escolar/>

#### **04.- Importancia del hackeo ético dentro de plataformas de e-learning**

Mtra. Faride Hernández Pérez

Orcid 0000-0001-9426-4944

Dra. Wendy Daniel Martínez

Orcid 0000-0002-4455-940X

Dr. Víctor Manuel Zamudio García

Orcid 0000-0003-4237-9074

Recibido: junio, 27, 2024; Aceptado: agosto, 08, 2024

#### **Resumen**

El e-learning es una modalidad que permite formar profesionales de manera virtual y a distancia, en los últimos años ha ganado popularidad y se ha convertido en tendencia en el ámbito educativo, especialmente en el universitario, esto significa que cada vez más estudiantes utilizan esta modalidad para su formación. Estas plataformas manejan información sensible y de vital importancia para el estudiante, es por eso que la plataforma de e-learning debe asegurar que esta información no pueda ser accedida por personas ajenas al proceso de formación. En el presente documento, se aborda la explicación del por qué es importante que todas las organizaciones que desarrollan plataformas de e-learning tomen en cuenta medir la vulnerabilidad de la misma antes de ponerla en función y contar con personal capacitado en hackeo ético o solicitar sus servicios, para que en cada sistema y producto tecnológico se le aplique una auditoría de seguridad mediante el hackeo ético como parte de su desarrollo. Esto se logra a través de la aplicación de una prueba de penetración en la plataforma de e-learning y con el resultado de esta exponer las vulnerabilidades de la página y además brindar soluciones para eliminarlas, para esto se utilizaron diferentes herramientas de software que simulan ataques sobre el proyecto a analizar y muestra resultados sobre hasta qué punto pudo vulnerar la página. El tema importante en este trabajo es la ciberseguridad, del cual se deriva el hackeo ético y la importancia de que esto sea tomado en cuenta como parte de la evaluación en la acreditación de estas plataformas.

Palabras Clave: Ciberseguridad, E-learning, Hackeo ético.

#### **Summary**

E-learning is a modality that allows professionals to be trained virtually and remotely. In recent years it has gained popularity and has become a trend in the educational field, especially in universities. This means that more and more students are using this modality for their training. These platforms handle sensitive and vitally important information for the student, which is why the e-learning platform must ensure that this information cannot be accessed by people outside the training process. This document addresses the explanation of why it is important that all organizations that develop e-learning platforms take into account measuring its vulnerability before putting it into operation and having personnel trained in ethical hacking or requesting their services, so that a security audit is applied to each system and technological product through ethical hacking

as part of its development. This is achieved through the application of a penetration test on the e-learning platform and with the result of this exposing the vulnerabilities of the page and also providing solutions to eliminate them, for this different software tools that simulate attacks were used about the project to be analyzed and shows results on the extent to which the page could be violated. The important topic in this work is cybersecurity, from which ethical hacking is derived and the importance of this being taken into account as part of the evaluation in the accreditation of these platforms.

Keywords: Cybersecurity, E-learning, Ethical Hacking

## **Introducción**

Cada vez hay más plataformas de e-learning en el mercado, por lo tanto, es de suma importancia abordar la calidad con la que estas plataformas están desarrolladas y evaluar la seguridad que estas ofrecen sobre el manejo de información y acceso a los datos de los usuarios. El cibercrimen no es algo nuevo en la actualidad, sin embargo, con el crecimiento de la tecnología y tomando en cuenta todos los usuarios que se unieron a ella por la pandemia, el cibercrimen aumenta respectivamente. La autora (Gutiérrez, 2021) comenta lo siguiente: “La firma de ciberseguridad Fortinet explicó que la pandemia con el trabajo remoto y la escuela en línea se convirtieron en la llave que abrió la puerta de entrada de hackers a las empresas y dependencias públicas.” (p. 1). En 2020, el 25% de las empresas en México comento ser víctima de ransomware, robo de información, debido a que el teletrabajo provocó que las operaciones de las empresas fueran más vulnerables a hackeos, incluso en el primer trimestre del año 2021, México sufrió más de 800 millones de intentos de ciberataques a equipos personales, de organismos públicos y empresas, de acuerdo con (Gutiérrez, 2021) en esta investigación se considera la importancia que tiene la inclusión de hackers éticos dentro de una organización de desarrollo de plataformas e-learning y la evaluación de estas plataformas desde este ámbito. Para el desarrollo de esta investigación se toma en cuenta la plataforma The We.Men Foundation Mexico organización sin fines de lucro, que como parte de sus servicios ofrecen cursos de capacitación a mujeres. Con apoyo de esta plataforma se aplicará una prueba de penetración a través del hackeo ético. Esta plataforma dentro de su desarrollo no conto con una fase de pruebas en cuanto a vulnerabilidades, ahora que se encuentra operando se aplicara la prueba de penetración. Por lo tanto, para evitar un ataque cibernético a The We.Men Foundation Mexico, la estrategia que se propone es la aplicación de la prueba de penetración en su página web, indicar las vulnerabilidades y proporcionar soluciones a la empresa y así auditar su seguridad, de esta manera demostrar la importancia de contar con hackers éticos dentro una organización y/o para la validación de la seguridad de los sistemas ya que este personal es capacitado para realizar pruebas de penetración en los sistemas, pueden informar al resto de la organización los puntos vulnerables que tienen los dispositivos inteligentes en la empresa e incluso pueden defender la empresa en caso de un ataque cibernético. Con los resultados de la prueba también se pretende comprobar el nivel de

vulnerabilidad de los datos, verificar si esto puede obstaculizarla formación de los usuarios y comprobar la necesidad de evaluar este punto por parte de una empresa acreditadora a este tipo de plataformas.

### **Objetivo**

Implementar una prueba de penetración sobre el sitio web de la empresa The We.Men Foundation Mexico que demuestra la importancia de la inclusión de hackers éticos en empresas u organizaciones.

### **Fundamentación teórica**

“La ciberseguridad es la práctica de proteger sistemas, redes y programas de ataques digitales.” (Anatomía de un Ataque, 2024). Estos ataques se refieren generalmente a acceder, modificar o destruir información confidencial con la finalidad de extorsionar a los usuarios o interrumpir el proceso de producción de una empresa u organización. Existen diferentes tipos de ataques en la ciberseguridad como le es Phishing: son ataques en donde se engaña a la víctima de forma que esta realiza alguna acción que da entrada a lograr el objetivo del hacker, puede ser entregar credenciales, abrir o descargar un archivo malicioso o simplemente dar información confidencial, de acuerdo con (Salazar, 2021). Malware: consisten en software maliciosos que se ejecutan en los sistemas operativos a fin de acceder a información sensible, según (Centro Europeo de Posgrado, 2023). Ataques de inyección SQL: consiste en la introducción de códigos maliciosos a través de vulnerabilidades de una aplicación web para acceder a los servidores y extraer información, de acuerdo con (Centro Europeo de Posgrado, 2023), Denegación de servicio (DoS): en esta modalidad de ataque los ciberdelincuentes infectan con virus diferentes equipos y a través de ellos saturan sitios web, impidiendo que este pueda funcionar a causa del exceso de tráfico, así menciona (Centro Europeo de Posgrado, 2023).

### **Hacker y Tipos de hacker**

La definición correcta de hacker es un experto en ciberseguridad, capaz de resolver problemas de tecnología y seguridad en diferentes contextos; usualmente se ve a los hackers como criminales, es decir que se dedican a robar información, sin embargo, un hacker tiene la capacidad tanto de robar como de proteger, de acuerdo con (Salazar, 2021). Existen 3 diferentes tipos de hackers, según (Salazar, 2021), existe el hacker de sombrero blanco, sombrero gris y sombrero negro. El hacker de sombrero blanco o hacker bueno, es exactamente el hacker ético, este tipo de hacker a pesar de que tiene capacidades destructivas como cualquier otro, este se dedica a proteger la información de sus clientes o empresas donde labora, este hacker nunca hace pruebas de penetración, análisis de vulnerabilidades sin autorización previa. Lo que lo hace hacker ético es que nunca realiza actos fuera de la ley o que vayan en contra de algún estándar de ética. El de sombrero gris, es aquel que se encuentra en un punto intermedio, ya que no sigue estandartes de ética ni legales como el sombrero blanco, sin embargo, tampoco se dedica a cometer crímenes como robar

información, algunos de los hackers más hábiles operan bajo este sombrero. (Salazar, 2021) comenta lo siguiente: “Se puede decir que estos hackers hackean fuera del marco de la ley, pero no para robar o dañar la seguridad de la información de alguna organización” (p. 30) El sombrero negro es el tipo de hacker conocido mundialmente, conocido también como cibercriminal. Este tipo de hacker tiene una misión clara, comprometer la seguridad, generalmente por dinero o dañar la reputación de la organización. Estos hackers son delincuentes, pero se debe pensar en ellos como ex soldados altamente capaces, ya que este tipo de personas tienen estudios avanzados, incluso maestrías o doctorados, tienen lo suficiente para atacar a cualquier organización, de acuerdo con (Salazar, 2021).

#### Metodología de la prueba de penetración

Para realizar una prueba de penetración se debe seguir cierta metodología, es decir, etapas de la prueba de penetración. (Salazar, 2021) indica una metodología para dicha prueba la cual consiste en 7 pasos:

1. Interacciones preliminares: este paso se refiere a realizar un contrato con el cliente antes de comenzar con la prueba. El contrato debe contar con al menos 3 puntos, así lo menciona (Salazar, 2021):

Alcance: se debe indicar hasta donde se puede llegar con la prueba, por ejemplo, se indica el rango de IPs que se pueden probar.

Tiempo: se indica el periodo de tiempo en el que se estará haciendo la prueba.

Firmar acuerdos de confidencialidad.

2.- Obtención de información / Reconocimiento: se necesita información, la meta en este paso es obtener información que pueda ser relevante para encontrar una debilidad por donde atacar, información que se encuentre de manera pública, para determinar sistemas operativos, puertos o servicios.

3.- Modelado de amenazas: Se debe entender las amenazas a las que el cliente se pueda enfrentar, que tipos de atacantes lo pueden o quieren atacar, que activos son los más valiosos o vulnerables en su organización, etc.

4.- Análisis de vulnerabilidades: En este paso, se hace una combinación de la información que se obtuvo en el paso 2 y 3, con la finalidad de definir las vulnerabilidades o puntos débiles de la organización.

5.- Explotación: En este punto se realizan ataques a las debilidades que se encontraron en la fase de análisis de vulnerabilidades.

6.- Post – explotación: después de tener acceso, se necesita probar que nivel de gravedad tiene la debilidad.

7.- Reportaje: Al finalizar, se realizan 2 reportes, un reporte técnico y un reporte ejecutivo. En el reporte técnico se debe narrar la metodología, es decir, hasta qué punto se logró llegar con la prueba, que fue lo que se logró hacer, por otro lado, en el reporte ejecutivo, se debe indicar por medio de gráficas y resumen el nivel de riesgo que tiene la empresa.

## Tipos de pruebas de penetración

(Salazar, 2021) menciona que existen 3 cajas o tipos de pruebas de penetración, las cuales son las siguientes:

**Caja negra:** Este tipo de penetración es la más difícil ya que el cliente no otorga ningún tipo de información, el hacker debe obtener todo completamente de manera externa.

**Caja gris:** En esta caja, se da cierta información o acceso de alguien interno de la organización, este es el tipo de penetración más común.

**Caja blanca:** en esta categoría se otorga toda la información, por ejemplo, el funcionamiento del sistema en donde se hará la prueba.

Para comenzar la prueba de penetración se debe obtener toda la información posible del objetivo, así como buscar información de la organización que se encuentra publica la cual no debería mostrarse de esta manera, por ello, en esta fase de reconocimiento, se realizaron escaneos mediante diferentes herramientas. Para realizar estos escaneos se dio uso del dominio de la página web, y se utilizó la información que se obtuvo durante el proceso, así mismo, se realizó un escáner a través de la herramienta Discover, esta pudiera ser una de las herramientas más completas para recabar información de la organización. Mediante el escáner se pueden obtener emails, mapa DNS, información del hosting que se usa, e incluso archivos que la organización puso de manera pública, estos archivos pudieran contener información altamente sensible. En el escáner aplicado a la organización en cuestión se obtuvo información del host donde se encuentra alojado el dominio, el nombre del host, la fecha en la cual se creó el dominio y se obtuvo la IP del dominio. Esta información puede ser usada para realizar el análisis de vulnerabilidades, por ejemplo, en algunas herramientas se introduce la IP del dominio para realizar el escáner. De igual manera, se obtuvo información acerca de subdominios que existen; afortunadamente, no se encontraron emails o archivos que pudieran ser información confidencial, algunas empresas cometen el error de poner públicos sus emails o suben a la nube algunos archivos importantes, para la organización en cuestión no fue el caso. Para comenzar con el análisis de vulnerabilidades, se partió desde el uso de la herramienta Nessus, este es uno de los mejores softwares en el mercado para análisis de vulnerabilidades y muy útil en las auditorias. Se aplicó un escáner básico con Nessus utilizando la IP capturada en la etapa de reconocimiento. El escaneo obtuvo 30 vulnerabilidades, de las cuales solo 3 pudieran ser significantes, ya que el nivel de riesgo es bajo. Para profundizar el análisis de vulnerabilidades se realizó un escaneo con la herramienta Acunetix ya que está herramienta se especializa en aplicaciones web. La herramienta está diseñada para encontrar puntos débiles de su seguridad que un atacante podría aprovechar para obtener acceso a sus sistemas y datos. La herramienta desplegó una lista de vulnerabilidades y en cada una se pudo analizar el nivel de riesgo que se tenía, se daba una clasificación correspondiente a las vulnerabilidades publicadas en los reportes CVE y una solución sugerida. Para la página web en cuestión, el nivel máximo de riesgo que alcanzaron algunas vulnerabilidades fue de 7.5, sin

embargo, ninguna vulnerabilidad encontrada fue de grado crítico. Durante la fase de análisis de vulnerabilidades se obtuvo mucha información, el siguiente paso es explotar esas vulnerabilidades y analizar cuales pueden poner en riesgo la seguridad de la página web y cuáles no. Existe una manera de comprometer sistemas a través de páginas web, agregando una línea de código de JavaScript en el código HTML de la página en general, esto con el fin de atacar al sistema de algún usuario. Para modificar el código general de la página web en cuestión es necesario acceder al archivo que contiene dicho código, al cual solo pueden acceder los usuarios registrados en el servidor que usa la página. Anteriormente, con la herramienta WPScan se logró obtener los usuarios registrados y una vulnerabilidad en los directorios, sin embargo, afortunadamente no fue posible obtener las contraseñas de los usuarios, por lo que, no fue posible alterar el código HTML de la página. No obstante, fue importante dar solución a la vulnerabilidad de los directorios, ya que, a través de estos es posible obtener las contraseñas con la misma herramienta WPScan, y en ese caso ya sería posible alterar el código HTML lo que significaría que cualquier persona que acceda a la página podría tener comprometido su sistema y estar en riesgo muy alto de un ataque. Uno de los ataques más conocidos es la inyección SQL desde hace más de 10 años y es porque sigue afectando a miles de páginas web y bases de datos. Esta vulnerabilidad se utiliza para atacar la seguridad de sistemas con información como las bases de datos, donde es el punto principal donde se encuentra información altamente valiosa, por medio de esta vulnerabilidad se puede poner en riesgo la integridad de la información, es por ello que es una de las vulnerabilidades más críticas. Durante el análisis de vulnerabilidades se debió encontrar una vulnerabilidad SQLi, sin embargo, no fue obtenida, pero no se descartó realizar el intento de la inyección SQL ya que la página cuenta con una sección de autenticación. Por lo que se aplicó dicho proceso de inyección. Se realizó una interceptación de paquetes con burpsuite para obtener las cookies en la sección de autenticación. Se logró obtener dichas cookies e incluso se logró capturar el usuario y contraseña que fue ingresada para realizar la prueba. Pero, en este caso el dato relevante eran las cookies. Una vez obtenidas las cookies se procedió a utilizar la herramienta SQLmap, el cual puede capturar información de bases de datos, incluyendo usuarios y contraseñas. Afortunadamente, la inyección SQL no fue exitosa por la seguridad de la página, la herramienta no logró capturar información de la base de datos, por lo que fue efectivo el análisis de vulnerabilidades realizado anteriormente.

### **Experimentación y Resultados**

Para definir el nivel de riesgo en el que se encuentra The We.Men Foundation Mexico se dio uso de una escala la cual se muestra en la figura 1, esta escala se obtuvo de (Reporting - The Penetration Testing Execution Standard, s. f.).

Escala de calificación de riesgos para la seguridad de la información



Figura 1 Escala de nivel de riesgo general

Fuente elaboración propia

Tomando en cuenta la escala y los niveles de riesgo de cada vulnerabilidad, la puntuación de riesgo general para The We.Men Foundation México es actualmente un tres (3), este puntaje es obtenido de calcular el promedio del nivel de riesgo de cada vulnerabilidad. Esta calificación implica un riesgo bajo de que los controles de seguridad se vean comprometidos con impactos negativos medibles como resultado. Se determinó esta puntuación de riesgo en función a vulnerabilidades de riesgo moderado y riesgo bajo, junto con el ataque dirigido sin éxito. La vulnerabilidad más significativa identificada fue la presencia de posibles directorios sensibles del sitio web, entre otras, por lo que las consecuencias que se pudieran presentar en caso de no reforzar la seguridad son las siguientes:

Robo de credenciales de los usuarios que tienen acceso al sistema

Alterar información de la página web.

Encontrar información confidencial en los directorios.

Con el robo de credenciales, se podría bloquear el acceso a otros usuarios.

Al encontrar información confidencial en los directorios, se podría hacer suplantación de identidad.

Encontrar información de los usuarios.

Se determinó que los puntos débiles generales de la página web son: la posible existencia de directorios con información sensible, divulgación de información y detalles en la estructura.

## Conclusiones

Este proceso de auditoría a través de la prueba de penetración y en base a lo expuesto en antecedentes, se pone en evidencia la importancia que tienen los expertos en hackeo ético, ya que con sus capacidades pueden dar un apoyo muy grande a empresas u organizaciones, por lo que en cada una de ellas se les debe dar consideración para formar parte de la misma, o en cuyo caso, solicitar sus servicios para que cada empresa pueda mejorar su seguridad informática y por consecuencia se mejora la seguridad de la información, además estos expertos en hackeo ético, no solo identifican vulnerabilidades, también son capaces de defender la información en un ataque, igualmente, en los antecedentes se expuso que de no contar con hackers éticos o el proceso de realizar una prueba de penetración en sus sistemas puede llevar a tener muchos puntos débiles los cuales de ser explotados por un criminal podría tener de consecuencia la pérdida de dinero, secuestro de información, la caída de sistemas por un tiempo, o incluso la pérdida de la empresa.

## Referencias

Anatomía de un ataque. (2024, 23 febrero). [Vídeo]. Cisco.

[https://www.cisco.com/c/es\\_mx/products/security/what-is-cybersecurity.html](https://www.cisco.com/c/es_mx/products/security/what-is-cybersecurity.html) Espinoza, G.

Centro Europeo de Posgrado. (2023, 27 marzo). ¿Cuáles son las principales amenazas de la seguridad informática? - Maestrías Online. Maestrías Online. <https://ceupe.com.ar/blog/cuales-son-las-principales-amenazas-de-la-seguridad-informatica/>

Gutiérrez, A. L. (2021, 29 junio). México está en la mira de los hackers: concentra 34% de ciberataques de AL. El Financiero. <https://www.elfinanciero.com.mx/empresas/2021/06/29/acechan-hackers-a-empresas-mexico-concentra-el-34-de-ciberataques-de-al/>

Reporting - the Penetration Testing Execution Standard. (s. f.). <http://www.pentest-standard.org/index.php/Reporting>

Salazar, P. G. (2021). Hacker's White Book. México. Independiente

**05.- Proyecto Aula, Escuela y Comunidad humanístico: microempresa familiar enfocada al cultivo hidropónico y venta de hortalizas**

García Cerón, Víctor Hugo  
ORC ID: 0009-0004-7580-2400

Rangel Ruiz, Karelia Liliana  
ORC ID: 0000-0003-1805-0447

Recibido: junio, 30, 2024; Aceptado: agosto, 08, 2024

**Resumen**

Este artículo presenta un Proyecto Aula, Escuela y Comunidad (PAEC) humanístico con enfoque transdisciplinario, que integra las Unidades de Aprendizaje Curricular (UAC) de Humanidades III, Ecosistemas, Interacciones, Energía y Dinámica CNEYT III, Pensamiento Matemático III, Lengua y Comunicación III e inglés III. El trabajo se centra en el desarrollo de una microempresa familiar especializada en el cultivo hidropónico y la venta de hortalizas. Siguiendo los lineamientos del Nuevo Marco Curricular de la Nueva Escuela Mexicana. Este proyecto busca fomentar habilidades humanísticas, científicas y lingüísticas entre los estudiantes de tercer semestre de Educación Media Superior. La combinación de conocimientos y competencias de estas UAC permitirá abordar de manera integral los aspectos técnicos, comunicativos y sostenibles de la microempresa, contribuyendo así al crecimiento personal y al bienestar de la comunidad escolar.

Palabras clave: PAEC, microempresa familiar, hidroponia, hortalizas.

**Abstract**

This article presents a humanistic Classroom-School-Community Project (PAEC) with a transdisciplinary approach that integrates the Curricular Learning Units (UAC) of Humanities III, Ecosystems, Interactions, Energy and Dynamics CNEYT III, Mathematical Thinking III, Language and Communication III and English III. The work focuses on the development of a family micro-business specialized in hydroponic cultivation and the sale of vegetables. Following the guidelines of the New Curricular Framework of the New Mexican School. This project seeks to promote humanistic, scientific, and linguistic skills among students in the third semester of Higher Secondary Education. The combination of knowledge and skills of these UAC will allow the technical, communicative, and sustainable aspects of the microenterprise to be comprehensively addressed, thus contributing to personal growth and the well-being of the school community.

Key words: PAEC, family microenterprise, hydroponics, vegetables.

**Introducción**

En el contexto de la Educación Media Superior, surge un proyecto interdisciplinario que busca integrar las Unidades de Aprendizaje Curricular (UAC) de Humanidades III, Ecosistemas, Interacciones, Energía y Dinámica CNEYT III, Pensamiento Matemático III, Lengua y Comunicación III e inglés III. Este proyecto tiene

como objetivo el desarrollo de una microempresa familiar especializada en el cultivo hidropónico y la venta de hortalizas. Siguiendo los lineamientos del Nuevo Marco Curricular de la Nueva Escuela Mexicana, se busca fomentar habilidades humanísticas, científicas y lingüísticas entre los estudiantes de tercer semestre. En este artículo, exploraremos los fundamentos y la relevancia de esta iniciativa, así como su impacto potencial en la comunidad escolar y más allá. Ahora bien, en lo que respecta a la transdisciplina en la Educación Media Superior y cómo se relaciona con este proyecto, al hacer una revisión literaria al respecto se realizaron algunos hallazgos interesantes: La transdisciplina es una solución para abordar problemas complejos en la sociedad actual. Busca explorar lo que existe entre y más allá de los límites disciplinarios, abarcando múltiples niveles de la realidad. En la Educación Media Superior, se enfatiza la necesidad de planes, programas y acciones educativas con un enfoque transdisciplinario para mejorar las experiencias de aprendizaje y enfrentar un mundo cambiante y complejo. Por otro lado, la docencia transdisciplinaria requiere instrumentos de evaluación diseñados específicamente para ella, ya que los métodos de evaluación utilizados en otras modalidades pueden no ser adecuados. Es importante considerar la planificación y ejecución de programas analíticos que faciliten el aprendizaje y promuevan la construcción de una sociedad sustentable. Este proyecto, que integra diversas áreas curriculares y se centra en el cultivo hidropónico y la venta de hortalizas, puede beneficiarse de un enfoque transdisciplinario ya que gracias a él se fomentarán habilidades humanísticas, científicas y lingüísticas entre los estudiantes de tercer semestre de Educación Media Superior (Programas de Estudio del MCCEMS: Secretaría de Educación Pública, 2020).

### **Fundamentación teórica**

Para el desarrollo de un Proyecto humanístico y transversal sobre el desarrollo de una microempresa familiar enfocada al cultivo hidropónico y venta de hortalizas, es necesario comprender algunos conceptos clave que intervienen para su correcto desarrollo. Para comenzar, un Proyecto Aula, Escuela, Comunidad se refiere a una iniciativa educativa que involucra a la comunidad escolar y su entorno. Este tipo de proyectos buscan trascender los límites del aula y conectar el aprendizaje con la realidad social y ambiental (García 2020). Por otro lado, este tipo de proyectos se encuentran fundamentados en los lineamientos del Nuevo Marco Curricular de la Nueva Escuela Mexicana; este marco curricular no solamente establece los lineamientos para la educación en México, sino que también señala que este tipo de proyecto debe promover habilidades humanísticas, científicas y lingüísticas entre los estudiantes, además de impactar de forma positiva al entorno donde se encuentra la escuela. El objetivo de este proyecto es la creación de una microempresa familiar, la cual es una pequeña unidad de negocio operada por una familia o un grupo reducido de personas. En este contexto, la microempresa se enfoca en el cultivo hidropónico y la venta de hortalizas. Por otro lado, la

hidroponía es un método de cultivo sin suelo, donde las plantas crecen en soluciones acuosas ricas en nutrientes, por lo cual no requiere de grandes espacios para su desarrollo y tiene la facilidad de poder desarrollarse a escala por pequeños grupos. Su relación con el proyecto radica en que la microempresa familiar estaría especializada en este tipo de cultivo sostenible. En ese sentido, el desarrollo de una microempresa familiar centrada en el cultivo hidropónico y la venta de hortalizas puede ser un proyecto valioso y enriquecedor para los estudiantes, dentro del marco curricular de la Nueva Escuela Mexicana en Educación Media Superior, gracias a la integración curricular que representa, pues puede vincularse con diversas áreas curriculares, como la biología, la química, las matemáticas e incluso con la economía y el emprendimiento (Programas de Estudio del MCEMS: Secretaría de Educación Pública, 2020). Dentro de este proyecto, los estudiantes pueden aplicar conocimientos de biología y ecología para entender el proceso de crecimiento de las plantas en sistemas hidropónicos y la importancia de los nutrientes. En química, pueden explorar la composición de las soluciones nutritivas y su impacto en el cultivo. Las matemáticas se utilizan para calcular volúmenes, tasas de crecimiento y costos, mientras que el enfoque empresarial involucra conceptos de economía, marketing y planificación financiera. Por otro lado, este proyecto se considera humanístico debido a que fomenta valores como la responsabilidad social, la sostenibilidad y el respeto al medio ambiente. Los estudiantes investigarán y comprenderán cómo el cultivo hidropónico contribuye a la seguridad alimentaria y la reducción del impacto ambiental, además de reflexionar sobre la importancia de la agricultura urbana y cómo su microempresa puede beneficiar a la comunidad. Como se puede observar, el proyecto puede abordar múltiples dimensiones, como científica, tecnológica, social y ética, por lo que se apega a la línea de transversalidad propuesta en la Nueva Escuela Mexicana, por lo que podría incluso lograr estar a la altura del enfoque transdisciplinario. Los estudiantes pueden explorar la relación entre la tecnología (sistemas hidropónicos automatizados) y la tradición agrícola familiar, donde la ética empresarial y la responsabilidad social también son temas relevantes (Progresiones de Aprendizaje: Secretaría de Educación Pública, 2020). Básicamente, este proyecto busca integrar conocimientos, valores y habilidades a través de la hidroponía y la microempresa, contribuyendo al desarrollo integral de los estudiantes y su comunidad desde los lineamientos del Nuevo Marco Curricular de la Nueva Escuela Mexicana, por lo que puede ser una excelente oportunidad para que los estudiantes adquieran habilidades prácticas, desarrollen su pensamiento crítico y se involucren en una actividad que combina ciencia, tecnología y valores humanísticos.

### **Desarrollo y metodología**

La hidroponía es un método de cultivo que prescinde del suelo tradicional. En lugar de utilizar tierra, las plantas se cultivan en soluciones nutritivas directamente en agua. Desde este método, las raíces de las plantas se sumergen en una solución nutritiva equilibrada que contiene todos los minerales esenciales para su crecimiento. Esto permite una absorción más eficiente de nutrientes en comparación con el suelo

tradicional; adicionalmente, se puede ajustar con precisión el entorno de crecimiento (pH, nutrientes) para satisfacer las necesidades específicas de cada planta. Entre los beneficios de la hidroponía destaca una mayor eficiencia en el uso de recursos, ya que utiliza menos agua y reduce la erosión del suelo, además de propiciar un crecimiento acelerado de las plantas y mayor productividad de cosechas abundantes. Por otro lado, permite la creación de condiciones óptimas para el crecimiento de verduras de hoja verde, como la lechuga, el cultivo de frutas, como los tomates y de otras hierbas aromáticas, gracias al control preciso del entorno (Cooper y Cechinel, 2019). La hidroponía es una opción sostenible para microempresas familiares, especialmente en espacios limitados, gracias a sus características, y puede ser una forma limpia y eficiente de producir alimentos.



Figura 1. Tipos de sistemas hidropónicos (Generación verde, 2024)

Aunque la hidroponía ofrece ventajas gracias al cultivo sin suelo que utiliza agua y nutrientes para alimentar las plantas, también enfrenta desafíos específicos al implementarse en una microempresa. Por ejemplo, se debe considerar la inversión inicial ya que la infraestructura y los materiales hidropónicos requieren una inversión significativa. Por otro lado, se necesita conocimiento especializado para manejar los sistemas y hacer la gestión técnica que se requiere. Finalmente, hay una dependencia de suministros, ya que los nutrientes y los sistemas de filtración de agua son esenciales. A pesar de estos desafíos, como se mencionó con anterioridad, la hidroponía maximiza el uso del espacio, acelera los ciclos de producción y ofrece una alternativa sostenible para cultivar alimentos (Pérez y Rodríguez, 2016). La hidroponía es un método revolucionario que permite cultivar durante todo el año en cualquier entorno y obtener mayores rendimientos con un menor consumo de agua. En lugar de suelo, las raíces absorben una solución balanceada de

nutrientes disuelta en agua (Savvas y Passam, 2017). Esta tecnología permite un mayor control sobre el entorno de cultivo. Para cultivar hortalizas utilizando la hidroponía es necesario seguir pasos específicos:

**Selección del Sistema Hidropónico:** Elección un sistema hidropónico adecuado para las necesidades. Algunos ejemplos son sistemas de riego pasivo, sistemas NFT (película de nutrientes) o sistemas de cultivo en agua profunda.

**Ubicación y Diseño:** Encontrar un lugar adecuado para el jardín hidropónico. Puede ser en interiores o exteriores, siempre que haya acceso a luz solar o iluminación artificial. Diseño del sistema considerando el espacio disponible y la cantidad de plantas que se desea cultivar.

**Nutrientes y Solución Nutritiva:** Preparar una solución nutritiva con los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. Se pueden comprar soluciones comerciales o hacer una propia.

**Elección de Cultivos:** Algunas plantas se adaptan mejor a la hidroponía. Por ejemplo, lechuga, hierbas (albahaca, tomillo, menta), bok choy, apio y acelga.

**Preparación del Medio de Cultivo:** Uso de sustratos como perlita, vermiculita o lana de roca para sostener las plantas y proporcionar soporte a las raíces. Evitar el uso de tierra, ya que es incompatible con la hidroponía (Resh, 2013).

**Control de Plagas y Enfermedades:** Monitoreo regular de las plantas para detectar signos de plagas o enfermedades. Implementar medidas preventivas y utilizar productos específicos para la hidroponía si es necesario.

**Cosecha y Venta:** Una vez que las plantas han crecido, cosechar los vegetales cuidadosamente. Venta de productos hidropónicos localmente o en mercados especializados.

**Plan de negocio:** Análisis de costos y beneficios que considere cuánto se invertirá en infraestructura, semillas, nutrientes y otros insumos.

**Plan de producción** para determinar qué hortalizas cultivarán y en qué cantidades.

**Estrategias de marketing** para promover los productos (Gómez y Currey, 2018).

## **Resultados**

El desarrollo de este proyecto transdisciplinario que integra diversas áreas curriculares es una excelente oportunidad para observar resultados en el fomento de habilidades y competencias en los estudiantes. Para su evaluación, se pretende adaptar diversas estrategias según las características específicas del contexto educativo de nuestro plantel y los lineamientos del Nuevo Marco Curricular de la Nueva Escuela Mexicana. Para el cultivo hidropónico y la venta de hortalizas, la evaluación formativa estará integrada por las siguientes estrategias para evaluarlo:

**Matriz de Evaluación Transdisciplinaria:** Una matriz que incluye los objetivos específicos de cada área curricular involucrada (Humanidades III, Ecosistemas, Interacciones, Energía y Dinámica CNEYT III, Pensamiento Matemático III, Lengua y Comunicación III e Inglés III), que asigne criterios de evaluación para cada objetivo y establezca indicadores medibles, además de evaluar el desempeño de los estudiantes en función de estos indicadores.

**Portafolio Transdisciplinario:** Los estudiantes mantendrán un portafolio donde documenten su trabajo en cada área, el cual deberá incluir evidencias como reflexiones, proyectos, investigaciones, presentaciones, y muestras de habilidades lingüísticas y científicas. Estos portafolios serán evaluados de manera integral, considerando la interacción entre las áreas.

**Presentaciones**

Multidisciplinarias: Se organizarán sesiones de presentación donde los estudiantes compartan los avances y resultados de su proyecto. Cada grupo explicará cómo aplicaron los conocimientos de las diferentes áreas en su microempresa de cultivo hidropónico y se evaluará la claridad, coherencia y profundidad de sus exposiciones. Evaluación de Resultados Empresariales: Se medirá el éxito de la microempresa familiar en términos de producción, ventas, rentabilidad y sostenibilidad al considerar indicadores financieros, como ingresos, costos y utilidades. Aquí se evaluará la capacidad de los estudiantes para aplicar conceptos matemáticos y económicos en un contexto real. Análisis de Competencias Lingüísticas, tanto en inglés como en Español: Se pretende observar la calidad de la comunicación oral y escrita de los estudiantes y se evaluará su capacidad para redactar informes, describir planes a futuro en inglés, describir procesos, argumentar y presentar ideas de manera efectiva, además del uso de las estructuras gramaticales pertinentes. Reflexiones Personales: Los estudiantes deberán escribir reflexiones sobre su experiencia transdisciplinaria y se evaluará su comprensión de la importancia de integrar diferentes áreas y cómo esto enriquece su aprendizaje (SEP, 2020).

### **Discusión de Beneficios y Relevancia**

La relevancia de un proyecto transdisciplinario como este es significativa tanto para la comunidad escolar como para la sociedad en general debido a que este proyecto permite a los estudiantes desarrollar habilidades y competencias en diversas áreas, lo que contribuye a su formación integral. La combinación de conocimientos humanísticos, científicos y lingüísticos les brinda una visión más completa del mundo y los prepara para enfrentar desafíos interdisciplinarios en su vida personal y profesional. Por otro lado, al centrarse en el cultivo hidropónico y la venta de hortalizas, los estudiantes aplican conceptos teóricos en un contexto real, aprenden sobre ecología, energía, matemáticas, comunicación y emprendimiento de manera práctica y concreta. Asimismo, la microempresa familiar especializada en hidroponía promueve el emprendimiento y la generación de empleo. Los estudiantes adquieren habilidades empresariales y comprenden la importancia de prácticas agrícolas sostenibles (Pérez Rodríguez, 2016). En cuanto a la conciencia ambiental se refiere, el cultivo hidropónico es una alternativa ecológica que utiliza menos agua y reduce la huella de carbono, por lo que los estudiantes se sensibilizan sobre la importancia de cuidar el medio ambiente y los recursos naturales. Trabajar en un proyecto transdisciplinario fomenta la comunicación efectiva y la colaboración entre docentes y estudiantes, quienes aprenden a articular ideas, resolver problemas y trabajar en equipo.



Figura 2. Sistemas de raíz flotante (SMEAP México, 2022)

Finalmente, este tipo de proyectos ayuda al cumplimiento curricular ya que, siguiendo los lineamientos del Nuevo Marco Curricular de la Nueva Escuela Mexicana, este proyecto se alinea con los objetivos educativos actuales y contribuye a la formación de ciudadanos críticos, creativos y comprometidos con su entorno, por lo que no solo beneficia a los estudiantes, sino que también impacta positivamente en la comunidad y la sociedad al fomentar habilidades esenciales y promover prácticas sustentables.

### **Conclusión**

El proyecto que integra las Unidades de Aprendizaje Curricular (UAC) de Humanidades III, Ecosistemas, Interacciones, Energía y Dinámica CNEYT III, Pensamiento Matemático III, Lengua y Comunicación III e Inglés III, con enfoque transdisciplinario y centrado en el desarrollo de una microempresa familiar especializada en el cultivo hidropónico y la venta de hortalizas, tiene implicaciones significativas, por lo que podemos concluir los siguientes puntos: El enfoque transdisciplinario permite a los estudiantes comprender cómo diferentes áreas del conocimiento se entrelazan y se complementan. Al integrar humanidades, ciencias naturales, matemáticas y habilidades lingüísticas, se fomenta una visión holística y la capacidad de abordar problemas desde múltiples perspectivas gracias a la interconexión de disciplinas. El proyecto promueve el desarrollo de competencias y habilidades humanísticas, científicas y lingüísticas. Los estudiantes no solo adquieren conocimientos específicos sobre hidroponía y negocios, sino también habilidades de comunicación, pensamiento crítico y resolución de problemas. En cuanto al emprendimiento sostenible, la microempresa familiar en el cultivo hidropónico se alinea con los principios de sostenibilidad y cuidado del medio ambiente. Los estudiantes aprenden a aplicar prácticas agrícolas eficientes y respetuosas con los recursos naturales. La combinación de disciplinas fomenta la creatividad y la búsqueda de soluciones originales e innovadoras. Los estudiantes pueden explorar nuevas formas de cultivar y comercializar hortalizas, utilizando tecnología y enfoques modernos. En resumen, este proyecto no solo tiene un impacto

en el aprendizaje académico, sino también en el desarrollo integral de los estudiantes, preparándolos para enfrentar desafíos del mundo real y contribuir al desarrollo sostenible de la sociedad.

## Referencias

Cooper, J., & Cechinel, M. (2019). Hydroponics: A Practical Guide for the Soilless Grower. CRC Press.

Fecha de consulta: 30 de junio de 2024. Tomado de:

[https://books.google.com.mx/books?id=78POAWOmOLUC&printsec=frontcover&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=78POAWOmOLUC&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

García, L. (2020). La Educación Transversal en la Nueva Escuela Mexicana. Revista de Investigación Educativa, 38(2). Fecha de consulta: 30 de junio de 2024. Tomado de:

[https://dgb.sep.gob.mx/storage/recursos/PDF/39GguGFxwN-TRANSVERSALIDAD\\_FINAL-1.pdf](https://dgb.sep.gob.mx/storage/recursos/PDF/39GguGFxwN-TRANSVERSALIDAD_FINAL-1.pdf)

Generación Verde. (2023). Tipos de sistemas hidropónicos. Generación Verde. Fecha de consulta: 15 de julio de 2024. Tomado de: <https://generacionverde.com/blog/hidroponia/tipos-de-sistemas-hidroponicos/>

Gómez, C., & Currey, C. J. (2018). Hydroponic Greenhouse Production: A Practical Guide for Growers. CRC Press.

Fecha de consulta: 30 de junio de 2024. Fecha de consulta: 30 de junio de 2024. Tomado de:

<http://educacionmediasuperior.sep.gob.mx/propuestaMCCEMS>

Pérez, A., & Rodríguez, J. (2016). Emprendimiento y Agricultura Urbana: Una Oportunidad para la Educación Media Superior. Revista de Educación y Desarrollo, 30(2). Fecha de consulta: 30 de junio de 2024. Tomado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=12145>

Programas de Estudio del MCCEMS: Secretaría de Educación Pública (SEP). (2020). Marco Curricular Común de la Educación Media Superior. Programas de Estudio. Fecha de consulta: 30 de junio de 2024.

Tomado de: <http://educacionmediasuperior.sep.gob.mx/propuestaMCCEMS>

Progresiones de Aprendizaje: Secretaría de Educación Pública (SEP). (2020). Marco Curricular Común de la Educación Media Superior. Progresiones de Aprendizaje. Fecha de consulta: 30 de junio de 2024.

Tomado de: <http://educacionmediasuperior.sep.gob.mx/propuestaMCCEMS>

Resh, H. M. (2013). Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener and the Commercial Hydroponic Grower. CRC Press. Fecha de consulta: 30 de junio de 2024. Tomado de:

<https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781003133254/hydroponic-food-production-howard-resh>

Savvas, D., & Passam, H. C. (2017). Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals. Embryo Publications. ISBN:9789608002128. Fecha de consulta: 30 de junio de 2024. Tomado de:

[https://www.embryopub.gr/index.php?target=products&product\\_id=23](https://www.embryopub.gr/index.php?target=products&product_id=23)

SEP. (2020). Marco Curricular Común de la Educación Media Superior. Orientaciones Pedagógicas.

Orientaciones Pedagógicas: Secretaría de Educación Pública. Fecha de consulta: 30 de junio de 2024.

Tomado de: <http://educacionmediasuperior.sep.gob.mx/propuestaMCCEMS>

SMEAP México. (2022). Tipos de Sistemas Hidropónicos (Cultivos en agua y aire). SMEAP México. Fecha

de consulta: 15 de julio de 2024. Tomado de: [https://smeapmexico.org/tipos-de-sistemas-hidroponicos-](https://smeapmexico.org/tipos-de-sistemas-hidroponicos-cultivos-en-agua-y-aire/)

[cultivos-en-agua-y-aire/](https://smeapmexico.org/tipos-de-sistemas-hidroponicos-cultivos-en-agua-y-aire/)

## 06.- Diseño de prototipo de backend para el Sistema de Control de Cursos y Diplomados

Giovanni García Vargas

Orcid 0009-0005-6142-9569

Recibido: julio, 07, 2024; Aceptado: agosto, 09, 2024

### Resumen

Actualmente el Laboratorio Nacional de Informática Avanzada (LANIA) conforma una oferta académica programas formales, los cuales cuentan con un RVOE (Reconocimiento de Validez Oficial ante la SEP), tanto como la Maestría en Redes y Sistemas Integrados (MRySI) y la Maestría en Computación Aplicada (MCA). De igual manera, este centro educativo ofrece programas actualización de conocimientos en el formato de cursos y diplomados, los cuales son abiertos cada cierto periodo de tiempo y pueden aplicar tanto estudiantes de la institución como público en general. La gestión adecuada de los procesos que están inmersos en los cursos y diplomados, es esencial para garantizar un flujo eficiente de la información y proporcionar una experiencia adecuada a los usuarios involucrados. Con el fin de abordar dicha necesidad, se propone el diseño e implementación de un backend, respaldado por una estructura de base de datos bien organizada. El backend actuará como un componente central, que gestionará y procesará la información relacionada con las ofertas académicas de la institución. Además, se definirán los campos necesarios en cada tabla para almacenar la información relevante. Se elegirán los tipos de datos apropiados para cada campo, teniendo en cuenta la naturaleza de la información que se almacenará. También se establecerán restricciones y claves, como claves primarias y foráneas, para garantizar la integridad y consistencia de los datos. Este proyecto hace uso de las herramientas de PostgreSQL para la creación de la base de datos, Node.js y Express.js para la generación de los Endpoints necesarios para poder consumir dicha base de datos.

Palabras Claves: Backend, Endpoints, Base de Datos

### Abstract

Currently, the National Laboratory of Advanced Informatics (LANIA) offers academic programs with formal recognition, which have an RVOE (Official Validity Recognition before the SEP), such as the Master's in Networks and Integrated Systems (MRySI) and the Master's in Applied Computing (MCA). Similarly, this educational center offers knowledge update programs in the format of courses and diplomas, which are opened periodically and can be attended by both students of the institution and the general public. The proper management of the processes involved in courses and diplomas is essential to ensure an efficient flow of information and provide an adequate experience to the users involved. To address this need, the design and implementation of a backend supported by a well-organized database structure is proposed. The backend will act as a central component, managing and processing information related to the institution's academic offerings. Additionally, the necessary fields will be defined in each table to store relevant information.

Appropriate data types will be chosen for each field, considering the nature of the information to be stored. Restrictions and keys, such as primary and foreign keys, will also be established to ensure the integrity and consistency of the data. This project makes use of PostgreSQL tools for database creation, Node.js, and Express.js for generating the necessary endpoints to interact with the database.

Keywords: Backend, Endpoints, Base de Datos / Backend, Endpoints / Databases

## **Introducción**

La Dra. Cristina Loyo Varela, ex directora de LANIA, señala que LANIA, fundado en 1991, es uno de los primeros centros mexicanos en Inteligencia Artificial enfocado en la investigación aplicada, enseñanza y transmisión del conocimiento, y el único de esa época que aún sobrevive. Desde los años 90, LANIA ha trabajado en transferencia tecnológica con proyectos como el diseño de Compranet y herramientas de modernización para gobiernos y empresas. Ha fomentado la cooperación nacional e internacional, atraído talentos, creado vocaciones tecnológicas en jóvenes y desarrollados programas de posgrado y capacitación para diversos sectores. (*Centro de Enseñanza Lania, n.d.*) LANIA ha tenido un papel significativo en la Inteligencia Artificial, la investigación aplicada y la enseñanza, además de fomentar vocaciones tecnológicas en jóvenes. En sus más de 30 años, LANIA ha gestionado el registro de aspirantes a sus programas y cursos a través de sistemas como SiRA (Sistema de Registro de Aspirantes) y SiCEL (Sistema de Control Escolar LANIA). SiRA permite el seguimiento de solicitudes de aspirantes a posgrados, mientras que SiCEL da continuidad a la trayectoria académica de los estudiantes. Estos sistemas ayudan a gestionar y administrar la información en los centros, facilitando el trabajo docente y mejorando la comunicación con las familias.

## **Objetivo**

Desarrollar los servicios backend para la administración y control de los cursos y diplomados que oferta LANIA, la cual permita el registro y seguimiento de los candidatos a ellos por parte de las áreas administrativas como Administración Escolar, Pagos y Administración Académica.

## **Planteamiento**

El Laboratorio Nacional de Informática Avanzada, lleva una cartera de cursos y diplomados que ofertan al público en general, sin embargo, estos cursos son ofertados solamente en la página de la institución y para poder dar un seguimiento al proceso de aplicación como aspirante a dicho curso, se tienen que poner en contacto por otro medio, que no sea una plataforma propia para dicho registro. Derivado de lo anteriormente mencionado, nos encontramos también con el reto de generar servicios de gestión adecuada para los cursos y diplomados, los cuales atienden: El registro de nuevos cursos y diplomados que ofertará la institución. La gestión de la información referente a cursos y diplomados, así como el manejo de la información de los

aspirantes a dichas actividades. Sin un backend, es probable que las tareas administrativas se realicen de forma manual, lo que implica una mayor carga de trabajo y un mayor riesgo de errores. Esto puede incluir la gestión de inscripciones, seguimiento de pagos, asignación de profesores, programación de clases y generación de informes. Almacenamiento y organización de los datos de manera estructurada, para poder obtener la información más fácil para la toma de decisiones. Dada la situación mencionada, se recomienda el desarrollo de los servicios de backend para la gestión adecuada de la información sobre los cursos y diplomados que se ofertan en el Laboratorio Nacional de Informática Avanzada.

## Metodología

Se utilizó la metodología ASD (Adaptive Software Development) para el desarrollo de la aplicación, dentro de ella se trabajaron a través de tres fases para el desarrollo de la aplicación: especular, colaborar y aprender (Fig. 1). Es una metodología de desarrollo cuyo funcionamiento es cíclico y reconoce que en cada iteración se producirán cambios e incluso errores. Esta metodología se basa en reconocer la naturaleza dinámica y evolutiva del desarrollo de software, permitiendo una respuesta ágil y flexible a medida que se descubren nuevas necesidades y se obtienen retroalimentación durante el proceso de desarrollo. (Silva,2014)

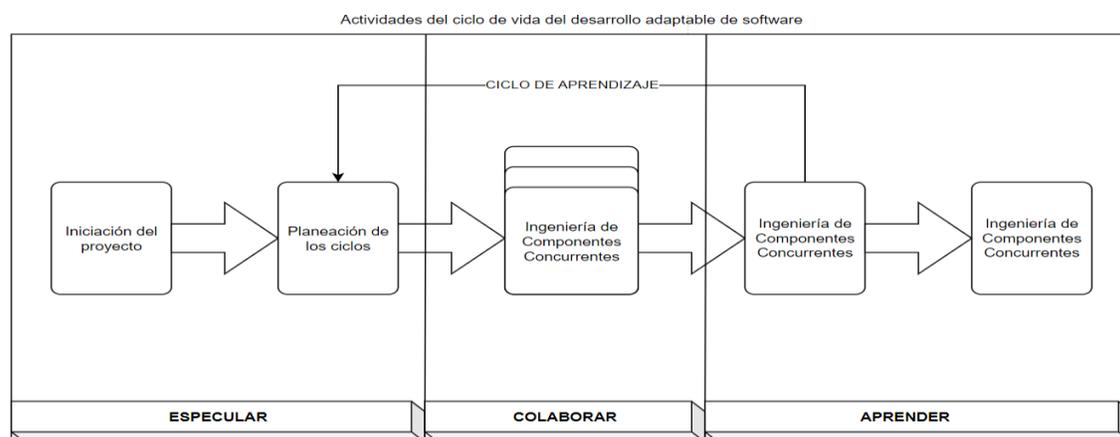


Figura 1. Metodología ASD (Desarrollo Adaptable de Software (ASD), 2014)

La Metodología ASD, por su enfoque adaptativo y flexible, se alinea bien con la naturaleza evolutiva de una API REST. La API REST se basa en principios arquitectónicos que promueven la escalabilidad, la adaptabilidad y la interoperabilidad. Al aplicar la Metodología ASD en el desarrollo de una API REST, se pueden obtener beneficios significativos. (Dos Setenta, 2021) Dado lo anteriormente mencionado, referente a la relación que puede llegar a existir entre la metodología ASD para la gestión de proyectos y una práctica de desarrollo como lo puede hacer la creación de una API REST, se determinaron los siguientes elementos a desarrollar durante el diseño de este proyecto, los cuales son:

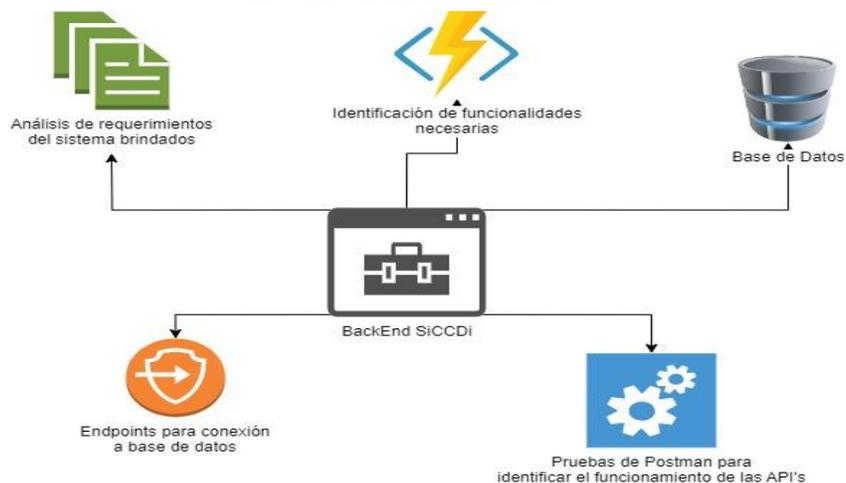


Figura 2 Artefactos Generados para SICCDI

De igual manera, en la siguiente tabla se explica más a detalle cada uno de ellos:

Artefacto	Propósito	Alcance
Análisis de requerimientos del sistema brindados	Identificar los requisitos del sistema establecidos por el equipo de Análisis	Identificar los requisitos funcionales y no funcionales para la creación del sistema, de tal manera que se puedan crear las funciones necesarias en la API REST para lograr satisfacerlas.
Identificación de funcionalidades necesarias	Determinar las funcionalidades requeridas en el sistema	Identificar los dos tipos de usuarios que están involucrados en el uso del sistema, los cuales son considerados como Administrador y Aspirante, para poder generar los Endpoints correctos para que cada usuario pueda utilizarlos.
Base de datos	Evaluar la estructura de la base de datos	Conocer la organización y relación de los datos en la base de datos y como se relacionan con cada uno de los usuarios y Endpoints adecuados para consumir dicha base de datos.
Endpoints para conexión a base de datos	Generar los Endpoints necesarios para poder hacer uso de la base de datos.	Verificar que el uso de la base de datos con la API sea de manera adecuada, dichos Endpoints será generados utilizando las herramientas de Express, y el entorno de Servidor de Pruebas será node.js

Pruebas de Postman para identificar el funcionamiento de las APIs	Evaluar el funcionamiento de las APIs mediante pruebas en Postman	Verificar la comunicación y funcionalidad correcta de las APIs necesarias para el sistema
---	---	---

Tabla 2 Artefactos SICCDI, Elaboración propia

En la siguiente figura, se muestra el Modelo Entidad – Relación de la base de datos diseñada para SICCDI:

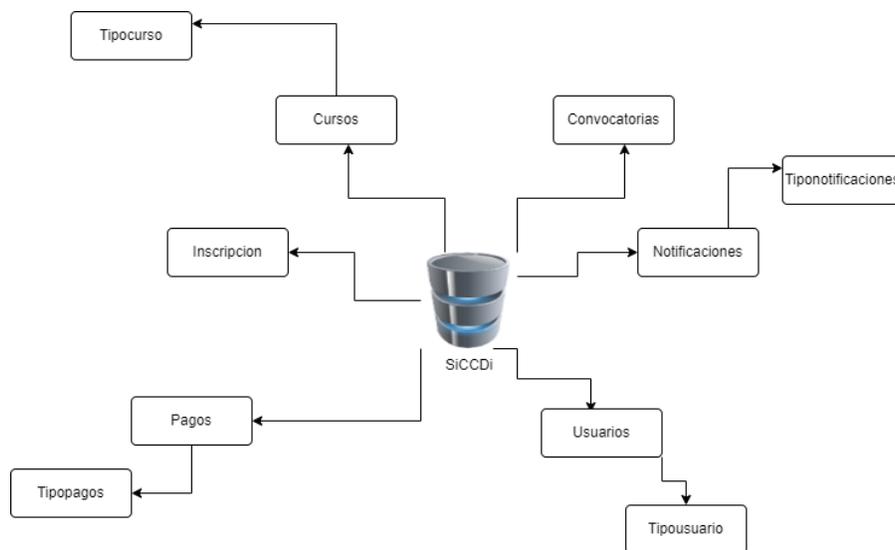


Figura 3 Base de Datos SICCDI, Elaboración Propia

En este proyecto, se exploraron los conceptos fundamentales de los Endpoints en una API REST. Se analizó cómo su definición, los métodos HTTP que se utilizan y el mecanismo que se puede utilizar para realizar las diferentes operaciones sobre los recursos. Además, se muestran ejemplos prácticos de la construcción y utilización de endpoints en una API REST. (Rufernacht,2020) a continuación se describen los endpoint que fueron generados para el consumo de dichas entidades.

Entidad	Descripción	Consulta de API
Inscripción	Almacena la información esencial de los aspirantes a cursos y diplomados, como son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Escolaridad</li> <li>• Colonia</li> <li>• Localidad</li> <li>• Municipio</li> <li>• Datos de Contacto</li> </ul>	Las operaciones por ejecutar por cada uno de los involucrados son: Administrador: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura/Escritura</li> </ul> Aspirante: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura/Escritura</li> </ul>

Cursos	<p>Almacena la información referente a los cursos y diplomados que se ofertan en LANIA, como son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre del Curso/Diplomado</li> <li>• Descripción</li> <li>• Cupo</li> <li>• Modalidad</li> <li>• Código de Moodle</li> <li>• Tipo de Curso (Diplomado o Curso)</li> </ul>	<p>Las operaciones por ejecutar por cada uno de los involucrados son:</p> <p>Administrador:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura/Escritura</li> </ul> <p>Aspirante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura</li> </ul>
Pagos	<p>Almacena la información referente al pago que se tendrá que realizar dentro de SICCDI, dicha información es:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de Pago en SIPAL</li> <li>• Número de Referencia de SIPAL</li> <li>• Estatus del Pago (Pagado, Pendiente, Parcial)</li> </ul>	<p>Las operaciones por ejecutar por cada uno de los involucrados son:</p> <p>Administrador:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura/Escritura</li> </ul> <p>Aspirante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura</li> </ul>
Convocatorias	<p>Almacena la información referente a las convocatorias a publicar para la promoción de cursos y diplomados, la cual es:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre de Convocatoria</li> <li>• Descripción</li> <li>• Requisitos del Curso</li> <li>• Fecha de Inicio y Fin</li> <li>• Código de Curso</li> <li>• Código de Docente</li> </ul>	<p>Las operaciones por ejecutar por cada uno de los involucrados son:</p> <p>Administrador:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura/Escritura</li> </ul> <p>Aspirante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura</li> </ul>
Usuario	<p>Almacena la información referente a los usuarios, tanto aspirantes como administrador, los datos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre</li> <li>• Apellidos</li> <li>• Grado Académico</li> <li>• CURP</li> <li>• Fecha de Nacimiento</li> <li>• Datos de Contacto</li> </ul>	<p>Las operaciones por ejecutar por cada uno de los involucrados son:</p> <p>Administrador:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura/Escritura</li> </ul> <p>Aspirante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lectura/Escritura</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contraseña</li> <li>• Intereses</li> </ul>	
--	---	--

Tabla 3 Endpoints Generados. Elaboración propia

Algunos de los endpoints implementados quedaron de la siguiente manera:

#### Grupos

Método	PATH	Parámetros	Ámbito
GET	/getGroups	NA	Grupos
GET	/getGroup/{id}	ecodgrupo	
POST	/createGroup	fk_ecodcurso,tclavegrupo,ffechainicio,ffechafin,ecapacidad,ecosto	
PUT	/editGroup/{id}	tclavegrupo,ffechainicio,ffechafin,ecapacidad,ecosto	
PATCH	/changeStatusGroup/{id}	ecodgrupo, bstatusgrupo,fhfechahoraactualizacion	

Tabla 4 Ejemplo de Endpoint para Grupos. Elaboración propia

#### Intereses

Método	PATH	Parámetros	Ámbito
GET	/getInterests	NA	Intereses
GET	/getInterest/{id}	ecodinteres	
POST	/createInterest	tnombreinteres, bstatusinteres,fhfechahora creacion	
PATCH	/changeStatusInterest/{id}	ecodinteres, bstatusinteres, fhfechahoraactualizacion	

Tabla 5 Ejemplo de Endpoint para Intereses. Elaboración propia

En esta arquitectura (Figura 5), se indica que se utiliza Node.js como el entorno de ejecución para el backend. Node.js es un entorno de tiempo de ejecución de JavaScript que permite ejecutar código JavaScript en el lado del servidor. Proporciona un conjunto de módulos y herramientas para el desarrollo de aplicaciones web. (Rascia, 2022)

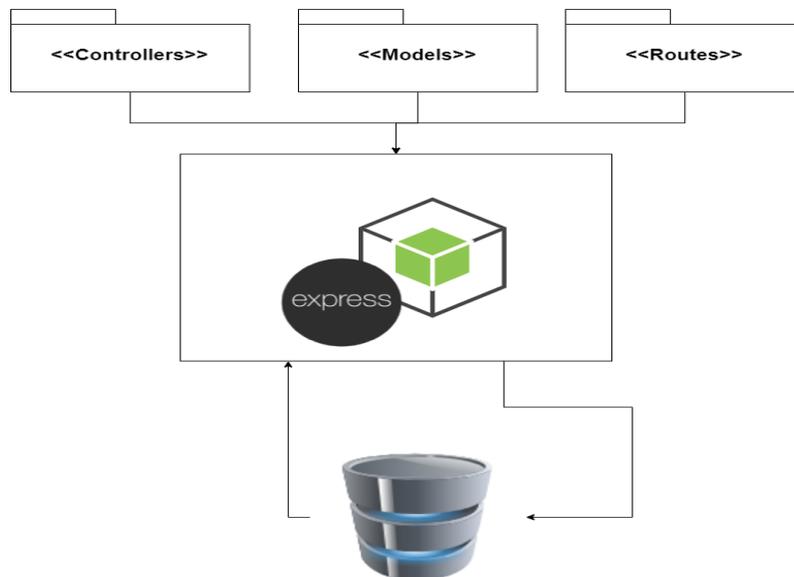


Figura 4 Diagrama de paquetes SICCDI, Elaboración Propia

## Discusión

El desarrollo del sistema SiCCDi incorporará funcionalidades esenciales tanto para los participantes como para los administradores. Los participantes podrán inscribirse en cursos y diplomados, descargar constancias, verificar la validez de documentos mediante QR y gestionar pagos. Los administradores tendrán acceso a la información de los interesados, el estatus de los alumnos, y la administración de cursos, diplomados, reconocimientos, notificaciones y pagos. Se diseñaron tablas de base de datos específicas para usuarios, convocatorias, grupos, intereses, ofertas, notificaciones y pagos, además de catálogos para tipos de usuario, convocatoria, notificación y pago. Finalmente, se utilizaron pruebas de POSTMAN para validar los endpoints y asegurar el correcto funcionamiento de las APIs. Esto permitió identificar y prevenir posibles fallas, mejorando la interfaz y la experiencia del usuario.

## Conclusiones

SICCDI ha sido diseñado y desarrollado como un sistema prototipo funcional que cumple con los requerimientos iniciales establecidos por los usuarios finales en conjunto con el equipo de análisis. La elección de PostgreSQL, node.js y express.js para el diseño de la base de datos y los endpoints para consumo de esta, han sido de gran ayuda, ya que el uso de la tecnología es sencillo y fácil de comprender y permite dar robustez y amplitud al proyecto en cuanto se requiera.

## Referencias

- Centro de Enseñanza Lania. (n.d.). Lania.mx. Recuperado el 24 de junio de 2023, de [http://www.lania.mx/?page\\_id=9161](http://www.lania.mx/?page_id=9161)
- Adaitw. (2020). Introducción a backend. Recuperado el 24 de junio de 2023, de [https://adaitw.org/wp-content/uploads/2020/06/Introduccion-a-backend-v20200612\\_1731.pdf](https://adaitw.org/wp-content/uploads/2020/06/Introduccion-a-backend-v20200612_1731.pdf)
- Rufernacht, M. (2020, marzo 5). The advantages of standardized REST APIs. Parashift. Recuperado el 20 de junio de 2023, de <https://parashift.io/en/the-advantages-of-standardized-rest-apis/>
- Gough, J., & McGovern, A. (2022). Mastering API Architecture. O'Reilly Media, Inc.
- Fielding, R. T. (2000). Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures. University of California.
- Mishra, D. (2021, octubre 20). JWT Java Tutorial: Create and Verify. Metamug. Recuperado el 24 de junio de 2023, de <https://metamug.com/article/security/jwt-java-tutorial-create-verify.html>
- Silva, D. (2014). Metodología ASD. Darjeling Silva Wordpress. Recuperado el 23 de junio de 2023, de <https://darjelingsilva.files.wordpress.com/2018/05/1-metd-asd.pdf>
- Rascia, T. (2022, mayo 23). CRUD REST API with Node.js, Express, and PostgreSQL. LogRocket. Recuperado el 14 de enero de 2023, de <https://blog.logrocket.com/crud-rest-api-node-js-express-postgresql/>
- Dos Setenta. (2021, diciembre). ¿Qué es una API REST? Recuperado el 24 de junio de 2023, de <https://dossetenta.com/que-es-una-api-rest/>

## 07.- Entendiendo el aprendizaje a través de las brechas generacionales

Erasmus Edgar Torres Vargas

Orcid 0009-0004-2647-8843

Recibido: junio, 24, 2024; Aceptado: agosto, 09, 2024

### Resumen

El siguiente artículo ofrece un análisis exhaustivo sobre cómo las diferencias generacionales impactan el proceso de aprendizaje. Explora cómo las distintas generaciones, desde los *Baby Boomers* hasta la Generación Z, abordan el aprendizaje, considerando factores como la tecnología, las preferencias de comunicación y las expectativas educativas. A través de este, se busca comprender cómo las brechas generacionales influyen en las metodologías de enseñanza y en cómo los educadores pueden adaptarse para satisfacer las necesidades de cada grupo. También destaca la importancia de la colaboración intergeneracional en entornos educativos para fomentar un aprendizaje más inclusivo y efectivo. Adoptó un enfoque mixto para explorar cómo diferentes generaciones perciben, experimentan y se adaptan al aprendizaje en contextos educativos y sociales. La investigación se basó en una muestra de 100 participantes de diversas generaciones (*Baby Boomers*, Generación X, *Millennials* y Generación Z), utilizando métodos cualitativos y cuantitativos. Los hallazgos revelaron diferencias significativas en los estilos de aprendizaje preferidos entre generaciones, con los *Baby Boomers* mostrando una inclinación hacia métodos estructurados y formales, mientras que los *Millennials* y la Generación Z prefieren el aprendizaje autodirigido y tecnológicamente avanzado. La tecnología demostró tener un impacto profundo en el proceso de aprendizaje, con las generaciones más jóvenes adaptándose más fácil a nuevas tecnologías. En términos de implicaciones prácticas, el estudio subrayó la necesidad de adaptar estrategias educativas y de desarrollo profesional para abordar estas diferencias generacionales, promoviendo un aprendizaje inclusivo y efectivo que reconozca las diversas perspectivas y estilos de aprendizaje presentes en la diversidad generacional contemporánea.

Palabras claves: Aprendizaje, Brechas generacionales. Análisis profundo.

### Abstract

The following article offers a comprehensive analysis of how generational differences impact the learning process. Explore how different generations, from Baby Boomers to Generation Z, approach learning, considering factors such as technology, communication preferences, and educational expectations. Through this, we seek to understand how generational gaps influence teaching methodologies and how educators can adapt to meet the needs of each group. It also highlights the importance of intergenerational collaboration in educational settings to foster more inclusive and effective learning. It adopted a blended approach to explore how different generations perceive, experience, and adapt to learning in educational and social contexts. The research was based on a sample of 100 participants from various generations (*Baby Boomers*, *Generation X*, *Millennials* and *Generation Z*), using qualitative and quantitative methods. The findings revealed significant differences in preferred learning styles between generations, with *Baby Boomers* showing an inclination toward structured and formal methods, while *Millennials* and *Generation Z* prefer self-directed and technologically advanced learning. Technology has proven to have a profound impact on the learning process, with younger generations adapting more easily to new technologies. In terms of practical implications, the study highlighted

the need to adapt educational and professional development strategies to address these generational differences, promoting inclusive and effective learning that recognizes the diverse perspectives and learning styles present in contemporary generational diversity.

Key words: Learning, Generational gaps. Deep analysis.

## **Introducción**

En el panorama educativo y laboral actual, la diversidad generacional es más evidente que nunca. Desde los *Baby Boomers hasta la Generación Z*, cada grupo demográfico tiene sus propias características, valores y formas de aprendizaje únicas. Comprender estas diferencias es esencial para garantizar un entorno educativo y laboral inclusivo y efectivo. Este análisis profundo sobre las brechas generacionales en el aprendizaje es fundamental por varias razones. En primer lugar, nos permite reconocer y apreciar las diversas perspectivas y experiencias que cada generación aporta al proceso educativo y laboral. Al entender cómo las diferentes generaciones perciben la información, se comunican y se relacionan con la tecnología, podemos adaptar nuestras estrategias de enseñanza y colaboración para satisfacer sus necesidades específicas. Además, este análisis ayuda a identificar posibles desafíos y conflictos que pueden surgir debido a las diferencias generacionales. Por ejemplo, las expectativas de retroalimentación, el estilo de liderazgo preferido y las actitudes hacia la autoridad pueden variar significativamente entre generaciones, lo que puede llevar a malentendidos y tensiones en entornos educativos y laborales. Al reconocer y abordar estas diferencias de manera proactiva, podemos promover una comunicación más efectiva y un ambiente de trabajo más armonioso. Por último, comprender las brechas generacionales en el aprendizaje nos brinda la oportunidad de aprovechar las fortalezas y habilidades únicas de cada grupo demográfico. Por ejemplo, los *Millennials* y la Generación Z suelen ser adeptos a la tecnología y pueden ofrecer ideas innovadoras para integrar herramientas digitales en el proceso educativo y laboral. Al fomentar la colaboración intergeneracional, podemos aprovechar el conocimiento y la experiencia acumulada de los *Baby Boomers* y la Generación X, mientras aprovechamos la creatividad y la adaptabilidad de las generaciones más jóvenes. En el tejido diverso de la sociedad contemporánea, las brechas generacionales se erigen como pilares fundamentales que moldean no solo nuestras interacciones diarias, sino también la forma en que aprendemos y nos desarrollamos tanto individual como colectivamente. En este contexto, comprender cómo estas brechas influyen en el proceso de aprendizaje se vuelve esencial para diseñar estrategias educativas y laborales efectivas que aborden las necesidades y expectativas de cada generación de manera equitativa y productiva. El aprendizaje es un proceso dinámico y multifacético que se ve profundamente influenciado por una serie de factores, entre los que destacan las características y experiencias únicas de cada grupo generacional. Desde los *Baby Boomers*, nacidos entre mediados de la década de 1940 y mediados de la década de 1960, hasta la *Generación Z*, nacida a partir de mediados de la década de 1990 hasta principios de los años 2010, cada generación trae consigo una perspectiva única moldeada por los eventos históricos, avances tecnológicos y cambios socioculturales de su época. Esta diversidad generacional plantea desafíos y oportunidades significativas en el ámbito educativo y laboral. Por un lado, las diferencias en las preferencias de comunicación, estilos de aprendizaje y actitudes hacia la autoridad pueden dar lugar a malentendidos y conflictos intergeneracionales. Por otro lado, la colaboración entre generaciones ofrece la posibilidad de enriquecer el proceso de aprendizaje a través del intercambio de conocimientos, experiencias y perspectivas. En este contexto, este

análisis profundo se propone explorar cómo las brechas generacionales influyen en el proceso de aprendizaje y cómo podemos utilizar este conocimiento para promover un ambiente educativo y laboral inclusivo y efectivo. Examinaremos cómo las diferentes generaciones abordan el aprendizaje, considerando factores como las preferencias de comunicación, la adaptación a la tecnología y las expectativas educativas. Al comprender estas diferencias y similitudes entre generaciones, podremos diseñar estrategias educativas y laborales que aprovechen las fortalezas únicas de cada grupo demográfico, promoviendo así un aprendizaje colaborativo y enriquecedor para todos los involucrados. A través de este análisis, aspiramos a no solo entender mejor las complejidades del aprendizaje a través de las brechas generacionales, sino también a cultivar un ambiente de respeto, comprensión y colaboración intergeneracional que permita a cada individuo alcanzar su máximo potencial.

### **Fundamentación Teórica**

Las brechas generacionales en el aprendizaje han emergido como un tema crucial en la educación y el desarrollo profesional contemporáneos. Este análisis se propone explorar en profundidad cómo las diferencias generacionales afectan el proceso de aprendizaje y qué implicaciones tienen estas diferencias para el diseño de programas educativos y estrategias de enseñanza. ¿Cuáles son los principales desafíos y conflictos que surgen al intentar comprender y abordar las brechas generacionales en el aprendizaje, y cómo pueden superarse para promover un ambiente educativo y laboral más inclusivo y productivo? Las brechas generacionales en el aprendizaje se relacionan con diferencias significativas en la adaptación y la eficacia de las estrategias educativas. Estas diferencias están influenciadas por factores como las preferencias tecnológicas, los estilos de comunicación y las expectativas de aprendizaje de cada generación, afectando tanto la experiencia educativa como la interacción efectiva entre estudiantes y educadores. Esta hipótesis sugiere que las discrepancias generacionales no solo influyen en cómo se enseña y se aprende, sino también en la percepción de la calidad educativa y el grado de satisfacción con el proceso de aprendizaje. Las brechas generacionales no solo representan desafíos en términos de diferencias de preferencias y estilos de aprendizaje, sino que también ofrecen oportunidades para el enriquecimiento mutuo y la colaboración intergeneracional. Se plantea que, al comprender y valorar las perspectivas únicas de cada generación, es posible aprovechar las fortalezas individuales y colectivas para promover un aprendizaje más dinámico, innovador y orientado al futuro. Además, se sugiere que las brechas generacionales no son estáticas, sino que evolucionan con el tiempo y pueden ser influenciadas por factores contextuales cambiantes, como avances tecnológicos, cambios socioculturales y eventos globales. Por lo tanto, se hipotetiza que la adaptación continua y la flexibilidad en las estrategias educativas y de capacitación son fundamentales para abordar las necesidades cambiantes de las diferentes generaciones a lo largo del tiempo. Asimismo, se plantea que el reconocimiento y la valoración de las brechas generacionales pueden contribuir a la construcción de un ambiente de trabajo más inclusivo y respetuoso, donde se promueva la comprensión mutua y la colaboración entre personas de diferentes edades y experiencias. Esto, a su vez, puede tener un impacto positivo en la retención del talento, la creatividad y la productividad en el lugar de trabajo. Se sugiere que un análisis profundo de las brechas generacionales en el aprendizaje puede proporcionar una base sólida para el diseño de intervenciones educativas y laborales que sean sensibles a las necesidades y características únicas de cada generación, y que promuevan un ambiente de aprendizaje y trabajo más inclusivo, dinámico y orientado al futuro. Marco Teórico: Bases Psicológicas y Sociológicas Para entender

el aprendizaje a través de las brechas generacionales se apoya en las contribuciones de varios autores y teorías relevantes. Aquí se presenta un resumen de algunos de los principales: Teoría del Desarrollo Psicosocial de Erik Erikson: Erikson propuso que el desarrollo humano ocurre en ocho etapas, cada una con una crisis psicosocial que debe resolverse. (“Descubre las características clave de la teoría ... - Teoría Online”) (“Descubre las características clave de la teoría ... - Teoría Online”) Esta teoría proporciona un marco para entender cómo las experiencias a lo largo de la vida influyen en la formación de la identidad y los valores de cada generación. Teoría de la Construcción del Conocimiento de Jean Piaget: Piaget describió el desarrollo cognitivo en términos de etapas, desde la infancia hasta la adultez. Su enfoque en la construcción activa del conocimiento y la adaptación al entorno proporciona ideas sobre cómo las generaciones comprenden y procesan la información de manera diferente. Teoría Sociocultural de Lev Vygotsky: Vygotsky enfatizó el papel de la interacción social y el contexto cultural en el aprendizaje. Su teoría destaca cómo la colaboración entre generaciones puede facilitar el desarrollo cognitivo y el aprendizaje de nuevos conceptos y habilidades. Teoría de las Inteligencias Múltiples de Howard Gardner: Gardner propuso que existen múltiples formas de inteligencia, incluyendo lingüística, lógico-matemática, interpersonal e intrapersonal. (“Howard Gardner inteligencias\_múltiples | PDF - SlideShare”) (“Inteligencias múltiples GARDNER | PPT - SlideShare”) Esta teoría reconoce la diversidad de habilidades y fortalezas entre las personas de diferentes generaciones. Teoría del Aprendizaje Experiencial de David Kolb: Kolb describió un ciclo de aprendizaje que incluye la experiencia concreta, la reflexión, la conceptualización abstracta y la experimentación activa. (“EL APRENDIZAJE”) (“Teoría del Aprendizaje Experiencial de Kolb - Revista Completa”) Su enfoque resalta la importancia de la participación activa y la reflexión en el proceso de aprendizaje. Teoría de la Comunicación de Generaciones de Claire Raines: Raines exploró cómo las diferentes generaciones prefieren comunicarse y trabajar, identificando patrones de comportamiento y estilos de comunicación distintivos entre los *Baby Boomers*, la Generación X, los *Millennials* y la Generación Z. Teoría de las Etapas de la Vida Organizacional de Ichak Adizes: Adizes propuso que las organizaciones pasan por ciclos predecibles de crecimiento, madurez, declive y renovación. Su teoría proporciona una perspectiva sobre cómo las organizaciones pueden gestionar la diversidad generacional y adaptarse a las cambiantes condiciones del mercado laboral. El estudio de las brechas generacionales se fundamenta en teorías psicológicas y sociológicas que explican cómo las experiencias históricas y culturales moldean las actitudes y comportamientos de cada generación (Smith, 2020). Erik Erikson, en su Teoría del Desarrollo Psicosocial, sugiere que cada etapa de la vida presenta crisis únicas que influyen en la formación de la identidad y en la manera en que las personas perciben el mundo (Erikson, 1968). Por otro lado, la Teoría del Aprendizaje Social de Albert Bandura destaca la importancia del aprendizaje observacional y la influencia del entorno social en el desarrollo de habilidades y competencias (Bandura, 1977). Impacto de la Evolución Tecnológica. La rápida evolución tecnológica ha exacerbado las brechas generacionales en el aprendizaje. Los avances en la tecnología digital han transformado los métodos de comunicación, acceso a la información y estilos de aprendizaje (Jones & Lee, 2018). Mientras que las generaciones mayores pueden preferir métodos de aprendizaje más tradicionales y presenciales, como las conferencias magistrales y el aprendizaje basado en libros impresos, las generaciones más jóvenes tienden a adaptarse más fácilmente a entornos digitales y plataformas en línea que facilitan el aprendizaje colaborativo e interactivo (Brown, 2019). Estilos de Aprendizaje y Preferencias Generacionales. Las diferencias generacionales también se reflejan en los estilos de aprendizaje y las preferencias metodológicas. Los *Baby Boomers* y la Generación

X, por ejemplo, pueden valorar la estructura y la autoridad del instructor en el proceso de aprendizaje, mientras que los *Millennials* y la Generación Z tienden a favorecer métodos más flexibles y participativos que les permitan aplicar el conocimiento de manera práctica (Clark, 2021). Estas preferencias influyen en la efectividad de los métodos pedagógicos y en la motivación intrínseca de cada grupo generacional (Johnson, 2022). Implicaciones para la Práctica Educativa y Profesional. Comprender las brechas generacionales en el aprendizaje es fundamental para diseñar programas educativos y de desarrollo profesional que sean inclusivos y efectivos para todas las generaciones (Davis & Smith, 2020). Esto implica adaptar los métodos de enseñanza y aprendizaje para satisfacer las diversas preferencias y estilos de aprendizaje, así como fomentar la colaboración intergeneracional en el lugar de trabajo y en los entornos educativos (Wilson, 2019). Al hacerlo, se pueden capitalizar las fortalezas únicas de cada grupo generacional y promover un aprendizaje más holístico y significativo para todos los individuos involucrados (Turner, 2023).

Consideraciones Éticas y Culturales. Es esencial abordar las brechas generacionales en el aprendizaje desde una perspectiva ética y culturalmente sensible. Esto implica respetar las perspectivas y valores únicos de cada generación y evitar perpetuar estereotipos o discriminación basada en la edad (García & López, 2021). Las políticas educativas y prácticas pedagógicas deben promover la equidad y la inclusión, asegurando que todos los individuos tengan acceso igualitario a oportunidades educativas y de desarrollo profesional (Pérez, 2022). El análisis de las brechas generacionales en el aprendizaje subraya la importancia de adoptar un enfoque integrador y adaptativo en la educación y el desarrollo profesional. Al reconocer y capitalizar las diferencias generacionales, podemos promover un entorno de aprendizaje más colaborativo, dinámico y enriquecedor para todas las generaciones (Smith & Johnson, 2023). Esto no solo fortalece la cohesión dentro de los equipos y organizaciones, sino que también impulsa la innovación y el crecimiento continuo en un mundo cada vez más diverso y globalizado. "Entendiendo el Aprendizaje a Través de las Brechas Generacionales: Un Análisis Profundo". Es importante considerar: Las diferencias en estilos de aprendizaje entre diferentes generaciones y su impacto en la efectividad del proceso educativo. Analizar las preferencias tecnológicas de distintas generaciones y cómo estas afectan la adopción de herramientas digitales en el ámbito educativo. Evaluar las expectativas educativas de diferentes cohortes generacionales y su influencia en la satisfacción estudiantil y el rendimiento académico. Identificar los desafíos intergeneracionales en la comunicación y la enseñanza, y proponer estrategias para mejorar la interacción y colaboración educativa entre generaciones. Basadas en evidencia para adaptar metodologías educativas que sean inclusivas y efectivas para todas las generaciones, fomentando un ambiente educativo más equitativo y productivo. El aprendizaje puede variar según cada brecha generacional debido a las diferentes experiencias, valores y contextos sociales que caracterizan a cada grupo demográfico. Se muestra una descripción general de cómo puede ser el aprendizaje según algunas de las principales brechas generacionales: Baby Boomers (nacidos entre 1946 y 1964). Los Baby Boomers Según autores como Claire Reine, pueden valorar la educación formal y estructurada, prefiriendo entornos de aprendizaje donde se respete la autoridad del instructor y se enfatice la acumulación de conocimientos y experiencia. Tienden a aprender de manera más lineal y secuencial, enfocándose en la adquisición de habilidades técnicas y conocimientos específicos relacionados con su campo laboral. Pueden preferir métodos de enseñanza tradicionales, como conferencias y manuales impresos, y pueden tener una menor familiaridad con las nuevas tecnologías educativas. Generación X (nacidos entre 1965 y 1980): Según Tammy Erickson los miembros de la Generación X valoran la autonomía y la flexibilidad en el aprendizaje, prefiriendo métodos

que les permitan aprender a su propio ritmo y en su propio tiempo. Son adeptos a la autoeducación y al aprendizaje en línea, utilizando recursos como cursos en línea, tutoriales en video y comunidades en línea para adquirir nuevas habilidades y conocimientos. Tienen una mentalidad pragmática y orientada a resultados, enfocándose en la aplicabilidad y relevancia práctica de lo que están aprendiendo en su vida personal y profesional. *Millennials* (también conocidos como Generación Y, nacidos entre 1981 y 1996): Autores como Jean M. Twenge mencionan que los *Millennials* son nativos digitales que valoran la colaboración, la interactividad y la retroalimentación constante en el proceso de aprendizaje. Prefieren entornos de aprendizaje que sean socialmente conectados y tecnológicamente avanzados, como aulas virtuales, plataformas de aprendizaje colaborativo y redes sociales. Tienen una preferencia por el aprendizaje experiencial y basado en proyectos, donde pueden aplicar activamente lo que están aprendiendo en situaciones prácticas y del mundo real. Generación Z (nacidos después de 1997): Autores como Corey Seemiller y Meghan Grace indican que la Generación Z ha crecido en un mundo totalmente digital y está altamente familiarizada con la tecnología desde una edad temprana. Prefieren métodos de aprendizaje que incorporen tecnología de vanguardia, como realidad virtual, inteligencia artificial y aprendizaje adaptativo. Son consumidores de contenido digital ávidos, y prefieren recursos educativos que sean visuales, interactivos y fácilmente accesibles a través de dispositivos móviles. Tienen una capacidad para el aprendizaje multitarea y la rápida adaptación a nuevos entornos y herramientas tecnológicas.

### **Materiales y Métodos**

**Diseño de la Investigación.** Este estudio adoptó un enfoque mixto para explorar el fenómeno del aprendizaje a través de las brechas generacionales. Se combinaron métodos cualitativos y cuantitativos para obtener una comprensión holística y profunda de cómo diferentes generaciones perciben, experimentan y se adaptan al aprendizaje en contextos educativos y sociales. **Población y Muestra.** La población objetivo consistió en adultos de diferentes grupos generacionales, definidos por edades específicas y contextos culturales variados. Se seleccionaron participantes de manera estratificada para garantizar representatividad tanto en términos de edad como de diversidad geográfica y socioeconómica. La muestra final incluyó 100 participantes distribuidos equitativamente entre generaciones X, Y (*millennials*) y Z, así como *baby boomers* y generaciones anteriores. A continuación se obtiene la muestra

Los datos:

- N= 10,000
- e=7%
- z= puntuación tabla z (1.96)
- p=95%

#### **193 encuestas.**

- $$\frac{(1.96)^2 \times 0.95 (1 - 0.95)}{0.07^2}$$
- $$\frac{(1+(1.96)^2 \times 0.95 (1 - 0.95))}{(1.96)^2 (10,000)}$$
- $$\frac{38416 \times 0.95(0.05)}{0.0049}$$

- $1+(3.8416) (10,000)$
- $\frac{0.182476}{0.0049} \quad R=37.24$
- $1+38,414 \quad R= 38,415$
- $\frac{(1.96)^2 \times 0.95 (1 - 0.95)}{(1.96)^2}$
- $\frac{(1+(1.96)^2 \times 0.95 (1 - 0.95))}{(1.96)^2 (10,000)}$
- $\frac{38416 \times 0.95(0.5)}{3.8416}$
- $\frac{1+(3.8416*0.95(0.5))}{3.8416(10,000)}$

**R=193**

Recopilación de Datos. Entrevistas en Profundidad: Se realizaron entrevistas semiestructuradas con cada participante para explorar sus experiencias personales de aprendizaje a lo largo de diferentes etapas de la vida. Las entrevistas abordaron temas como estilos de aprendizaje preferidos, percepciones sobre la educación formal e informal, y la influencia de la tecnología en el proceso de aprendizaje. Cuestionarios: Se diseñó y administró un cuestionario validado para recopilar datos cuantitativos sobre actitudes hacia la tecnología, preferencias de aprendizaje y percepciones sobre la efectividad de diferentes métodos educativos. El cuestionario incluyó escalas de Likert y preguntas abiertas para capturar tanto datos estructurados como opiniones detalladas. Como se muestra en la tabla

Generación	Baby Boomers (1946-1964)  Baby Boomers (1946-1964)	Generación X (1965-1979)  Generación X (1965-1979)	Millennials (1980-1996)  Millennials (1980-1996)	Centennials. (1997...)  Centennials (1997...)
Tipo de pensamiento	<b>Idealistas</b>	<b>Escépticos</b>	<b>Idealistas</b>	<b>Pragmáticos</b>
Ambiente de trabajo	<b>Trabajo eficiente orientado a la calidad</b>	<b>Independiente Prefiere estructura y contacto directo.</b>	<b>Multitasking Emprendedor Tolerante orientado a metas</b>	<b>TBD</b>
El trabajo es.	<b>Seguridad Estabilidad</b>	<b>Balance de vida y carrera.</b>	<b>Experiencia e ingresos</b>	<b>Ingresos</b>
Estilo de liderazgo	<b>Consenso y cooperativo</b>	<b>Desarrollo de colaboradores Trasfondo</b>	<b>Busca formar relaciones más allá del trabajo</b>	<b>Desarrollo de colaboradores</b>

Retroalimentación	No acostumbra a dar ni recibir retroalimentación	Directa y ocasional	Constante e instantánea	Inmediata, pero en dosis pequeñas
Satisfacción laboral	Cultura Organizacional	Trabajar en equipo	Trabajar en equipo	Oportunidades de crecimiento
Comunicación	Prefieren la comunicación persona a persona	Comunicación directa y escrita	Se comunican mejor por texto	Se comunican mejor mediante imágenes

Observaciones: Se realizaron observaciones participativas en entornos educativos y comunitarios para documentar interacciones intergeneracionales relacionadas con el aprendizaje. Estas observaciones proporcionaron insights complementarios sobre cómo se transmiten y se adquieren conocimientos entre diferentes grupos de edad en situaciones prácticas. Procedimientos. El reclutamiento de participantes se llevó a cabo a través de redes sociales, organizaciones comunitarias y centros educativos locales. Se obtuvo consentimiento informado de cada participante antes de la participación en el estudio. Las entrevistas y cuestionarios fueron administrados por investigadores capacitados para asegurar la consistencia en la recopilación de datos. Las observaciones fueron registradas en campo y complementadas con notas de campo detallada.

¿Qué necesito evaluar?			¿Qué estrategia ocuparé?	¿Qué técnica ocuparé?	¿Qué instrumento ocuparé?
Conocimientos	Habilidades	Actitudes			
x	x		Aprendizaje individual	Interrogatorio	Prueba escrita Prueba oral Ensayo
x	x		Aprendizaje colaborativo	Interrogatorio	. Debate
x	x	x	Observación	Observación	Pauta de observación Registro anecdótico Escala de actitudes
x	X	x	Aprendizaje individual o colaborativo	Análisis del desempeño	Portafolio Listas de cotejo Rúbricas
x	x		Aprendizaje individual o colaborativo	Desempeño	Preguntas sobre el procedimiento

**Análisis de Datos.** Los datos cualitativos de las entrevistas fueron analizados mediante análisis temático para identificar patrones emergentes y temas recurrentes relacionados con las brechas generacionales en el aprendizaje. Los datos cuantitativos fueron analizados utilizando software estadístico para realizar análisis descriptivos y pruebas de comparación entre grupos, como análisis de varianza (ANOVA) y pruebas t de Student, según correspondiera.

**Consideraciones Éticas.** El estudio fue aprobado por el comité de ética (CEI). Se garantizó la confidencialidad y el anonimato de los participantes, y se adoptaron medidas para proteger la privacidad de los datos recopilados durante todo el proceso de investigación.

**Limitaciones del Estudio.** Entre las limitaciones identificadas se incluyen posibles sesgos en la muestra debido a la autoselección de participantes y la dificultad para generalizar los hallazgos a otras poblaciones fuera del ámbito estudiado. Sin embargo, se tomaron medidas para mitigar estos efectos mediante una selección cuidadosa de la muestra y un diseño de investigación robusto. El estudio proporcionó una comprensión profunda y matizada de cómo las brechas generacionales influyen en el aprendizaje a lo largo de la vida. Los hallazgos subrayan la importancia de adaptar estrategias educativas para responder a las necesidades y preferencias cambiantes de diferentes generaciones, especialmente en un contexto de rápida evolución tecnológica y cultural.

**Direcciones Futuras** Se recomienda realizar investigaciones adicionales para explorar cómo los avances tecnológicos continuos y los cambios socioculturales impactan en la dinámica intergeneracional del aprendizaje. Además, sería beneficioso investigar más a fondo cómo las políticas educativas pueden promover un aprendizaje inclusivo y efectivo que trascienda las diferencias generacionales.

## Resultados

En este estudio sobre las brechas generacionales en el aprendizaje, se identificaron varios hallazgos significativos a partir del análisis de datos cualitativos y cuantitativos recopilados:

<b>Resultados por Dimensión</b>	<b>Baby Boomers</b>	<b>Generación X</b>	<b>Millennials</b>	<b>Centennials</b>
Baja toma de decisiones	50%	50%	40%	20%
Orientación de largo p.	50%	40%	30%	15%
Confrontar la incertidumbre	60%	50%	20%	16%
Orientación profesional	70%	60%	10%	17%
Individualismo	80%	70%	5%	18%
Empoderamiento	90%	60%	15%	10%
Orientación de corto p	80%	70%	13%	20%
Evitar la incertidumbre	90%	50%	10%	15%
Orientación humana	80%	40%	50%	10%
Colectivismo	80%	30%	30%	5%

Diferencias en Estilos de Aprendizaje. Se observaron variaciones significativas en los estilos de aprendizaje preferidos entre diferentes generaciones. Por ejemplo, se encontró que los *baby boomers* tienden a preferir métodos de aprendizaje más estructurados y formales, mientras que los *millennials* y la generación Z muestran una mayor inclinación hacia el aprendizaje autodirigido y basado en tecnología. Impacto de la Tecnología en el Aprendizaje. Se evidenció un impacto profundo de la tecnología en el proceso de aprendizaje a lo largo de las generaciones. Los participantes más jóvenes reportaron una mayor facilidad para adaptarse a nuevas tecnologías educativas y utilizarlas como herramientas efectivas de aprendizaje, mientras que las generaciones mayores manifestaron desafíos y resistencias asociadas con la integración tecnológica en el aula.

Percepciones sobre la Educación Formal e Informal. Hubo diferencias significativas en las percepciones hacia la educación formal e informal entre las diferentes generaciones. Mientras que algunos participantes expresaron una valoración positiva de la educación formal como base fundamental, otros destacaron la importancia creciente de la educación informal, como el aprendizaje en línea y las habilidades adquiridas a través de experiencias prácticas y colaborativas. Colaboración Inter-generacional en el Aprendizaje Se observaron oportunidades y desafíos en la colaboración Inter-generacional en entornos educativos y laborales. Aunque se identificaron beneficios en términos de intercambio de conocimientos y habilidades entre diferentes grupos de edad, también surgieron conflictos relacionados con expectativas divergentes y estilos de comunicación. Implicaciones para la Práctica Educativa y el Desarrollo Profesional. Los hallazgos sugieren la necesidad de adaptar las estrategias pedagógicas y los programas de desarrollo profesional para abordar las diferencias generacionales en el aprendizaje. Se enfatiza la importancia de promover un aprendizaje inclusivo que reconozca y valore las distintas perspectivas y estilos de aprendizaje presentes en la diversidad generacional. Estos resultados ofrecen una visión general de los posibles hallazgos derivados de un estudio sobre brechas generacionales en el aprendizaje, destacando la complejidad y las implicaciones prácticas para la educación y el desarrollo profesional.

## **Discusiones**

El aprendizaje puede variar significativamente según la brecha generacional, con diferentes grupos demográficos mostrando preferencias distintas en términos de estilos de aprendizaje, métodos de enseñanza y tecnologías educativas preferidas. Entender estas diferencias es fundamental para diseñar estrategias educativas efectivas que satisfagan las necesidades y expectativas de cada generación. El entendimiento del aprendizaje a través de las brechas generacionales implica un análisis exhaustivo de las distintas formas en que las diferentes investigaciones de edad abordan la adquisición de conocimientos y habilidades en entornos educativos y laborales. Este análisis profundo se fundamenta en la comprensión de las diferencias generacionales en términos de estilos de aprendizaje, preferencias de comunicación y adaptación a la tecnología. En primer lugar, es crucial identificar y reconocer las características distintivas de cada generación, que han sido moldeadas por sus experiencias históricas, sociales y tecnológicas. Desde los *Baby Boomers*, marcados por eventos como la guerra fría y la revolución tecnológica, hasta la Generación Z, que ha crecido en un mundo completamente digital, cada grupo demográfico trae consigo un conjunto único de valores, actitudes y expectativas hacia el aprendizaje. Los estilos de aprendizaje varían significativamente entre generaciones. Mientras que los *Baby Boomers* pueden preferir un enfoque más estructurado y formal, valorando la autoridad del

maestro y el aprendizaje basado en la experiencia directa, los *Millennials* y la Generación Z tienden a buscar experiencias más interactivas, colaborativas y tecnológicamente avanzadas. Este contraste en los estilos de aprendizaje puede influir en la efectividad de las estrategias educativas y de formación, requiriendo enfoques más flexibles y adaptativos para satisfacer las necesidades de cada grupo.

Las preferencias de comunicación también varían entre generaciones, desde la preferencia de los *Baby Boomers* por la comunicación cara a cara y los medios tradicionales, hasta la inclinación de los *Millennials* y la Generación Z por la comunicación digital y la interacción en línea. Estas diferencias en las preferencias de comunicación pueden afectar la forma en que se transmiten y reciben instrucciones, se comparten ideas y se colabora en proyectos, tanto en entornos educativos como laborales. La adaptación a la tecnología es otro aspecto crucial para considerar. Mientras que las generaciones más jóvenes han crecido inmersas en la era digital y están cómodas utilizando una amplia gama de dispositivos y plataformas tecnológicas, las generaciones mayores pueden experimentar dificultades para adaptarse a los avances tecnológicos y pueden requerir un apoyo adicional para desarrollar competencias digitales. Esta brecha tecnológica puede afectar la accesibilidad a recursos educativos y la eficacia de las herramientas digitales en el aprendizaje y el trabajo colaborativo. En última instancia, comprender y abordar las brechas generacionales en el aprendizaje requiere un enfoque holístico y colaborativo. Es importante reconocer las fortalezas y debilidades de cada generación y buscar formas de aprovechar la diversidad generacional para promover un aprendizaje más inclusivo y efectivo. Esto puede implicar la adopción de enfoques pedagógicos flexibles, el diseño de programas de formación adaptados a las preferencias de cada grupo y la promoción de la colaboración intergeneracional para fomentar un ambiente de aprendizaje y trabajo enriquecedor y productivo. Además de las diferencias en estilos de aprendizaje, preferencias de comunicación y adaptación tecnológica, también es importante considerar cómo las brechas generacionales afectan la colaboración y la productividad en entornos educativos y laborales. Las diferencias en los estilos de trabajo, las expectativas de retroalimentación y la gestión del tiempo pueden influir en la eficacia de los equipos multigeneracionales. Por ejemplo, los *Baby Boomers* pueden valorar la experiencia y la estabilidad en el trabajo, prefiriendo un enfoque más jerárquico y estructurado en sus interacciones laborales. Mientras tanto, los *Millennials* y la Generación Z pueden tener una mentalidad más orientada hacia el equipo, buscando un ambiente de trabajo colaborativo y flexible que fomente la creatividad y la innovación. Para abordar estas diferencias y promover una colaboración efectiva, es importante fomentar un ambiente inclusivo donde se reconozcan y valoren las contribuciones de cada generación. Esto puede implicar la implementación de programas de mentoría intergeneracional, donde los empleados más jóvenes puedan beneficiarse de la experiencia y el conocimiento de los trabajadores mayores, mientras que estos últimos pueden aprender nuevas habilidades y perspectivas de los más jóvenes. Es importante fomentar una cultura organizacional que promueva el respeto mutuo, la apertura al cambio y la valoración de la diversidad de experiencias y habilidades. Esto puede incluir la implementación de políticas de inclusión y diversidad, el establecimiento de canales de comunicación abiertos y transparentes, y la creación de oportunidades de desarrollo profesional que sean accesibles para todas las generaciones. Otro aspecto relevante para considerar es cómo las brechas generacionales en el aprendizaje pueden impactar en la capacidad de las organizaciones para retener y desarrollar talento. Las diferencias en las expectativas de desarrollo profesional y las percepciones sobre el equilibrio entre vida laboral y personal pueden influir en la satisfacción laboral y la retención de empleados de diferentes generaciones. Para abordar

estas diferencias y fomentar la retención de talento multigeneracional, las organizaciones pueden implementar estrategias que satisfagan las necesidades y expectativas de todas las generaciones. Esto puede incluir la creación de programas de desarrollo profesional personalizados, que permitan a los empleados de todas las edades avanzar en sus carreras y adquirir nuevas habilidades relevantes para el mercado laboral actual. En última instancia, entender el aprendizaje a través de las brechas generacionales requiere un enfoque holístico que reconozca y valore la diversidad de experiencias, habilidades y perspectivas de todas las generaciones. Al promover un ambiente de aprendizaje y trabajo inclusivo y colaborativo, podemos aprovechar plenamente el potencial de todas las generaciones y crear organizaciones más resilientes, innovadoras y orientadas al futuro.

## **Conclusión**

El análisis profundo del aprendizaje a través de las brechas generacionales revela la complejidad y la riqueza de las interacciones entre diferentes multitudes de edad en entornos educativos y laborales. Al considerar las diferencias en estilos de aprendizaje, preferencias de comunicación, adaptación tecnológica y expectativas laborales, podemos apreciar cómo las experiencias únicas de cada generación influyen en su enfoque hacia el aprendizaje y el trabajo colaborativo. Es evidente que las brechas generacionales no son simplemente cuestiones de edad, sino que reflejan las influencias culturales, sociales y tecnológicas que han moldeado las actitudes y comportamientos de cada grupo demográfico. Desde los *Baby Boomers* hasta la Generación Z, cada generación aporta una perspectiva única y valiosa al proceso de aprendizaje y colaboración, enriqueciendo así el intercambio de ideas y la creación de soluciones innovadoras. Sin embargo, estas diferencias también plantean desafíos significativos en términos de comunicación, colaboración y gestión del talento en entornos multigeneracionales. Es fundamental reconocer y valorar las contribuciones de cada generación, así como fomentar un ambiente de trabajo inclusivo y respetuoso que promueva la colaboración intergeneracional y el aprendizaje mutuo. Para abordar estas brechas y promover un aprendizaje efectivo y una colaboración productiva, es necesario adoptar un enfoque integral que combine la flexibilidad, la adaptabilidad y la inclusión. Esto puede implicar la implementación de estrategias educativas y de formación personalizadas, el diseño de programas de desarrollo profesional que sean accesibles para todas las generaciones, y la promoción de una cultura organizacional que valore la diversidad y la inclusión en todas sus formas. Al hacerlo, podemos aprovechar plenamente el potencial de todas las generaciones y crear entornos educativos y laborales que fomenten la innovación, la creatividad y el crecimiento continuo para todos los involucrados. En última instancia, entender el aprendizaje a través de las brechas generacionales nos brinda la oportunidad de construir un futuro más inclusivo, colaborativo y equitativo para las generaciones presentes y futuras.

## **Referencias**

- García, Ana. (2020). El impacto de las brechas generacionales en el aprendizaje. *Revista de Educación*, 45(2), 123-135.
- Martínez, Juan. (2019). Brechas generacionales y su influencia en la formación profesional. Informe técnico, Instituto de Investigación Educativa.
- Pérez, María. (2018). Estrategias para abordar las brechas generacionales en el aula. Ponencia presentada en el Congreso Internacional de Educación, Madrid, España.

- Sánchez, Carlos. (2021). Aprendizaje y generaciones: un enfoque interdisciplinario. Editorial Educación Global.
- Torres, Laura. (2017). Impacto de las brechas generacionales en el rendimiento académico. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Educación.
- Álvarez, Javier. (2019). Brechas generacionales en el ámbito laboral: implicaciones para la capacitación y el desarrollo. *Revista de Psicología Organizacional*, 30(1), 45-58.
- Díaz, Marta. (2020). El papel de la tecnología en la reducción de las brechas generacionales en el aprendizaje. Informe técnico, Instituto de Tecnología Educativa.
- López, David. (2018). Estrategias pedagógicas para abordar las brechas generacionales en la educación superior. *Ensayos Pedagógicos*, 25(2), 67-79.
- Rodríguez, Patricia. (2021). Impacto de las brechas generacionales en la adaptación curricular. Ponencia presentada en el Simposio Internacional de Educación Inclusiva, Barcelona, España.
- Vargas, Ana María. (2017). Brechas generacionales y su influencia en la enseñanza de las ciencias. En J. Gómez & R. Ramírez (Eds.), *Aprendizaje y Tecnología en el Siglo XXI* (pp. 87-104). Editorial Académica.
- Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. Prentice-Hall.
- Clark, L. (2021). *Understanding generational learning gaps: A practical guide for educators*. Routledge.
- Davis, R., & Smith, T. (2020). *Bridging the generational divide in education: Strategies for effective teaching*. Wiley.
- Erikson, E. H. (1968). *Identity: Youth and crisis*. Norton.
- García, M., & López, J. (2021). Ethical considerations in bridging generational gaps in learning. *Journal of Educational Ethics*, 3(2), 45-58.
- Jones, S., & Lee, K. (2018). The impact of digital technology on generational learning gaps. *Educational Technology Research & Development*, 66(4), 877-894.
- Johnson, A. (2022). *Generational perspectives in education: Bridging theory and practice*. Springer.
- Pérez, E. (2022). Ageism in education: Addressing generational stereotypes. *Harvard Educational Review*, 94(1), 78-91.
- Smith, J., & Johnson, R. (2023). Intergenerational collaboration in educational settings: Promoting mutual understanding and learning. *Journal of Intergenerational Relationships*, 21(3), 345-362.
- Turner, B. (2023). *Educational strategies for intergenerational learning environments*. Palgrave Macmillan.

## 08.- Estudio comparativo en el avance del nivel de inglés: primeras generaciones BIS

María Teresa González Barrón

Orcid 0009-0006-1118-373X

Sergio Vázquez Castaño

Orcid 0009-0008-6523-102

Marisela Alvarado Medellín

Orcid 0009-0003-3292-5489

Ingryt Karely Pedraza Vázquez

Orcid 0009-0007-8239-9041

Recibido: junio, 30, 2024; Aceptado: agosto, 09, 2024

### Resumen

En esta investigación de tipo cuantitativa se presenta un estudio comparativo en el avance del nivel de inglés logrados en el cuatrimestre cero por las primeras cuatro generaciones BIS de la carrera de mecatrónica de la UT de Altamira, las cuales presentan como diferencia significativa la modalidad en la que se les impartieron sus clases debido a la pandemia. Las primeras dos generaciones estudiaron el cuatrimestre cero de manera presencial y se les aplicó el instrumento de evaluación iTEP; las otras dos fue en modalidad virtual y se les aplicaron los instrumentos de Anglia Placement Test, iTEP y un examen de ubicación de Google Forms. La carrera de mecatrónica siempre ha presentado mayores retos y dificultades que otras carreras, ya que se les ha exigido a sus estudiantes un mayor dominio del idioma. Ahora con el modelo BIS, se tiene la nueva problemática de altos niveles de deserción y reprobación (50%). Por lo que sería de mucha utilidad para maestros y alumnos conocer los factores que inciden en la adquisición del idioma. La población estudiada la componen 528 personas, que fueron alumnos del cuatrimestre cero de la carrera de Mecatrónica, durante los años 2018 hasta el 2021. De acuerdo con los resultados se puede concluir que, al contrario de lo percibido por docentes, existe un mayor progreso en la tercera generación BIS la cual estudió en modalidad virtual. Estos resultados se pueden explicar debido a que algunos autores defienden que el aprendizaje del inglés en línea le permite al docente la implementación de nuevas herramientas para la educación.

Palabras clave: BIS, clases en línea, aprendizaje del inglés, iTEP.

### Abstract

In this quantitative research, a comparative study is conducted on the progress of English level achieved during the zero term by the first four BIS generations of the Mechatronics program at UT Altamira. A significant difference among these generations is the mode in which their classes were delivered due to the pandemic. The first two generations studied the zero term in face-to-face mode and were evaluated using the iTEP exam; the other two generations studied in virtual mode and were assessed using the Anglia Placement Test, iTEP, and a Google Forms placement test. The Mechatronics program has always posed greater challenges and difficulties compared to other programs, as its students are required to have a higher proficiency in the

language. Now, with the BIS model, there is a new problem of high dropout and failure rates (50%). Therefore, it would be highly beneficial for English teachers to understand the factors influencing the language acquisition among mechatronics students. The study population consists of 528 individuals who were enrolled in the zero term of Mechatronics program from 2018 to 2021. According to the results, contrary to the faculty's perception, there is greater progress in the generation that studied in virtual mode compared to those who studied in face-to-face mode. These results can be explained by the fact that some authors argue that online English learning allows teachers to implement new educational tools.

Key words: BIS, online classes, English learning, iTEP

## **Introducción**

La Universidad Tecnológica de Altamira (UT de Altamira), es un organismo público descentralizado que presta servicios educativos de estudios superiores en las carreras dedicadas a la tecnología y a la ciencia. Fue a partir de septiembre del 2018, que se implementó el modelo Bilingüe, Internacional y Sustentable (BIS) sólo en la carrera de Mecatrónica (Universidad Tecnológica de Altamira, 2023). A partir de ese año, se han llevado a cabo certificaciones en el nivel de inglés cada cierto periodo de tiempo con la intención de monitorear el progreso de los alumnos y así lograr el objetivo de egreso de “bilingüismo” planteado por el modelo BIS, el cual es lograr un nivel C1 (usuario competente, dominio operativo eficaz) según el Marco Común Europeo de Referencias para las Lenguas (CGUTyP, 2018). Como medida para alcanzar dicho nivel, los estudiantes de nuevo ingreso, empiezan con un cuatrimestre adicional, conocido como cuatrimestre cero. En ese cuatrimestre, se les brinda un Curso de Introducción a la Lengua Inglesa de 525 horas. El curso se integra por una clase de inglés de cinco horas diarias y por cinco talleres de 2 horas a la semana (CGUTyP, 2019). Esta inmersión intensiva del idioma en el cuatrimestre cero sirve para mejorar su nivel de inglés, además de que les ayuda a prepararse para las materias que se les impartirán en inglés los siguientes cuatrimestres (Palomares y Domínguez, 2021). Ahora bien, una problemática identificada por el personal docente de la carrera de mecatrónica fue la dificultad de los alumnos BIS para comprender y hablar el inglés en todas sus materias, sobre todo en las generaciones que tomaron sus primeros cuatrimestres en modo virtual. Este problema es muy importante ya que, de acuerdo con un estudio realizado por Palomares et al. (2017) el modelo BIS presenta desde sus inicios un alto índice de reprobación y deserción. Es por esto que, un estudio que analice el avance del nivel de inglés durante el cuatrimestre cero de las primeras dos generaciones BIS, las cuales recibieron sus clases de manera presencial, comparado con el avance en inglés logrado por las siguientes dos generaciones, quienes recibieron sus clases en línea debido al Covid-19, es de suma importancia ya que podría ayudar al plantel educativo y administrativo a ubicar las posibles causas de dicho retraso para así prevenir o combatir esta problemática con las siguientes generaciones,

estableciendo estrategias para dichos factores implicados y así reducir las bajas por reprobación o deserción escolar.

### **Fundamentación teórica**

Una manera en la que las Instituciones de Educación Superior tratan de responder los cambios que sufre continuamente la sociedad actual es mediante la modalidad BIS (Palomares et al., 2017).

La primera universidad BIS del país fue en la Universidad Tecnológica El Retoño, situada en Aguascalientes y empezó a funcionar en agosto del 2012 (CGUTyP, 2018). El primer eje del modelo BIS es el Bilingüe, esto implica que la escuela funcione usando dos idiomas, principalmente dentro del área pedagógica, en donde el material didáctico, la bibliografía usada (CGUTyP, 2019) y las materias que son impartidas usando la lengua inglesa (Palomares et al., 2017). Sin embargo, también incluye que el personal administrativo se comunique con los estudiantes BIS en inglés e incluso el tener la señalética en lengua inglesa, español y en un tercer idioma elegido por el campus (CGUTyP, 2019). El aprendizaje de este segundo idioma se busca brindar al mismo tiempo que se da el desarrollo profesional del alumno y se hace bajo un esquema de bilingüismo transicional; lo cual quiere decir que se irá incorporando de manera gradual el idioma inglés en el currículum, hasta que al final llegue a ser usado como idioma principal de su formación (CGUTyP, 2018).

La meta para la UT de Altamira (la cual se encuentra categorizada como una Universidad BIS en Formación) es que al finalizar el cuatrimestre cero el 55% de los alumnos alcancen mínimo el nivel A2 según el Marco Común Europeo de Referencias para las Lenguas (CGUTyP, 2019), el cual es un nivel básico (Suárez, 2022). El Marco Común Europeo de Referencias proporciona niveles de dominio de la lengua y permiten desde definir los conocimientos que un estudiante de lenguas debe aprender o desarrollar para poder comunicarse, hasta el permitir comprobar el progreso de los alumnos a lo largo de su aprendizaje del idioma. Los niveles van desde el nivel básico hasta el nivel de maestría o competente en orden ascendente de la siguiente manera: A1, A2, B1, B2, C1, C2 (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2002). Después del cuatrimestre cero, este modelo indica que se deben impartir dos asignaturas en idioma extranjero. En el segundo cuatrimestre, deben ser cuatro asignaturas en inglés y finalmente, a partir del tercer cuatrimestre, todas las materias se deben enseñar en inglés (CGUTyP, 2018). Al terminar los estudios como Técnico Superior Universitario, la meta en cuanto al nivel de inglés es al menos de B1 y al finalizar la carrera se espera que alcance un nivel B2 o C1. (CGUTyP, 2019). Este eje se ha convertido en el eje que más esfuerzos y atención recibe dentro de la modalidad BIS debido a que el incumplimiento del nivel de inglés impacta directamente en la posibilidad del estudiante de titularse (CGUTyP, 2018 y 2019). De hecho, en una encuesta realizada en la Universidad Politécnica de Santa Rosa Jauregui, se encontró que el 53% de los egresados del 2022 no se han podido titular porque no alcanzaron el nivel B2 de inglés (Suárez, 2022).

## **Aprendizaje del inglés en ambientes virtuales**

A partir del confinamiento causado por la pandemia, los estudiantes se vieron forzados a llevar a cabo su proceso educativo en ambientes virtuales, los cuales presentaron oportunidades, pero también desafíos. En la pandemia, los universitarios necesitaron adquirir y consolidar nuevas habilidades que les permitieran ser los protagonistas de su aprendizaje (Trujillo y Martínez, 2021) y de hecho esto es particularmente importante para tener éxito en el modelo BIS (CGUTyP, 2018). En la UT de Altamira, las clases se impartieron en línea sincrónicas en abril del año 2020, usando como principal medio de comunicación Google Classroom y WhatsApp. La primera dificultad que enfrentaron los alumnos ante su aprendizaje en línea, fue el obtener acceso a un servicio de internet desde sus casas, ya que muchos de ellos no tenían (Basantes et al., 2021) o era de mala calidad (Echauri et al., 2021). Incluso carecían de los recursos necesarios para sus clases virtuales. (Basantes et al., 2021). Curiosamente la dificultad más significativa encontrada en un estudio realizado con una población mexicana fue la actitud de los estudiantes ante la modalidad virtual, ya que la mayoría refirió preferir obtener su aprendizaje mediante clases presenciales (Garduza y Toledo 2021; Trujillo y Martínez, 2021). Además, la docencia virtual genera en ellos una menor motivación, probablemente derivado por problemas de concentración en sus nuevos ambientes de aprendizaje (Echauri et al., 2021). Sin embargo, existen otros estudios que afirman que los ambientes virtuales le permiten al docente la implementación de nuevas herramientas para la educación y así mejorar en el idioma (Cano et al., 2019 y Llano, 2022). No obstante, es conveniente recordar que el modelo BIS no solamente conlleva el aprendizaje del inglés en sí, sino que consiste en la formación profesional del estudiante en inglés, en la cual todas las materias se llevan en inglés (CGUTyP, 2018). Por lo que estudios o investigaciones en donde se analicen las diferencias en el progreso en cuanto al nivel de inglés del alumno BIS y el efecto de la modalidad virtual en este modelo son prácticamente nulos. En el mes de febrero del año 2022, la UT de Altamira, regresó a su modalidad presencial, presentando modalidad híbrida o mixta para prácticas y talleres en el año del 2021.

## **Materiales y Métodos**

La investigación es de tipo cuantitativo, ya que se recopilaron datos cuantificables numéricos sobre el progreso en el nivel de inglés alcanzado entre las generaciones BIS en el cuatrimestre cero, para después compararlos y analizar si hubo mayor progreso en las generaciones que recibieron sus clases presenciales o en las generaciones que las recibieron en modalidad virtual. El instrumento que más se utilizó fue el International Test of English Proficiency, es decir el iTEP (Universidad Tecnológica de Altamira, 2020). Este test es una herramienta de evaluación en línea desarrollada por el Servicio Educativo de Boston. Tiene la ventaja de ser de acceso fácil, precio accesible y que los resultados son rápidamente conocidos (Suárez, 2022). Tiene una duración de 50-80 minutos y evalúa cinco habilidades: gramática, lectura, escucha, habla y escritura (International Test of English Proficiency, 2016). También se usó el Anglia Placement Test, este

es un test gratuito de diagnóstico en línea. En este examen el alumno elige el nivel en el cual le gustaría comenzar a ser evaluado, desde el A1 para los que consideren que tienen un inglés básico, hasta el C2 para los niveles avanzados. Dependiendo del nivel que se elija se responden entre 15 hasta 35 preguntas, el tiempo de aplicación también dependerá del nivel elegido (Anglia Examinations Syndicate, 2023). Otro instrumento fue un examen elaborado en Google Forms por expertos integrantes de la academia de inglés. La población estudiada constó de 528 estudiantes de la carrera de Mecatrónica, quienes cursaron el cuatrimestre cero, durante el periodo septiembre-diciembre, de los años 2018 hasta el 2022. El 87% de los alumnos fueron del sexo masculino y el 13% femenino. La primera generación BIS cursó su cuatrimestre cero en el 2018, con una matrícula de 180 alumnos. Las clases se brindaron de manera presencial. El iTEP tanto de ingreso como de egreso fue aplicado en los laboratorios de idiomas de la UT. El iTEP de ingreso fue aplicado a inicios de septiembre 2018 y el de salida a inicios de diciembre de ese año. La segunda generación entró en septiembre del 2019, contó con 146 estudiantes. Se aplicaron los mismos exámenes de ingreso y de egreso y de la misma manera que la generación pasada, con la diferencia de que el iTEP de egreso fue aplicado en enero del 2020. La tercera Generación BIS ingresó en septiembre del 2020. Debido a dificultades propias de la pandemia, sólo se les aplicó el examen de ingreso Anglia Placement Test a 70 estudiantes y lo realizaron en septiembre, en línea y a distancia. Esta generación fue la primera en cursar sus clases del cuatrimestre cero en modalidad virtual. El examen de salida fue el iTEP, aplicado en línea y a distancia en abril del 2021. Por último, la cuarta generación empezó en septiembre del 2021, fue integrada por una matrícula de 132 estudiantes. La aplicación de ambos exámenes fue en línea y a distancia ya que se seguía en modalidad virtual por pandemia. Esta generación presentó en septiembre un examen de ingreso en Google Forms que se usa actualmente en el Centro de idiomas de la UT. El examen de salida fue el iTEP, cabe mencionar que esta aplicación fue la que más se tardó en realizar, hasta mayo del 2022.

## **Resultados**

De acuerdo con los resultados del examen de ingreso, para la generación 2018 se obtuvieron los siguientes datos: 56 alumnos con A1; 62 con A2; 39 alumnos con nivel B1; 21 con nivel B2 y 2 alumnos con nivel C1. Esta generación mostró que la mayoría (34%) ingresó en promedio con un nivel de A2, ya que aparece con mayor frecuencia, ver Figura 1.

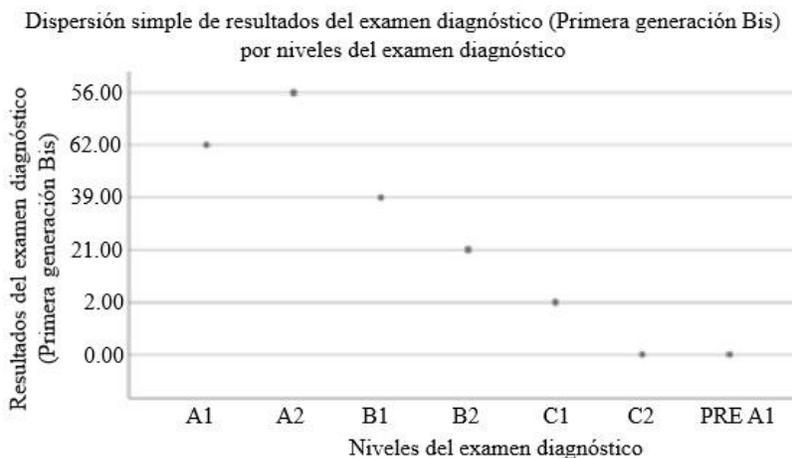


Figura 1. Gráfica de los niveles de ingreso de la primera generación BIS

Al terminar el cuatrimestre se obtuvieron los siguientes datos: 43 alumnos con nivel A1; 34 con nivel A2; 66 con nivel B1; 23 con nivel B2; 13 alumnos con nivel C1; y 1 con C2. El egreso fue la mayoría con un nivel de B1 (37%) se observa que el avance general fue de un nivel, ver Figura 2.

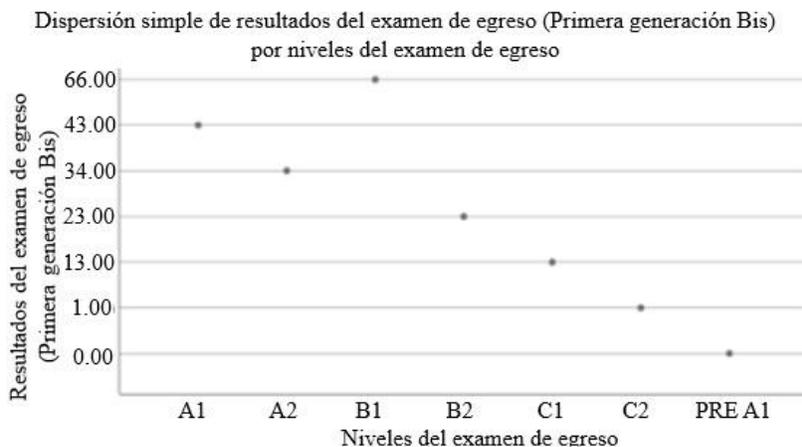


Figura 2. Gráfica de los niveles de egreso de la primera generación BIS

De acuerdo con los datos de la primera generación, se observa que el 69% de los alumnos ingresó con el nivel de inglés mínimo requerido de A2 por el modelo BIS y un 76% egresó con dicha meta establecida por el modelo, por lo que hubo un incremento del 7% del nivel mínimo, ver Figura 3.

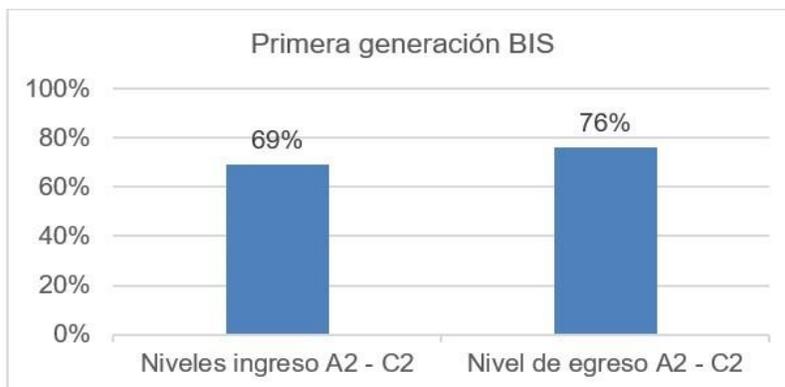


Figura 3. Gráfica de obtención de los niveles requeridos modelo BIS Primera Generación

En la segunda generación en el examen diagnóstico, se obtuvo como resultado a 41 estudiantes con nivel A1; 36 con A2; 42 obtuvieron nivel B1 y 27 con nivel B2. El ingreso fue en promedio un nivel de B1 (29%) ya que aparece con mayor frecuencia, ver Figura 4.

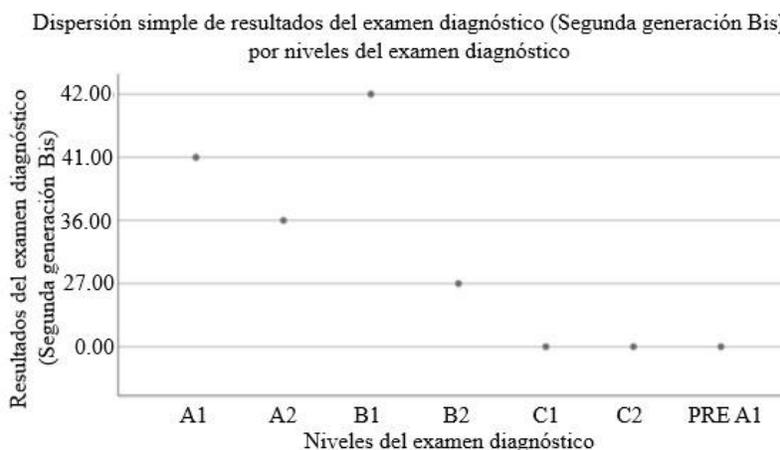


Figura 4. Gráfica de los niveles de ingreso de la segunda generación BIS

El examen de salida mostró los siguientes resultados: 26 estudiantes obtuvieron nivel A1; 23 con A2; 48 con nivel B1; 30 obtuvieron nivel B2; 17 alumnos con nivel C1; y 2 alumnos con nivel C2. El egreso fue con un nivel de B1 (33%) en promedio no hubo avance, ver Figura 5.

Dispersión simple de resultados del examen de egreso (Segunda generación Bis) por niveles del examen de egreso

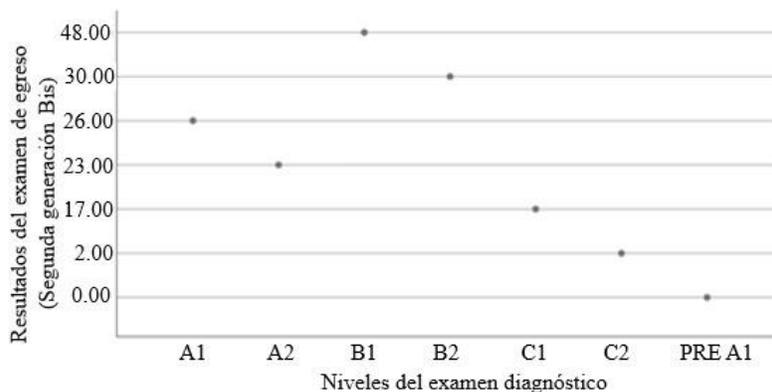


Figura 5. Gráfica de los niveles de egreso de la segunda generación BIS

Ahora bien, el 72% de los alumnos que ingresaron en esta generación presentaba el nivel de inglés mínimo requerido por el modelo BIS. Al finalizar el cuatrimestre el 82% de los alumnos alcanzó ese nivel de inglés meta. Esto refleja un avance del 10%, ver Figura 6.

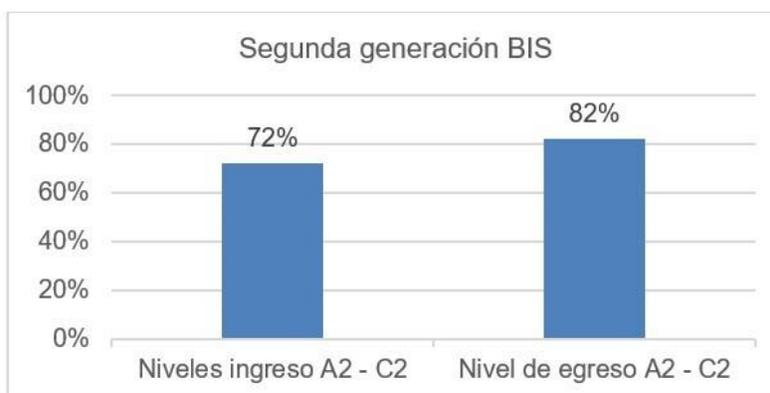


Figura 6. Gráfica de obtención de los niveles requeridos modelo BIS Segunda Generación

En la tercera generación, 4 alumnos consiguieron nivel PRE A1, 14 el nivel A1, 44 el A2, 7 el B1, y 1 el nivel C2. El ingreso fue con un nivel de A2 (63%), ya que aparece con mayor frecuencia de acuerdo con la cantidad de alumnos que presentaron el examen diagnóstico, ver Figura 7.

Dispersión simple de resultados del examen diagnóstico (Tercera generación Bis) por niveles del examen diagnóstico

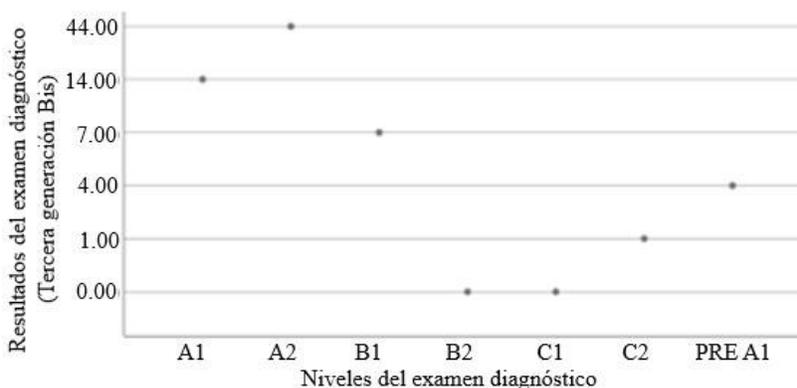


Figura 7. Gráfica de los niveles de ingreso de la tercera generación BIS

Y los resultados que se consiguieron al final del cuatrimestre fueron: 1 alumno con nivel A1, 15 con A2, 13 con B1, 31 con B2 y 10 con C1. El egreso fue con un nivel de B2 (44%). Comparando ambas gráficas se observa que el avance general fue de dos niveles, ver Figura 8.

Dispersión simple de resultados del examen de egreso (Tercera generación Bis) por niveles del examen de egreso

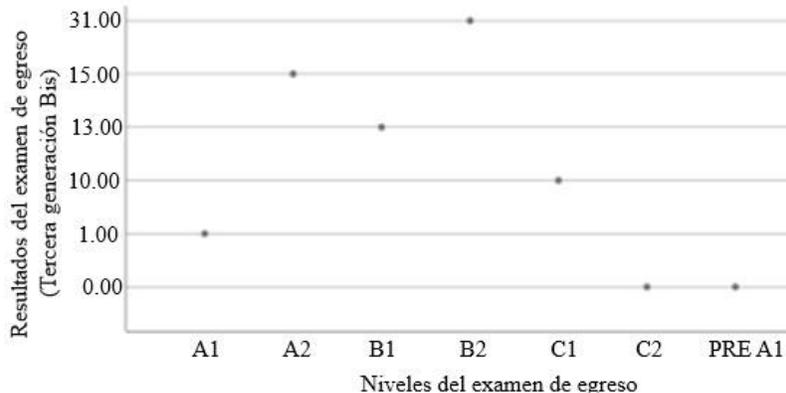


Figura 8. Gráfica de los niveles de egreso de la tercera generación BIS

El 74% de los alumnos ingresaron con un nivel de por lo menos A2 y el 99% de los alumnos egresaron cumpliendo con la meta del modelo BIS. Esto refleja un avance del 24%, ver Figura 9.

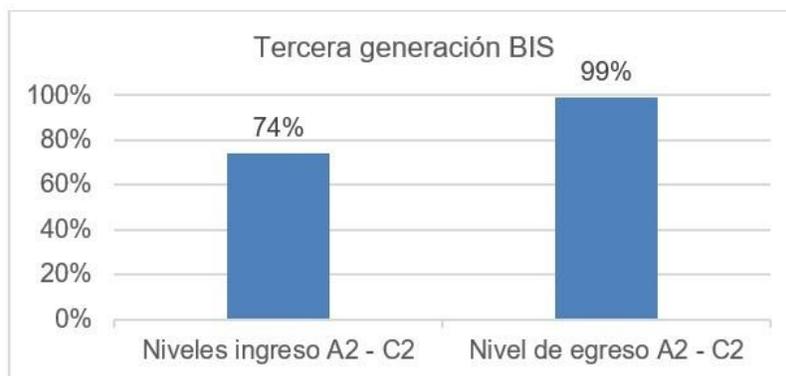


Figura 9. Gráfica de obtención de los niveles requeridos modelo BIS Tercera Generación

La última generación presentó a 33 estudiantes con nivel A1; 46 con A2; 35 obtuvieron nivel B1; 12 un nivel B2 y 6 con nivel C1. El ingreso fue con una media de nivel de A2 (35%), ver Figura 10.

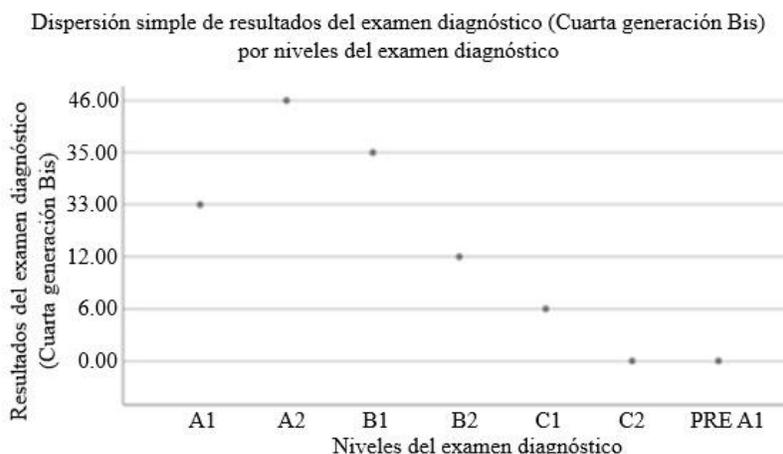


Figura 10. Gráfica de los niveles de ingreso de la cuarta generación BIS

El examen de ingreso muestra los siguientes datos: 17 estudiantes obtuvieron nivel A1; 34 obtuvieron A2; 43 obtuvieron nivel B1; 30 obtuvieron nivel B2 y 8 alumnos con nivel C1. El ingreso fue con un nivel de B1 (33%) y comparando se observa que el avance general fue de un nivel, ver Figura 11.

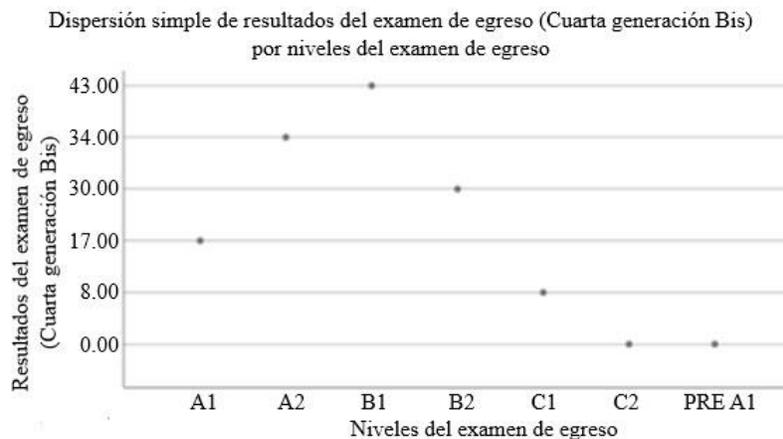


Figura 11. Gráfica de los niveles de egreso de la cuarta generación BIS

El 75% de los alumnos ingresaron con el nivel de inglés mínimo y egresaron con el nivel mínimo el 87% de los alumnos. Esto refleja un avance del 12%, ver Figura 12.

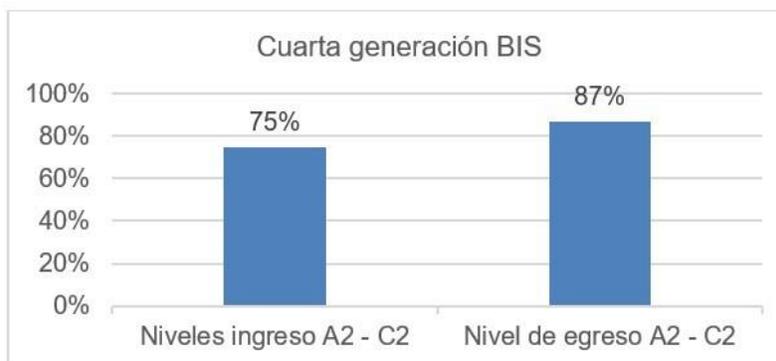


Figura 12. Gráfica de obtención de los niveles requeridos modelo BIS Cuarta Generación

### Discusión

De acuerdo con los resultados se observa que el mayor progreso logrado fue por la tercera generación BIS, la cual llevó sus clases virtuales durante la pandemia, logrando la mayoría de los alumnos un nivel de B2.

Otra manera en la que se puede analizar el progreso es a través de la diferencia del porcentaje de alumnos que ingresaron con un nivel igual o mayor a la meta establecida por el modelo BIS para dicho cuatrimestre (A2, B1, B2, C1, C2) comparado con el porcentaje de alumnos que egresaron con ese nivel. La mayor diferencia (24%) se encuentra en la tercera generación BIS. La segunda generación con mayor diferencia es la cuarta generación (12%). Ambas generaciones estudiaron dicho cuatrimestre con clases virtuales, durante la pandemia. Por otro lado, la primera generación fue la que menor avance obtuvo (7%).

Por lo que se puede afirmar que existe una diferencia importante en el progreso logrado por las generaciones modalidad presencial contra la modalidad virtual (en promedio del 9.5%). A diferencia de lo dicho por los docentes y de algunos autores el mayor progreso lo obtuvieron las generaciones que estudiaron en línea.

Lo anterior se puede explicar debido a que tanto la tercera como la cuarta generación (debido a la situación de pandemia) usaron como examen de ingreso dos pruebas de las cuales se desconoce su confiabilidad o validez real. Otro factor que pudo influir fue que el examen de egreso fue aplicado muchos meses después de lo que se les aplicó a las otras dos generaciones, esto quiere decir que durante ese tiempo su nivel de inglés pudo incrementar debido a las clases de inglés extras impartidas en esos meses de diferencia. Otra explicación al resultado obtenido lo brindan los autores que afirman que el aprendizaje del inglés en ambientes virtuales, más que retos, presentan nuevas oportunidades para la aplicación de herramientas y que permiten una mayor comunicación y práctica del idioma (Cano et al., 2019 y Llano 2022). Por ejemplo, los alumnos tuvieron la oportunidad de usar la herramienta de subtítulos en sus clases virtuales, lo cual pudo incrementar su comprensión de las mismas. Se propone realizar futuras investigaciones en donde se analicen las siguientes generaciones BIS, para encontrar más factores que pudieran incidir en el progreso. Además,

se podrían analizar las habilidades donde salieron más altos y bajos de cada generación, enfocados sobre todo en los alumnos que no obtuvieron el nivel esperado.

## Referencias

- Anglia Examinations Syndicate (2023). Anglia Placement Tests. <https://www.anglia.org/exams/placement-tests>
- Basantes, E. A., Escobar, M. G., Cárdenas, M. Y. & Barragán R. A. (2021). El impacto de la virtualidad en el aprendizaje del idioma inglés en educación superior. Polo del Conocimiento, 6(5), 46-56. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/2630>
- Cano, J. M., Cortes, J. & Kelly, J. T. (2019). El inglés y los ambientes virtuales. Nuevas Herramientas de Enseñanza en la Educación Contemporánea. [Tesis de licenciatura, Universidad Pontificia Bolivariana]. <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/4720/EI%20ingl%C3%A9s%20y%20los%20ambientes%20virtuales.pdf?sequence=1>
- CGUTyP (2018). Universidades Tecnológicas y Politécnicas Bilingües Internacionales Sustentables. <https://upci.edomex.gob.mx/sites/upci.edomex.gob.mx/files/files/Libro%20Modalidad%20BIS%2026%20Nov%202018.pdf>
- CGUTyP (2019). Estrategias de Operación para la Modalidad Bilingüe, Internacional y Sustentable (BIS). [https://sedesu2.queretaro.gob.mx/congresoeas2021/imagenes/info/seminario/5/2.%20Estrategias%20de%20operaci%C3%B3n%20para%20la%20Modalidad%20BIS%20\(Borrador\).pdf](https://sedesu2.queretaro.gob.mx/congresoeas2021/imagenes/info/seminario/5/2.%20Estrategias%20de%20operaci%C3%B3n%20para%20la%20Modalidad%20BIS%20(Borrador).pdf)
- Echauri, B., García, S. & Fernández, M. J. (2021). Enseñanza virtual de la lengua inglesa durante el confinamiento domiciliario: percepciones y reacciones del alumnado en una universidad española. Ikalá, Revista de Lenguaje y Cultura, 26(3), 603-621. <https://doi.org/10.17533/udea.ikala/v26n3a08>
- Garduza, M. C. & Toledo, J. (2021). Educación virtual: aprendizaje de una lengua extranjera. Dilemas contemporáneos: educación, política y valores, 9(spe1). <https://doi.org/10.46377/dilemas.v9i.2936>
- Hernández, D. A., Meléndez, A. & Piña, M. G. (s/f). Retos de la enseñanza de docentes en la implementación del modelo BIS: Caso OCI-CADA. [https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Hernandez-Castro/publication/334576509\\_Retos\\_De\\_La\\_Ensenanza\\_De\\_Docentes\\_En\\_La\\_Implementacion\\_Del\\_Modelo\\_BIS\\_Caso\\_OCI-CADA/links/5d32196ea6fdcc370a4e943c/Retos-De-La-Ensenanza-De-Docentes-En-La-Implementacion-Del-Modelo-BIS-Caso-OCI-CADA](https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Hernandez-Castro/publication/334576509_Retos_De_La_Ensenanza_De_Docentes_En_La_Implementacion_Del_Modelo_BIS_Caso_OCI-CADA/links/5d32196ea6fdcc370a4e943c/Retos-De-La-Ensenanza-De-Docentes-En-La-Implementacion-Del-Modelo-BIS-Caso-OCI-CADA)
- International Test of English Proficiency (2016). iTep Academic. Technical Report. [https://www.itepexam.com/wp-content/uploads/2016/08/iTEP\\_Academic\\_2016\\_Technical\\_Report.pdf](https://www.itepexam.com/wp-content/uploads/2016/08/iTEP_Academic_2016_Technical_Report.pdf)
- Llano, J. C. (2022). Estrategia Didáctica para la Enseñanza de Inglés en Entornos Virtuales. [Tesis de maestría, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21751/1/UPS-GT003582.pdf>

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2002). Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas: Aprendizaje, Enseñanza, Evaluación. España.

[https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca\\_ele/marco/cvc\\_mer.pdf](https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/marco/cvc_mer.pdf)

Palomares, A. & Dominguez, M. A. (2021). Transición del docente en el modelo educativo tradicional de la Universidad Tecnológica de Guaymas, al modelo BIS. Revista Electrónica de Investigación Tecnocientífica Académica Sinergia, 1(1), 24-33. <http://ritcas.uthermosillo.edu.mx/wp-content/uploads/2022/03/2021-2-RITCAS-ART3.pdf>

Palomares, A., Soto, C. A., Pedrín, K. & García, L. J. (2017). Transición del estudiante en el modelo educativo tradicional de la Universidad Tecnológica de Guaymas, al Modelo BIS (Bilingüe, Internacional, Sustentable). Revista de Gestión Universitaria, 1(2), 66-74.

[https://www.ecorfan.org/republicofperu/research\\_journals/Revista\\_de\\_Gestion\\_Universitaria/vol1num2/Revista\\_de\\_Gesti%C3%B3n\\_Universitaria\\_V1\\_N2.pdf#page=73](https://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Gestion_Universitaria/vol1num2/Revista_de_Gesti%C3%B3n_Universitaria_V1_N2.pdf#page=73)

Suárez, M. J. (2022). El uso de entornos virtuales y recursos digitales en la preparación de la certificación ITEP en la UPSRJ. [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Querétaro]. [https://ri-](https://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/3762/1/IFMAC-238432-0822-822-Mar%C3%ADa%20Jos%C3%A9%20Su%C3%A1rez%20Alvarado%20-A.pdf)

[ng.uaq.mx/bitstream/123456789/3762/1/IFMAC-238432-0822-822-Mar%C3%ADa%20Jos%C3%A9%20Su%C3%A1rez%20Alvarado%20-A.pdf](https://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/3762/1/IFMAC-238432-0822-822-Mar%C3%ADa%20Jos%C3%A9%20Su%C3%A1rez%20Alvarado%20-A.pdf)

Trujillo, S. I. & Martínez, G. I. (2021) La enseñanza y el aprendizaje del Inglés en ambientes virtuales. (1ª ed.). Ediciones Normalismo Extraordinario.

[https://dgesum.sep.gob.mx/public/ediciones/Libros/134\\_Ambientes\\_Virtuales.pdf](https://dgesum.sep.gob.mx/public/ediciones/Libros/134_Ambientes_Virtuales.pdf)

Universidad Tecnológica de Altamira (2020). Sexagésima Tercera Reunión Ordinaria de Consejo Directivo. [Hoja Informativa] [http://sega.tamaulipas.gob.mx/AppSEGA/uploads/336214\\_46.B.OPINIONES-RECOMENDACIONES-CONSEJO-CONSULTIVO\\_UTA\\_20201008.pdf](http://sega.tamaulipas.gob.mx/AppSEGA/uploads/336214_46.B.OPINIONES-RECOMENDACIONES-CONSEJO-CONSULTIVO_UTA_20201008.pdf)

Universidad Tecnológica de Altamira (2023, abril). Antecedentes.

<http://www.utaltamira.edu.mx/universidad/antecedentes/>

Universidad Tecnológica de Altamira (2021). Programa de Desarrollo Institucional (PIDE) 2017-2022.

<http://www.utaltamira.edu.mx/wp-content/uploads/2021/09/PIDE-UTA-2017-2022.pdf>

## 09.- Geografía del conocimiento en México. Un análisis regional

Viridiana Bastidas Regalado

Nora Teresa Millán López

Orcid 0000-0002-2739-5431

Orcid 0000-0002-0895-4242

Recibido: junio, 30, 2024; Aceptado: agosto, 08, 2024

### Resumen

Basada en la actual economía del conocimiento, en la cual la información y el conocimiento especializado representan una fuente importante del crecimiento económico, la presente investigación propone como objetivo central medir dicho desempeño económico por entidad federativa de México y los elementos que influyen para su mejora, a partir de una batería de elementos relacionados con el conocimiento y especialización industrial como lo son: la educación, el coeficiente de especialización y el capital industrial. Los datos vislumbran que existe una relación positiva directa entre la educación y el capital industrial en el crecimiento económico de México, mientras que para el coeficiente de especialización arroja un efecto negativo dada a la falta de especialización del sector industrial de los estados para el periodo analizado entre 1997-2016. Cabe mencionar, que conocer los elementos diferenciadores para el crecimiento económico por entidad permitirá contar con los elementos esenciales para que los encargados de política pública en esta materia elaboren una política regional de desempeño económico en el territorio nacional basada en los elementos del conocimiento y de acuerdo con las potencialidades y debilidades de cada entidad.

Palabras clave: crecimiento económico, educación, especialización

### Abstract

Based on the current knowledge economy, in which information and knowledge represent an important source of economic growth, this research addresses said economic performance by federal entity of Mexico and the elements that influence its improvement, based on a battery of elements related to knowledge and industrial specialization such as: education, the specialization coefficient and industrial capital. The data shows that there is a direct positive relationship between education and industrial capital in the economic growth of Mexico, while for the specialization coefficient it shows a negative effect given the lack of specialization of the industrial sector of the states for the period analyzed. between 1997-2016. It is worth mentioning that knowing the differentiating elements for economic growth by entity will allow having the essential elements for those in charge of public policy in this matter to develop a regional policy of economic performance in the national territory based on the elements of knowledge and in accordance with the potential and weaknesses of each entity.

Keywords: economic growth, education, specialization.

## **Introducción**

La existencia de regiones mejor desarrolladas que otras, origina el debate entre los gobiernos y organismos internacionales por la preocupación de distinguir los elementos y factores que en la actualidad influyen en las brechas que separan a los países en desarrollo de los desarrollados, cabe señalar que las brechas son más marcadas que en el pasado, como respuesta ante tal situación se encuentra la formación de capacidades en materia de innovación, en otras palabras, la acumulación del conocimiento especializado juega un papel esencial como factor productivo entre las brechas mencionadas (Lugones, Gutti y Le Clech, 2007, Fargerberg 2003 y Ríos, 2023). El actual entorno cambiante derivado de la economía del conocimiento erige el papel estratégico sobre las actividades económicas, así como de factores relacionados con la información, el conocimiento y habilidades propias de cada territorio. Estas actividades traen consigo nuevos y mejorados productos y procesos (conocimiento aplicado productivamente) en el terreno económico, que a su vez en un mediano-largo plazo se traduce en una disminución de costos y eficiencia técnica dentro del proceso productivo (Corona, 2002). Para la economía mexicana se espera que los elementos relacionados con el conocimiento y la especialización industrial impacten de manera positiva en el crecimiento económico dada la importancia de dichos factores dentro de una economía denominada del conocimiento. De tal manera la presente investigación tiene como hipótesis central la siguiente: Los elementos relacionados con el conocimiento tales como la educación, el coeficiente de especialización y el capital industrial influyen positivamente en el crecimiento de las entidades federativas de México. Basada en la economía del conocimiento (EBC), en la cual la información y el conocimiento tecnológico representan una fuente importante del crecimiento económico. De manera que el desarrollo económico de los países como tradicionalmente se concebía a través de los factores productivos como los recursos naturales, mano de obra y capital, en la actualidad pasan a segundo plano, debido a que se tornan importantes los bienes intangibles, como principal causa de dicho desarrollo sostenido (Ramos, 2016 y Ríos, 2023). Una de las preocupaciones centrales en los análisis económicos es evidenciar los ingredientes necesarios para la obtención de un eficiente desempeño (Fargerberg, 2003 y Ríos, 2023). Una de las alternativas consiste en impulsar a las actividades relacionadas con el conocimiento, y propiamente, con aquellas que generen ganancias económicas y con ello la mejora de la actividad económica regional (Germán-Soto y Gutiérrez, 2015, Samara, et al, 2023 y Lu, 2024). No obstante, México requiere adaptarse a estas tendencias. De acuerdo con el Banco Mundial, BM, en 2022 el presupuesto ejecutado en investigación y desarrollo, I+D por los tres niveles de gobierno ascendió al 0.27% del PIB en el territorio mexicano. Esta cifra nos ubica lejos de los líderes mundiales en este renglón, como Corea del Sur cuyo gobierno gasta casi el 4% del PIB, como de otras economías de la región, como Argentina, con un gasto gubernamental del 0.5% del PIB. La necesidad de promover una economía basada en el conocimiento y la especialización industrial (Grossman y Helpman, 1994 y Ríos y Marroquín, 2012), que originaría un esfuerzo para mejorar el crecimiento económico de las

entidades. Incluso se requiere de una mayor vinculación entre agentes clave del proceso de innovación: gobierno, universidad y empresa. De esta manera se aborda la pregunta central sobre ¿Cuál es el impacto de los factores relacionados con el conocimiento tecnológico y especializado como lo son la educación, coeficiente de especialización y capital industrial en el crecimiento económico de las entidades federativas de México?

## **Revisión de teórica**

### **Economía del conocimiento**

La obra clásica de Adam Smith en 1776 en la cual hace un señalamiento importante al considerar que el avance que se estaba dando en el periodo de la Revolución Industrial a partir del desarrollo del conocimiento permitía un auge en el crecimiento de la productividad y de la actividad económica, mismo que daba lugar a las transformaciones de la vida social. La sociedad o economía del conocimiento denominada como tal por Drucker (1969) tiene como eje el conocimiento, considerado como un activo y factor productivo para los países. De este modo el desarrollo económico de los países como tradicionalmente se concebía a través de los factores productivos como los recursos naturales, mano de obra y capital, en la actualidad pasan a segundo plano, debido a que se tornan importantes los bienes intangibles, como principal causa de dicho desarrollo sostenido (Ramos, 2016 y Lu, 2024). Dada la importancia de esta nueva economía, el conocimiento ya sea especializado o industrial destacan como uno de los temas actuales en el debate sobre los factores que determinan la tasa del crecimiento económico (Acs et al., 2002; Shin, Holden y Schmidt, 2001; Lim, 2004; Buesa et al., 2011 y Germán-Soto y Gutiérrez, 2015 y Bastidas et al; 2020). Para López (2015) esta nueva economía se considera como parte del contexto social donde el conocimiento, es un factor productivo a la par del capital, trabajo y el territorio, con el propósito de crear, potencializar y aplicar el conocimiento para generar productos y servicios de alto valor agregado en los países. En este punto es importante mencionar lo que sugiere Ibarra (2010), que las regiones pueden competir para atraer y retener los recursos económicos, lo que generalmente se denomina competencia regional, este término ha sido abordado por investigadores. En suma, la definición de crecimiento económico implica que una región tiene un buen nivel del Producto Interno Bruto, si es eficiente al producir el máximo de resultados económicos a partir de una cantidad dada de recursos en conocimiento, capital industrial y el coeficiente de especialización (Jorgenson, 2011, Balderrama et al, 2018 y Ríos, 2023). Asimismo, Buesa, Heijs y Baumert (2010) elaboran un estudio que consistió en analizar los determinantes de la innovación regional en Europa mediante una función de producción del conocimiento, a través del número de patentes y su impacto con el entorno regional aplicando análisis factorial y de regresión. Otro análisis de Qian (2017) aborda una investigación con una muestra de 348 empresas start-up, consideradas como iniciativa empresarial basadas en el conocimiento en la zona metropolitana de los 48 estados de Estados Unidos, encontrando evidencia de que el capital humano

basado en la educación, es el objetivo principal de las universidades para la transferencia del conocimiento, mientras que en el caso de las patentes, éste es desarrollado en un 98% por los titulares de empresas ya establecidas. El estudio elaborado por Germán-Soto y Gutiérrez (2013) quienes analizan el patentamiento regional en México para el periodo de 1994-2006, en suma, la aglomeración, educación, concentración industrial y el subsidio del gobierno a universidades públicas impacta significativa y positivamente en el proceso de patentamiento. Asimismo, el análisis realizado por Ríos (2023) expone la importancia de analizar la competitividad regional y su impacto de los elementos de innovación, conocimiento tecnológico y la inversión. Encontrando evidencia empírica del impacto positivo de las actividades del conocimiento es positivo en la competitividad de las entidades federativas de México.

### **Descripción de las variables para el análisis exploratorio del conocimiento en México.**

Las variables de estudio se construyeron de la siguiente forma:

**Crecimiento económico (g).** La variable del crecimiento económico fue generada por el Producto Interno Bruto, PIB de cada entidad (año base 2013) sobre el total de la población, cabe mencionar que para todos los casos ésta última variable se obtuvo de los anuarios de CONAPO de las Estimaciones de Población de México 1990-2010 y Proyecciones de Población de México 2010-2050.

**Educación.** Los datos de capital humano están representados por la matrícula en escolaridad, generada de los anuarios de la Secretaría de Educación Pública, SEP, para la matrícula en educación superior, generada del total de matriculados en educación superior entre la población total de 19 a 24 años de edad. La expectativa de esta variable es que una alta proporción de personas educadas lleva a una mayor intensidad de la actividad innovadora y por ende a un mayor desempeño.

**Coefficiente de especialización:** El coeficiente de intensidad tecnológica (QIT) se utilizó los ramos 231-326; 327; 331-332; 333-336 que representan el área de fabricación de productos derivados del petróleo y carbón, el ingrediente industrial especializado es generador de riqueza, innovación, empleos de calidad, así como del dinamismo económico. Se espera que tenga un efecto positivo y significativo en el modelo.

$$QIT = \frac{\frac{PIBAI}{PIBM_i}}{\frac{PIBAI_j}{PIBM_j}}$$

**Capital industrial:** Para el caso de la variable stock de capital industrial se retomó del estudio de Germán-Soto (2008), dentro de su metodología implicó calcular la edad promedio del capital, así como el patrón de depreciación más probable, en forma independiente para cada entidad, se emplea en su versión logarítmica. De la misma manera, se espera un efecto positivo y significativo en el crecimiento económico.

### **Modelo Clásico de la Innovación con Mínimos Cuadrados Ordinarios.**

La técnica empleada para la estimación es con el método tradicional, con la técnica de mínimos cuadrados ordinarios. El método de mínimos cuadrados ordinarios se atribuye a Carl Friedrich Gauss, matemático

alemán. Dicho método muestra que los (los residuos) son simplemente las diferencias entre los valores observados y los estimados de Y.

Simbólicamente se tiene el modelo siguiente:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i \quad (1)$$

$$Y = \bar{y} + u_i \quad (2)$$

Donde Y es el valor estimado (media condicional) de X

$U_i$  = son los residuos del modelo, representan las diferencias entre los valores observados y los estimados de Y.

$\beta_1$  = indica el intercepto

$\beta_2$  = muestra la pendiente del modelo

X = la variable explicativa del modelo

De acuerdo con Gujarati y Porter (2009) las propiedades estadísticas de los estimadores MCO, es decir, las propiedades que se mantienen sólo con ciertos supuestos sobre la forma como se generaron los datos.

Los estimadores de MCO se expresan únicamente en términos de las cantidades (es decir, X y Y) observables (es decir, muestras). Por consiguiente, se calculan con facilidad. Son estimadores puntuales: dada la muestra, cada estimador proporciona un solo valor (puntual) del parámetro poblacional pertinente.

El modelo de investigación se resume con la ecuación siguiente:

$$g_{it} = \beta_1 + \beta_2 Edu_{it} + \beta_3 Qit_{it} + \beta_4 K_{it} + e_{it} \quad (3)$$

Donde  $g_{it}$ , representa el crecimiento económico; edu es el nivel de educación; k es el capital industrial;  $Qit$  representa el coeficiente de intensidad tecnológica, i es la entidad y t el año o período analizado, e, término del error.

### Resultados del conocimiento y del crecimiento económico en México

La tabla siguiente ilustra la estadística general de la base de datos utilizada. El promedio en el crecimiento económico es de 148, 586.71 pesos por persona en el país; en educación superior es de 19.03; la media en el capital industrial es de 209, 005.13 millones de pesos en las entidades federativas; asimismo, las entidades presentan en promedio un coeficiente de especialización de 0.82.

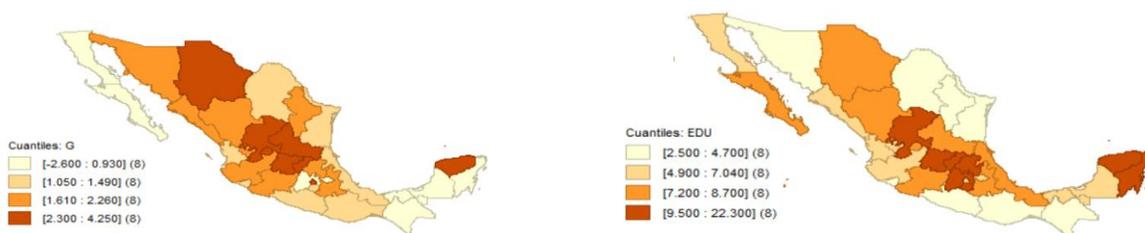
Tabla 1.- Estadística descriptiva general de la base de datos

	Promedio	Valor máximo	Valor mínimo	Desviación estándar
G	148,586.71	1,413,429.97	49,788.71	183,726.00
Edu	19.03	57.03	4.71	7.37
K	209,005.13	850,435.54	10,289.88	209,763.77
Qit	0.82	2.64	0.02	0.49

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, SEP y CONAPO

En la figura 1 se muestra el crecimiento económico y educación respectivamente por entidad federativa. En relación con el crecimiento económico se sitúa a los estados del centro con los de mayor crecimiento para dicho período, resaltando los estados Aguascalientes, Guanajuato, Estado de México, Chihuahua y Yucatán; mientras que los de menor participación se ejemplifican a los estados del sur como son Oaxaca, Tabasco, Chiapas, Baja California y Baja California Sur. Asimismo, se puede identificar los niveles de educación relacionado con la educación superior, la geografía política con los tonos más oscuros indica a los estados con mayor crecimiento, la región que sobresale es la zona centro-sur, con las entidades de Hidalgo, Guanajuato y Querétaro; en la zona centro-norte se ubica Zacatecas, y en la zona sur, Quintana Roo y Yucatán. La zona con un rezago en este indicador se sitúa en las zonas con color de menor intensidad, ejemplificadas en la zona sur, Guerrero y Oaxaca.

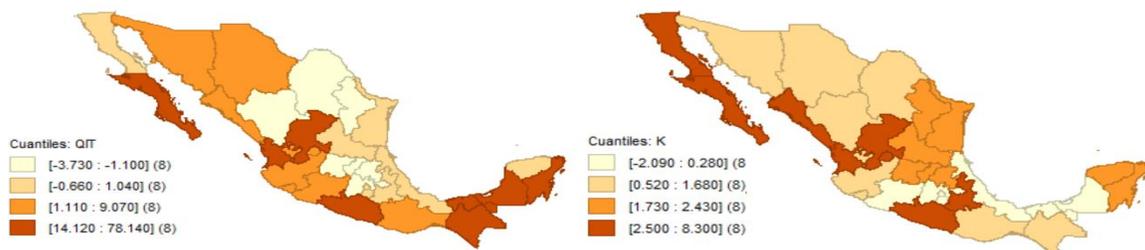
Figura 1. Crecimiento económico y educación georreferenciados.  
Tasas de crecimiento anual, período 1997-2016



Fuente: Elaboración propia en Geoda a partir de los datos de INEGI, SEP

En relación con el capital de especialización e industrial se presenta en la figura 2. De manera georreferenciada se ilustra a las de tonalidad más oscuras con el coeficiente de especialización alto, detonado por la región sur del territorio nacional con los estados de Chiapas, Tabasco, Campeche y Quintana Roo, así como el corredor industrial de Jalisco, Querétaro y Aguascalientes. Por otra parte destaca el capital industrial nuevamente en los estados de Jalisco, Querétaro y Aguascalientes, así como Baja California y Baja California Sur, mientras que las de menor participación en dicho indicador ilustra a las entidades de Veracruz, Michoacán y Morelos.

Figura 2. Coeficiente de especialización y capital industrial georreferenciados, respectivamente.  
Tasas de crecimiento anual, período 1997-2016



Fuente: Elaboración propia en Geoda a partir de los datos de INEGI, SEP

En la tabla 2 ilustra los resultados obtenidos con la información analizada. Por lo que se vislumbra que por cada aumento en la tasa de crecimiento de la educación (Edu) en México el crecimiento económico (g) incrementa en 0.08 permaneciendo todo lo demás constante. Mientras que en el capital industrial (K) por cada aumento dicho indicador impacta en 0.22 en la tasa del desempeño económico del país, y para el coeficiente de especialización (Qit) el cual influye de manera negativa en un -0.02 para la economía mexicana, dado a la falta de especialización en el territorio nacional.

$$g_{it} = \beta_1 + 0,08 \text{ Edu}_{it} - 0,02 \text{ Qit}_{it} + 0,221 \text{ K}_{it} + e_{it}$$

Tabla 2. Resultados de la regresión con el Método de Mínimos Cuadrados Ordinarios

	<i>Modelo 1</i>
	<i>Modelo clásico</i>
G	0.90** (0.458)
EDU	0.08* (0.047)
QIT	-0.02** (0,1048)
K	0.221* (0.09)
R2	0.39
F-	
STATISTI	
C	6.1
Prob (F)	0.002

Nota. \*\*indicativo de que el estimador es significativo al 5%, \*Estimador significativo al 10%. Entre paréntesis valor estándar. Fuente: Elaboración propia.

## Discusión

Los hallazgos encontrados en la presente investigación revelan por un lado la importancia de los elementos diferenciadores tales como la educación y el capital industrial para la economía mexicana, dado a los resultados positivos en el modelo presentado en una economía basada en el conocimiento tal y como lo fundamentan Grossman y Helpman (1994) y Ríos y Marroquín, (2012). Por lo que dichos elementos son de suma importancia para mejorar la actividad agregada ante la revolución tecnológica y del conocimiento como

la actual en México. En relación a la geografía económica en el desempeño económico de las entidades, a excepción de algunas entidades, como las del Bajío y de estados que por tradición han sido relevantes como la Ciudad de México, Estado de México y Nuevo León, estas entidades a la par han integrado corredores industriales basados en una vocación productiva especializada, es decir, con una educación alta e inversión industrial importante, lo cual ha impactado de manera positiva en su crecimiento económico. Sin embargo, resalta el valor encontrado en la variable del coeficiente de especialización el cual dió negativo dada la falta de especialización en México en el sector de la industria manufacturera, por lo que como área de oportunidad se recomienda que el país mejore su base tecnológica e industrial en dicho ramo con la finalidad de obtener mejores resultados en este rubro.

### **Conclusiones**

En suma, es esencial que en los estados se fomente estos indicadores en materia de conocimiento especializado e industrial y educación mediante una política científica regional para su promoción y desarrollo, considerando como eje el fortalecimiento de la educación y la especialización, como elementos clave para el logro de tasas altas en el crecimiento económico en las entidades. Por lo que en futuras investigaciones es esencial analizar el aspecto de lo espacial o la vecindad entre los estados, es decir, no únicamente física sino también derivada de las relaciones económicas existentes con el resto de los estados, que como agentes económicos y dinámicos influyen en sus economías, esto es sobre los efectos en el crecimiento económico derivado de los elementos relacionados con la economía del conocimiento: educación, capital industrial y coeficiente de especialización y la variable de la dependencia espacial.

### **Referencias bibliográficas**

- Acs, Z. J., Anselin, L., y Varga, A. (2002). Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge. *Research policy*, 31(7), 1069-1085. 10.1016/S0048-7333(01)00184-6.
- Balderrama, J. I. L., del Castillo García, Y., y Rodríguez, J. M. P. (2018). Productividad de patentes y capacidades de innovación en las entidades federativas de México. *Paradigma Económico*, 10(1), 49-80.
- Bastidas, V. B., Millán, N. T., Díaz, R. G., y Polo, E. A. S. (2020). Innovación y desempeño económico en México. *CIID Journal*, 1(1), 80-102.
- Buesa, M., Heijs, J., y Baumert, T. (2010). The determinants of regional innovation in Europe: A combined factorial and regression knowledge production function approach. *Research Policy*, 39(6), 722-735. 10.1016/j.respol.2010.02.016
- Corona, T. (2002). Teorías económicas de la innovación tecnológica. Instituto del politécnico nacional. ISBN: 970-18-7959-7.
- Drucker, P. F. (1969). *The age of discontinuity: Guidelines to our changing society*. Harper & Row. NY.

- Fagerberg, J. (2003). Innovation: a guide to literature, ponencia presentada en el taller "The Many Guises of Innovation: What we have learnt and where we are heading", Ottawa, 23 y 24 de octubre.
- German-Soto, V., y Flores, L. G. (2013). Assessing some determinants of the regional patenting: An essay from the Mexican states. *Technology and Investment*, 4(03), 1. 10.4236/ti.2013. 43B001.
- Grossman, G., and Helpman, E. (1994). Endogenous innovation in the theory of growth. *Journal of Economic Perspectives*, 8(1), 23-44.
- Gujarati, D. N., y Porter, D. C. (2009). Basic econometrics. McGraw-hill.
- Jorgenson, D. W. (2011). Innovation and productivity growth. *American Journal of Agricultural Economics*, 93(2), 276-296.
- León, J. (2008). Determinantes de la participación de los investigadores en actividades de vinculación y transferencia de conocimiento. Tesis doctoral. UAS, México
- Lim, U. (2004). Knowledge Spillovers, Agglomeration Economies, and the Geography of Innovative Activity: A Spatial Econometric Analysis. *Review of Regional Studies*, 34(1), 11-36. 15726274
- López-Leyva, S., y Mungaray-Moctezuma, A. B., (2015). Políticas para el impulso a la economía del conocimiento en el estado de Sinaloa, México, 11(3).
- Lu, D. (2024). Regional development and its spatial structure. *Springer*.
- Lugones, G, Gutti, P y Le Clech, N. (2007). Indicadores de capacidades en América Latina. *Unidad de Comercio Internacional e Industria*, CEPAL, pp. 1-68.
- Lundvall, B-A. (2002). Innovation, growth and social cohesion. The Danish model. Edward Elgar, Cheltenham. (Reino Unido) y Northampton (MA, EEUU).
- Ibarra, C. (2010). Competencia territorial en la región noroeste de México: un esquema de análisis y evidencia empírica. Universidad Autónoma de Coahuila. Tesis de maestría, pp. 1-188.
- Ramos, J. (2016). La inserción de la aglomeración del este central de Illinois en la nueva economía del conocimiento: el caso del Research Park en Urbana Champaign. Tesis Doctoral. UAS, Sinaloa, México.
- Ríos, H. B., y Marroquín, J. A. (2013). Innovación tecnológica como mecanismo para impulsar el crecimiento económico *Evidencia regional para México. Contaduría y administración*, 58(3), 11-37.
- Ríos-Flores, J. A. (2023). Competitividad regional en México, factores estructurales y actividades del conocimiento: determinantes y efectos espaciales 2003-2013. *Economía, sociedad y territorio*, 23(72), 377-403.
- Samara, E., Andronikidis, A., Komninos, N., Bakouros, Y., y Katsoras, E. (2023). The role of digital technologies for regional development: A system dynamics analysis. *Journal of the Knowledge Economy*, 14(3), 2215-2237.
- Shin, M., Holden, T. y Schmidt, R. A. (2001). From Knowledge theory to management practice: Towards an integrated approach. *Information Processing and Management* (37): 335-355. 0306-4573/01/\$

Qian, H. (2017). Skills and knowledge-based entrepreneurship: evidence from cities. *Regional studies*. Vol. 51, No. 10, pp. 1469-1482.

## 10.- Las prácticas de logística inversa y su vinculación con prácticas de capacitación

Adriana Lucía Torres Hernández  
Orcid 0000-0001-6376-8664

Yecatl Mata Robledo  
Orcid 0000-0003-1100-8545

Recibido: junio, 06, 2024; Aceptado: agosto, 08, 2024

### Resumen

Malpica, Caicedo & Lasso (2022), afirman que existe evidencia de la importancia de la sostenibilidad logística como un factor determinante para la competitividad de las empresas, debido a cuestiones de responsabilidad social y beneficios de tipo económico. La logística inversa se ha convertido en una de las principales propuestas para lograr la optimización de los recursos, la oferta de un valor agregado a la sociedad y la disminución en el impacto al medioambiente. Si embargo, a partir de los la investigación realizada se ha logrado identificar un significativo rezago en la integración de prácticas de logística inversa en el sector empresarial, alcanzando un porcentaje máximo del 27% en la implementación de prácticas de reciclaje de material residual, al igual que en la destrucción o eliminación de productos y/o material residual. Por otra parte, la vinculación de las prácticas de capacitación como medio para implementar las prácticas de logística inversa establecidas en las empresas que participaron en este estudio, se reduce a un 14% de incidencia en el sector Servicios, 12% en el sector Industrial y 10% en el sector Comercial, priorizándose protocolos, procesos y políticas, antes de optar por la capacitación formal del personal. La logística inversa es una estrategia ampliamente difundida, sin embargo, a partir de los hallazgos de esta investigación, se puede inferir en la falta de acciones que lleven a la detección y aplicación efectiva de esta alternativa. La capacitación formal como medio para integrar prácticas de logística inversa, representaría una alternativa altamente efectiva, ya que facultaría en el personal una capacidad de respuesta pertinente a los procesos y requerimientos de trabajo en los que se desempeña de manera cotidiana.

Palabras clave: Medioambiente, logística inversa, capacitación.

### Abstract

Malpica, Caicedo & Lasso (2022) state that there is evidence of the importance of logistics sustainability as a determining factor for the competitiveness of companies, due to issues of social responsibility and economic benefits. Reverse logistics has become one of the main proposals to achieve the optimization of resources, the offer of added value to society and the reduction in the impact on the environment. However, based on the research carried out, it has been possible to identify a significant lag in the integration of reverse logistics practices in the business sector, reaching a maximum percentage of 27% in the implementation of waste material recycling and destruction practices. elimination of products and/or residual material. On the other hand, the linking of training practices as a means to implement the reverse logistics practices established in

the companies that participated in this study is reduced to a 14% incidence in the Services sector, 12% in the Industrial sector and 10% in the Commercial sector, by prioritizing protocols, processes and policies before opting for formal staff training. Reverse logistics is a widely disseminated strategy, however, from the findings of this research, it can be inferred the lack of actions that lead to the detection and effective application of this alternative. Formal training as a means to integrate reverse logistics practices would represent a highly effective alternative, since it would empower personnel with a response capacity relevant to the work processes and requirements in which they perform on a daily basis.

Key Words: Environment, reverse logistic, training

## **Introducción**

En la actualidad, producto de investigaciones que han alertado respecto a la degradación que causan las actividades del ser humano en el planeta, existe una gran preocupación por el medioambiente. Evidencia de ello es el auge de normativas ambientales que establecen regulaciones para las empresas, lo que ha obligado a tener una mayor conciencia de los daños que pueden causar sus acciones en el medio ambiente (Castellano & Urdaneta, 2014). En el ámbito empresarial se identifican tendencias que pretenden disminuir o eliminar el impacto medioambiental. Una estrategia clave dentro de las tendencias de protección al medio ambiente es la Logística Inversa. Esta estrategia deberá implementarse de forma responsable y ética, al seleccionar políticas y prácticas operativas que beneficien a la empresa, a la vez que contribuyan a detener el desequilibrio que ya se ha generado en el medioambiente (World Economic Forum, 2022). A partir de las necesidades específicas de cada empresa, deberán seleccionarse las estrategias más efectivas y viables para ser implementadas. La verdadera responsabilidad de las empresas al integrar prácticas de logística inversa, requerirá de acciones concretas, resultando significativo incluir en la toma de decisiones de la estrategia corporativa a las partes involucradas. A partir de esta perspectiva se puede inferir que un elemento vital para el éxito en la implementación de las prácticas de logística inversa será la colaboración efectiva del personal que participa en cada proceso establecido. Sin embargo, la colaboración y aportaciones de los participantes, estarán delimitadas por el nivel de desarrollo de sus conocimientos y habilidades respecto de las prácticas establecidas por la empresa y de las necesidades que pretenden ser satisfechas.

## **Fundamentación Teórica**

La logística inversa, para Zapata, Pereira & Espitia (2022), se ha convertido en uno de los pilares de mayor importancia e influencia para el sector empresarial, al permitir implementar una ventaja competitiva, optimizar los recursos y brindar una oferta de valor a la sociedad. A través de su implementación es posible aprovechar los recursos, aplicar tecnologías e integrar procesos con un significativo grado de sostenibilidad en las organizaciones y en los encadenamientos productivos. Las nuevas estrategias empresariales deberán incluir

prácticas de logística inversa como un medio para modelar un balance entre la generación de valor en la empresa y la creación de beneficios para la sociedad y el medio ambiente. Por una parte, impulsados por obligaciones de tipo legal en el desarrollo de políticas medioambientales que los lleven a la adaptación de procesos y operaciones ajustadas a las normativas aplicables, además de obedecer a razones de tipo económico (Noé, 2015) (López, 2018). La complejidad en la implementación eficaz de las prácticas de logística inversa, radica en el esfuerzo permanente que debe asumirse con esta iniciativa. La remodelación de la cadena de suministro, la voluntad consciente de colaboración con todos los participantes para garantizar el flujo eficiente de información y materiales, además de mantener una orientación hacia el bienestar social y ambiental, son algunos ejemplos (Berna, 2022). Por esta razón, para la implementación efectiva de las prácticas de logística, se deberán utilizar planes de capacitación congruentes con los criterios estratégicos sostenibles, que deberán ser determinados por las empresas con el propósito de guiar hacia la adquisición de una mentalidad y actitud de colaboración total entre el personal que integra la planta laboral. Al transmitir conocimientos y desarrollar habilidades en el personal, existirán las condiciones para desarrollar y aplicar correctamente prácticas de logística inversa (Vázquez, 2008). La capacitación es entonces, una estrategia empresarial indispensable. Sin embargo, la probabilidad de que en las empresas integren prácticas de capacitación al personal no es muy alta. Delgado, Alvarado & Ortega (2021), señalan que, a partir de investigaciones realizadas, se ha identificado que no existe una cultura de capacitación formal para las personas que integran las empresas. Por otra parte, un estudio presentado por García (2022) señala que la OCC Mundial durante 2021, identificó que el 57% de las empresas no capacitan a su personal principalmente por falta de interés, el 54% por falta de organización interna y el 49% por falta de presupuesto.

### **Materiales y Métodos**

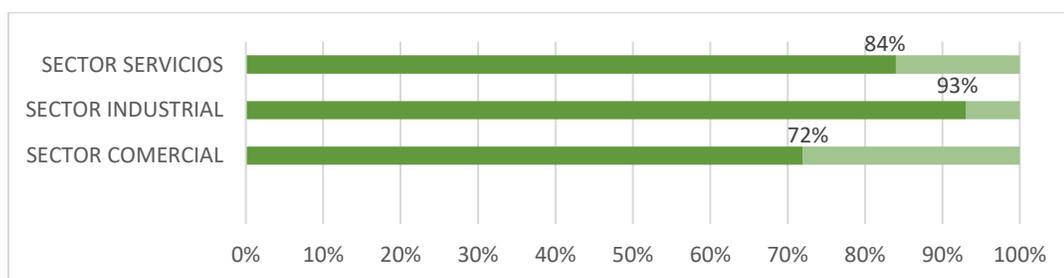
Con el interés de comprender las acciones realizadas por el sector empresarial para sostener un balance entre la generación de valor en la empresa y su impacto en el medioambiente, se plantean los siguientes cuestionamientos ¿Cuáles son las prácticas de logística inversa implementadas en los sectores Servicios, Industrial y Comercial? Y para su implementación ¿Se han utilizado prácticas de capacitación? a partir del fundamento teórico, se plantea como hipótesis que las empresas implementarán diversas prácticas de logística inversa a partir del sector al que pertenecen, pero priorizarán en los tres sectores, elementos donde se establezcan lineamientos operativos antes de considerar las prácticas de capacitación. De confirmarse esta hipótesis, representaría una importante área de oportunidad para fundamentar un proceso de intervención futuro que lleve hacia la concientización del valor agregado que representaría el fortalecer los conocimientos y habilidades del personal que integra las empresas, a través de estrategias de capacitación diversas. Por tal razón, se ha establecido como objetivo de esta investigación el determinar la incidencia en las prácticas de logística inversa utilizadas en los sectores de Servicios, Comercial e Industrial e identificar

su vinculación con prácticas de capacitación utilizadas para su implementación. Participaron en esta investigación 65 de las 95 empresas donde realizaron sus prácticas profesionales los estudiantes de la 28ª generación de la carrera Ingeniería en Logística Internacional, correspondientes al proceso de estadías del periodo del 22 de enero al 19 de abril de 2024. Del 100% de las empresas participantes, el 49.2% pertenecen al sector de Servicios, el 27.7% al sector Comercial y el 23.1% al sector industrial. La investigación desarrollada fue de tipo cualitativo, con un alcance de tipo descriptivo. Se utilizó la técnica de entrevista, diseñándose un guion estructurado a través de la plataforma de Google Forms, instrumento que fue utilizado por los estudiantes practicantes, para realizar las entrevistas en las empresas donde realizaron sus prácticas profesionales, para obtener información respecto a la existencia de estrategias empresariales que vinculen las prácticas de logística inversa con las prácticas de capacitación para el personal que integra la planta laboral. El instrumento fue validado por 2 expertos en el ámbito empresarial previo a su aplicación.

## Resultados

En los resultados obtenidos se identifica que una mayoría significativa de las empresas que participaron en este estudio considera que ha integrado buenas prácticas medioambientales en sus operaciones y decisiones cotidianas. Destaca el Sector Industrial con una incidencia del 93% de las empresas que lo integran.

Gráfica 1. Buenas prácticas medioambientales en operaciones y decisiones cotidianas



Las prácticas de logística inversa señaladas como las más utilizadas por los sectores son: La destrucción o eliminación de productos y/o material residual, con el 27% en el Sector Industrial y el 22% en el Sector de Servicios. Y el reciclaje de material residual, con el 27% en el Sector Industrial, el 27% en el Sector Industrial y el 24% en el Sector Comercial. Se identifica la coincidencia de la manipulación de material residual en las prácticas de logística inversa más utilizadas. Las prácticas de logística inversa que presentan menor incidencia en ser utilizadas en el Sector Comercial y el Sector de Servicios es la re-manufactura de productos, con el 7% y 6% respectivamente. Mientras que para el Sector Industrial la reparación de productos, aparece solo con el 6% (ver tabla 1).

Tabla 1. Incidencia de prácticas de logística inversa utilizadas por sectores

Prácticas de logística inversa	Sectores		
	Sector Industrial	Sector Servicios	Sector Comercial

Reciclaje de material residual	27%	18%	24%
Dstrucción o eliminación de productos y/o material residual	27%	22%	10%
Reparación de productos	6%	20%	14%
Restauración de productos	17%	10%	21%
Reutilización o reventa de productos	13%	12%	10%
Re-manufactura de productos	10%	6%	7%

Fuente Elaboración propia

Los elementos que son más utilizados para implementar las prácticas de logística inversa en los tres sectores tienen una significativa coincidencia. Destacando los protocolos para el manejo de residuos o productos y los procesos y rutas para la gestión integral de residuos y devoluciones. Respecto a la capacitación y entrenamiento al personal se observa que desciende hasta un cuarto lugar de incidencia, seguido por los procesos de seguimiento, evaluación y retroalimentación a procesos. Los sistemas y tecnología para la comunicación dentro de las prácticas de logística inversa presentan el menor nivel de incidencia (ver tabla 2). Resulta interesante resaltar que los tres elementos que en promedio presentan una mayor incidencia en los tres sectores corresponden a una serie de acuerdos, actividades o etapas que se establecen para lograr un fin, mientras que los elementos que en promedio se ubican en los tres últimos lugares tienen una implicación hacia el desarrollo de conocimientos y habilidades vinculadas al análisis e interpretación de tareas, funciones o resultados.

Tabla 2. Incidencia de elementos para implementar las prácticas de logística inversa

<i>Elementos para implementar las prácticas de logística inversa</i>	<i>Sectores</i>		
	<i>Sector Industrial</i>	<i>Sector Servicios</i>	<i>Sector Comercial</i>
Protocolos para manejo de residuos o productos	54%	32%	32%
Procesos y rutas para gestión integral de residuos y devoluciones	17%	21%	32%
Políticas de devolución	16%	12%	14%
Capacitación y entrenamiento al personal	12%	14%	10%
Procesos de seguimiento evaluación y retroalimentación a procesos.	1%	7%	4%
Sistemas y tecnología para la comunicación	0	2%	4%

Fuente Elaboración propia

En los resultados obtenidos, si bien inicialmente las empresas que pertenecen a los tres sectores afirmaban, con un alto porcentaje de incidencia, haber integrado buenas prácticas medioambientales, se observa la incidencia más elevada en las empresas que afirman no haber brindado capacitación al personal en buenas prácticas organizacionales y medioambientales. Por otra parte, se observa que, ante la disyuntiva de priorizar el tipo de capacitación, el 33% de las empresas que pertenecen al Sector Industrial y el 19% de las empresas que pertenecen al Sector de Servicios han priorizado capacitar al personal en buenas prácticas organizacionales, mientras que únicamente el 7% de las empresas que pertenecen al Sector Industrial, el 6% de las empresas que pertenecen al Sector Servicios han seleccionado la capacitación en buenas prácticas medioambientales. A diferencia del Sector Comercial, donde el 22% de las empresas han priorizado capacitar al personal en buenas prácticas medioambientales y el 17% ha optado por priorizar la capacitación en buenas prácticas organizacionales (ver tabla 4).

Tabla 4. Capacitación para promover buenas prácticas organizacionales y medioambientales

<i>Tipo de capacitación</i>	<i>Sectores</i>		
	<i>Sector Industrial</i>	<i>Sector Servicios</i>	<i>Sector Comercial</i>
No se ha brindado este tipo de capacitación	33%	44%	44%
En buenas prácticas organizacionales y medioambientales	27%	31%	17%
En buenas prácticas organizacionales	33%	19%	17%
En buenas prácticas medioambientales	7%	6%	22%

Fuente Elaboración propia

## **Discusión**

Siart (2020), afirma que las empresas en el desarrollo de sus operaciones y actividades, han llevado a sobrepasar los límites éticos por el consumo excesivo de recursos naturales y la degradación del medio ambiente, principalmente al no visibilizar los efectos a partir de su interacción con el entorno y al operar más allá de las implicaciones de un comportamiento enmarcado en la responsabilidad social. Si bien, las prácticas de logística inversa han surgido como una alternativa para reducir el impacto ambiental y desarrollar un enfoque de rentabilidad en las empresas, es necesario reconocer la existencia de sesgos y limitaciones en su selección e implementación. Gómez, Flores, Poblano, Rodríguez & Pinto (2022) afirman que, pese a que el término de logística inversa no es nuevo, las estrategias utilizadas para su aplicación y los beneficios que representan no son ampliamente conocidos. En las empresas, se incluyen ciertos aspectos de la logística inversa, pero hace falta enfocar con atención hacia todas las acciones que pudieran haber sido omitidas, realizando estudios que puedan detectar la aplicación efectiva de estas prácticas y eliminar los sesgos existentes. Esta falta de aplicación a conciencia de la logística inversa reduce el impacto potencial que

podiera representar en lo económico, lo ambiental y en la productividad. Reconocer la gran diversidad en las aportaciones que pudieran ser utilizadas en las empresas, y la importancia de la participación del personal que integra a las empresas para lograrlo, brindaría un valor agregado que llevaría a perfeccionar las operaciones y los resultados a obtener (Paredes, Grisales & Sánchez, 2022). El involucramiento del personal para la integración de estrategias de logística inversa a partir de una postura colaborativa en la que se asuman responsabilidades, permitiría incrementar los beneficios en términos operativos y por ende impactaría favorablemente en aspectos económicos, materiales y medioambientales. Sin embargo, estas acciones deberán estar fundamentadas en prácticas de capacitación que proporcione los recursos cognitivos y el desarrollo de destrezas que formen las competencias para proponer e implementar las prácticas de logística inversa innovadoras y congruentes con la generación de valor en la empresa, además de la creación de beneficios para la sociedad y el medioambiente (Gómez et Al., 2022).

Se puede inferir entonces que, la integración de prácticas que favorezcan la creación de una cultura de capacitación formal, tendrá efectos positivos que impactarán directamente en la productividad de la empresa. Fomentar la formación y competencias del personal que les impacte más allá del desempeño cotidiano, tendrá un efecto causal con el desarrollo y calidad de los procesos vinculados a las prácticas organizacionales especialmente en el manejo responsable de sus recursos (Abreo & Choloquina, 2022).

## **Conclusión**

A partir de los resultados obtenidos en esta investigación se puede afirmar que la logística inversa, como propuesta para disminuir el impacto en el medioambiente derivado de las actividades productivas de los sectores servicios, industrial y comercial, no ha logrado posicionarse como parte activa de las operaciones desarrolladas en las empresas. Muestra de ello, son los bajos niveles de incidencia que se han identificado respecto a utilizar prácticas vinculadas a la logística inversa, por ejemplo, el reciclaje de material residual y la destrucción o eliminación de productos y /o material residual, han alcanzado el máximo porcentaje de implementación, con tan solo el 27% de presencia en las empresas que pertenecen al sector Industrial. Por otra parte, se observa que, para la implementación de las prácticas de logística inversa utilizadas en las empresas participantes de este estudio, se ha priorizado el establecimiento de lineamientos operativos como protocolos, procesos y rutas, además de políticas, antes de considerar las prácticas de capacitación al personal. La capacitación presenta una mínima vinculación con la implementación de las prácticas de logística inversa, identificándose solo el 14% de presencia en el sector Servicios, el 12% en el sector Industrial y el 10% en el sector Comercial. Es innegable la importancia de los lineamientos para establecer los criterios en el desempeño, sin embargo, la formación y entrenamiento del personal será vital para impulsar el desarrollo empresarial y la optimización de los recursos utilizados. Se puede afirmar que existe una discrepancia entre la percepción estratégica y el involucramiento del personal para llevar a la práctica las

acciones que se derivan de ella. Se ha omitido la gran fuente de valor que representan las personas que se desempeñan a través de los procesos y operaciones que dan vida a las organizaciones. Sumar esta experiencia con prácticas de capacitación que fortalezcan los conocimientos y habilidades, además de brinda apertura ante nuevas tendencias, tecnología, métodos y técnicas, brindaría acceso a la innovación a partir del compromiso con la calidad y la solución de problemas, en beneficio de la empresa, la sociedad y el medioambiente.

## Referencias

- Abreo León, J. F., & Choloquina Ayala, R. I. (2022). Capacitación y su incidencia en el desempeño laboral del personal de la Ferretería "Bonilla" en el cantón La Maná, 2022 (Bachelor's thesis, Ecuador: La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).
- Berna Paternina, G. R., & Padilla Otero, A. C. (2022). Análisis de casos de logística inversa en empresas colombianas. Repositorio Institucional de la Universidad de Córdoba, 11-17.
- Castellano, S., & Urdaneta, J. A. (2015). Estrategias de mercadeo verde utilizadas por empresas a nivel mundial. *Telos*, 17(3), 476-494.
- Delgado, B. M., Alvarado, W. P., & Ortega, M. V. (2021). La capacitación laboral como herramienta de mejoramiento empresarial. *Boletín Redipe*, 10(6), 305-317.
- García G., S. M. E. (2022) Qué la nueva pandemia en empresas, no sea la ausencia de capacitación en 2023. Recuperado el 01 de julio de 2024 de <https://www.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-la-nueva-pandemia-en-empresas-sea-ausencia-de-garc%C3%ADa-gonz%C3%A1lez/>
- Gómez Z., P. I., Flores S., A., Poblano O., E. R., Rodríguez M., M. A., & Pinto S., J. A. (2022). Determinación de mejores prácticas de logística inversa asociadas a la competitividad a través del teorema de Bayes. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 13(25).
- López, A. I. (2018). Manual de logística inversa. ESIC Editorial, España, 13-20.
- Malpica Z., W. A., Caicedo P., C. A. & Lasso E., D. A. (2022) Estudio de la logística inversa y su importancia en la gestión empresarial de organizaciones sostenibles. *Revista Estrategia Organizacional*, 11(1), <https://doi.org/10.22490/253982786.5657>
- Noé Amato, C. (2015). Relación entre logística inversa y desempeño. Estudio de casos en Córdoba, Argentina. *Cuadernos de Administración (Universidad del Valle)*, 31(53), 85-96.
- Paredes R., A. M., Grisales, A., A. F. & Sánchez Z., D. A. (2022) Operational Risk Management in the Reverse Logistics Process of Used Vehicle Oil. *Revista FAcultad de Ingeniería*, 31 (61), e13869. Obtenido de [file:///Users/usuario/Downloads/Gestion\\_de\\_riesgos\\_operacionales\\_en\\_el\\_proceso\\_de\\_.pdf](file:///Users/usuario/Downloads/Gestion_de_riesgos_operacionales_en_el_proceso_de_.pdf)

Siart, S. A. (2020). ¿ Cómo contabilizar el impacto ambiental de las empresas? El caso de las emisiones de gases de efecto invernadero. Revista de Estudios Empresariales. Segunda época, (2), 94-111. Barcelona, España. ISSN-e 1988-9046

Vázquez, J. F. (2008). Logística inversa. Boletín de Información, (307), 142-155.

World Economic Forum (2022) Cómo pueden las empresas hacer frente a la contaminación por plásticos no reciclables. Recuperado el 01 de julio de 2024 de <https://es.weforum.org/agenda/2022/07/como-las-empresas-hacer-frente-a-la-contaminacion-por-plasticos-no-reciclables/>

Zapata, W. A. M., Pereira, C. A. C., & Espitia, D. A. L. (2022). Estudio de la logística inversa y su importancia en la gestión empresarial de organizaciones sostenibles. Revista Estrategia Organizacional, 11(1), 31-47.

## 11.- Nanopartículas de plata (Ag) para el crecimiento vegetativo y generación de energía biofotovoltaica

Paulina Anayansi Ortega Cruz

Orcid 0009-0002-4934-8457

Luis Ángel González Gutiérrez

Orcid 0009-0000-9081-649X

Jorge Alberto Granados Olvera

Orcid 0000-0003-0546-5328

Recibido: junio, 28, 2023; Aceptado: agosto, 09, 2024

### Resumen

La Biotecnología y la Nanotecnología son campos científicos emergentes que se centran en el estudio y manipulación de materiales a escala molecular, conocidos como nanomateriales. Estos tienen propiedades únicas que los hacen ideales para diversas aplicaciones interdisciplinarias. En Biotecnología, se emplean para mejorar procesos biológicos y médicos como la administración de fármacos y la ingeniería de tejidos. En Nanotecnología, se investigan para crear materiales avanzados, sistemas electrónicos eficientes y dispositivos con características moleculares únicas. Una aplicación prometedora es su uso en vegetación para optimizar el crecimiento y la producción de energía biofotovoltaica, actuando como catalizadores o mejorando la fotosíntesis. Estas innovaciones no solo pueden transformar la agricultura y la energía, sino también campos como la medicina, la electrónica y la conservación ambiental. La colaboración entre expertos en Biotecnología y Nanotecnología es crucial para avanzar en el desarrollo de nanomateriales y maximizar su impacto positivo en la sociedad.

Palabras clave: Nanomateriales, síntesis, biofotovoltaica y crecimiento.

### Abstract

Biotechnology and Nanotechnology are emerging scientific fields which focus on the study and manipulation of materials at a molecular scale, known as nanomaterials. These have unique properties that make them ideal for various interdisciplinary applications. In Biotechnology, they are used to improve biological and medical processes such as drug delivery and tissue engineering. In Nanotechnology, research is carried out to create advanced materials, efficient electronic systems and devices with unique molecular characteristics. Their use in vegetation is a promising application to optimize growth and biophotovoltaic energy production, acting as catalysts or even improving photosynthesis. These innovations can not only transform agriculture and energy, but also fields such as medicine, electronics, and environmental conservation. Collaboration between experts in Biotechnology and Nanotechnology is crucial to advance nanomaterials development and maximize their positive impact on society.

Keywords: Nanomaterials, synthesis, biophotovoltaics and growth.

### Introducción

A nivel global, la creciente preocupación por el deterioro ambiental, las emisiones de gases de efecto invernadero y el agotamiento de recursos convencionales, como el petróleo, está impulsando una transición hacia fuentes de energía renovables. Este cambio se manifiesta en un aumento de la investigación y la financiación destinadas a desarrollar alternativas sostenibles a los combustibles fósiles. La urgencia por mitigar el impacto ambiental y asegurar un suministro energético sostenible ha llevado a científicos, académicos, empresas y gobiernos a explorar diversas formas de energía renovable, destacándose en este contexto la bioenergía y, en particular, la biofotovoltaica. La biofotovoltaica, una tecnología emergente que convierte la energía solar en electricidad mediante sistemas biológicos, ha captado un interés creciente debido a su potencial para contribuir a una matriz energética más sostenible. En este marco, la generación y aplicación de nanopartículas de plata (NPs Ag) se ha propuesto como una estrategia innovadora para mejorar la eficiencia de la biofotovoltaica. Las NPs Ag, al ser introducidas en el entorno radicular de las plantas, facilitan un crecimiento vegetativo óptimo y aumentan la oxigenación de las raíces. Este proceso no solo promueve un desarrollo más robusto de las plantas, sino que también mejora su capacidad para realizar la fotosíntesis, aumentando la producción de pigmentos verdes en las hojas, esenciales para la captura de energía solar. La interacción entre las nanopartículas de plata y los componentes biológicos del suelo permite una transformación eficiente de la bioenergía en electricidad. Las NPs Ag actúan al mejorar la conductividad y el intercambio iónico en el suelo, lo que potencia la capacidad de las plantas para generar una corriente eléctrica a partir de la energía solar. Este fenómeno es facilitado por la sinergia entre las plantas, los microorganismos presentes en el suelo y las partículas de plata, creando un sistema biofotovoltaico que convierte la energía solar en electricidad. El presente estudio se centra en evaluar el potencial eléctrico de las plantas de jardín cuando se utilizan nanopartículas de plata y se implementan electrodos específicos. A través de técnicas avanzadas para la síntesis de NPs Ag y la integración de sistemas de recolección de energía en las plantas, se busca determinar la eficacia de este enfoque en la generación de electricidad biofotovoltaica. Los resultados preliminares indican que el tratamiento con NPs Ag puede llevar a mejoras significativas en el crecimiento y rendimiento de las plantas, sugiriendo que esta tecnología tiene el potencial para avanzar en el campo de las energías renovables y contribuir a un futuro energético más sostenible.

### **Fundamentación Teórica**

La nanotecnología se enfoca en la manipulación y aplicación de tecnología a una escala nanométrica, de 1 a 100 nm. Esta disciplina aprovecha sistemas físicos, químicos y biológicos para crear materiales con propiedades controlables y diversas. Los nanomateriales, definidos como partículas en estado libre dentro de dicho rango, pueden ser naturales, incidentales o manufacturados, y exhiben propiedades físicas, químicas y biológicas distintas a las de sus equivalentes macroscópicos, como actividad antimicrobiana y citotóxica, y aplicaciones en administración de fármacos y como agentes antitumorales. Estos materiales

versátiles tienen aplicaciones extendidas en productos cotidianos como protectores solares, cosméticos y vendajes, así como en sectores industriales como textil, alimentario y médico. La convergencia de nanotecnología y biotecnología, conocida como nano-biotecnología, promueve soluciones innovadoras y sostenibles para desafíos biotecnológicos. La "síntesis verde" en la producción de nanomateriales subraya la importancia de métodos que minimicen el impacto ambiental y mejoren la salud pública.

La diversidad en nanotecnología permite clasificaciones basadas en dimensiones, morfología y composición química, destacando los quantum dots por sus propiedades únicas en aplicaciones biológicas y biomédicas. La fotosíntesis es el proceso físico-químico mediante el cual plantas, algas y bacterias fotosintéticas utilizan energía solar para sintetizar compuestos orgánicos. Este proceso implica la liberación de oxígeno molecular y la utilización de dióxido de carbono atmosférico para la producción de compuestos orgánicos, conocido como fotosíntesis oxigénica. Algunos tipos de bacterias utilizan la energía de la luz para formar compuestos orgánicos, pero tienen ausencia de producción de oxígeno. En este caso se habla de fotosíntesis anoxigénica. La fotosíntesis se desarrolla en dos fases, fase luminosa (que depende de la luz para su realización) y fase oscura (que no depende directamente de la luz), la fase oscura, a pesar de su nombre, se realiza también durante el día. (Margulis, L.,2008)

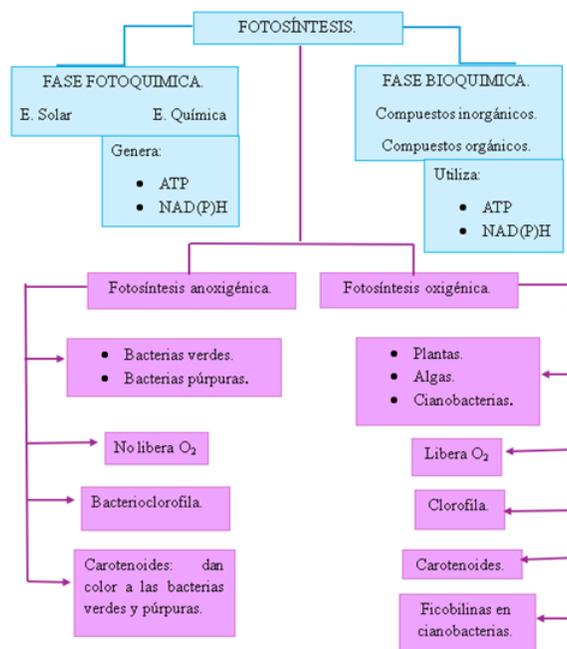


Figura 1.1 Elementos de la fotosíntesis oxigénica y anoxigénica  
(Ortega A. (2024) Fotosíntesis. Laboratorio de investigación UPCi.)

La fase luminosa o fotoquímica depende de la luz para su realización. Tiene por objeto captar la energía luminosa y transformarla en energía química utilizable (ATP) y poder reductor (NADPH) que se utilizan posteriormente en la fase oscura. (Margulis, L.,2008) Las células fotosintéticas poseen una serie de

pigmentos localizados en los tilacoides. Los más importantes son las clorofilas, aunque existe también una cierta cantidad de pigmentos accesorios (carotenos y xantofilas). Estos pigmentos se encuentran en la membrana tilacoidal asociados en grupos que constituyen unidades fotosintéticas llamadas fotosistemas. Cada uno está compuesto por cientos de moléculas de clorofila y carotenoides que actúan como moléculas antena o colectoras que absorben la luz y la transmiten como en un embudo hacia una molécula de clorofila especializada la “clorofila a” (también llamada Clorofila diana) que forma el llamado centro de reacción que al recibir la excitación por la energía transmitida es capaz de perder un electrón que es enviado hacia la cadena de transportadora de electrones de la membrana tilacoidal. Los electrones perdidos por la clorofila se restituyen posteriormente. (Margulis, L.,2008) La fase oscura o biosintética agrupa todos los procesos y reacciones de la fotosíntesis que pueden ser llevados a cabo por los cloroplastos sin necesidad de la luz. Tiene lugar en el estroma de los cloroplastos mediante una ruta metabólica llamada Ciclo de Calvin-Benson. En esta fase se produce la incorporación de la materia inorgánica (CO<sub>2</sub>) a materia orgánica (hexosas y otros hidratos de carbono), a partir de estas primeras sustancias es posible la síntesis de todo tipo de compuestos: aminoácidos, ácidos grasos y glúcidos. Como en todo proceso anabólico se requiere energía (3 ATP) y un potente reductor (2 NADPH) que en este caso proceden de la fase luminosa de la fotosíntesis. (Margulis, L.,2008) La energía eléctrica es una forma de energía natural manifestada. El sector industrial es el que requiere consumir más de la misma, no obstante, las comunidades son un sector de la población que requiere de estos servicios, ya que muchas veces no son abastecidas por la economía de la zona. Los recursos energéticos fósiles son favorables hoy en día, sin embargo, tienen una cantidad limitada de vida para ser empleados por la sociedad, ya que son de carácter no renovable. El tener una demanda eléctrica conlleva a la continua investigación en energías renovables. Los avances en energías renovables han dado paso a la energía biofotovoltaica, llamada así por su capacidad de generar energía eléctrica por medio de la fotosíntesis; el proceso de la fotosíntesis se lleva a cabo por medio de la excitación de electrones, por lo que captar estos electrones excedentes al hacer la rizodeposición, se implementa una pila eléctrica por medio de un par de electrodos que permite transformar la energía química en energía eléctrica.(Ortega Cruz.PA 2024). La energía biofotovoltaica es la energía generada a través de la fotosíntesis de organismos vivos, como lo son: musgos, algas, plantas y árboles. Cuando los estos organismos producen la fotosíntesis, liberan productos orgánicos al suelo en el que se hallan bacterias simbióticas logrando metabolizar residuos fotosintéticos, de los que se valen para sobrevivir, generando subproductos, entre estos electrones. El proceso de generación de energía eléctrica por medio de plantas de jardín no afecta el proceso de crecimiento de estos seres vi-vos, por ello a la hora de la experimentación se optó por utilizar materiales que no dañaran a la planta y al suelo en donde se generaría dicha energía, lo que se verifica en la, ya que, al usar un cátodo y un ánodo, es posible generar esta energía, dependiendo de la especie y del tamaño de la planta. (Ortega Cruz.PA 2024).

## **Materiales y métodos**

Este estudio se enfocó en la generación de energía eléctrica mediante la fotosíntesis de plantas, utilizando un innovador dispositivo de macetas biofotovoltaicas, diseñadas con cátodo y ánodo integrados. El objetivo principal fue explorar la viabilidad de esta tecnología en la producción de energía renovable a partir de procesos biológicos. A continuación, se detalla el diseño del dispositivo, la preparación de las plantas y el tratamiento con nanopartículas de plata (NPs de Ag) para optimizar la generación de energía.

1. Diseño de Macetas Biofotovoltaicas: Las macetas biofotovoltaicas fueron diseñadas específicamente para maximizar la eficiencia en la conversión de energía bioeléctrica. Cada maceta integra un cátodo y un ánodo de manera que faciliten la recolección y transferencia de electrones generados durante la fotosíntesis. El diseño se centra en los siguientes aspectos clave:

-Materiales de Electrodo: Se seleccionaron materiales conductores de alta conductividad y resistencia a la corrosión para los electrodos. El cátodo se fabricó con grafito por su estabilidad y capacidad para capturar electrones, mientras que el ánodo se construyó con un material conductor que optimiza la transferencia de electrones al circuito externo.

-Configuración Estructural: Las macetas están diseñadas para permitir una distribución homogénea del flujo eléctrico generado. Los electrodos están posicionados estratégicamente para garantizar un contacto eficiente con las raíces de las plantas, optimizando así el proceso de bioelectricidad.

-Seguridad y Eficiencia: Se incorporaron medidas de seguridad para evitar la corrosión de los electrodos y se utilizaron sellos adecuados para prevenir fugas de agua y contaminación. La eficiencia del dispositivo se evaluó mediante pruebas de voltaje y corriente generados en diferentes condiciones de iluminación y tipos de plantas.

2. Preparación de Plantas y Tratamiento con Nanopartículas de Plata: Para el experimento, se seleccionaron ejemplares vegetativos de 4 cm de altura. El tratamiento con nanopartículas de plata (NPs de Ag) se utilizó para mejorar el rendimiento fotosintético y, por ende, la generación de energía eléctrica. El proceso incluye:

-Selección y Preparación de Plantas: Las plantas seleccionadas fueron de crecimiento rápido y con una alta capacidad fotosintética. Se prepararon y se plantaron en las macetas biofotovoltaicas asegurando que las raíces hicieran contacto directo con los electrodos.

-Tratamiento con Nanopartículas de Plata: Se utilizó una solución de nanopartículas de plata con una concentración específica diseñada para mejorar la oxigenación de las raíces y promover una mayor tasa de fotosíntesis. Las NPs de Ag fueron aplicadas a las plantas a través de riego, lo que permitió su absorción gradual.

-Monitoreo y Evaluación: Se monitoreó el crecimiento de las plantas y se evaluó el impacto del tratamiento con NPs de Ag en la producción de oxígeno y la eficiencia fotosintética. Se registraron parámetros como el voltaje y la corriente generados en función de la intensidad luminosa y las condiciones ambientales.

Fotografía para Observación: Registro de la generación de energía biofotovoltaica en un ejemplar vegetativo de 4 cm.



Figura 1.1 Generación de energía biofotovoltaica con un ejemplar vegetativo de 4cm.  
(Ortega A. (2024) Energía biofotovoltaica. Laboratorio de investigación UPCi.)

Observación de una mayor generación de energía biofotovoltaica después del tratamiento con NP's de Ag.



Figura 1.2 Aumento de voltaje después de las nanopartículas de Ag (Ortega A. (2024)  
Energía biofotovoltaica. Laboratorio de investigación UPCi.)

Comparación visual de organismos vegetativos secos y recuperados dos días después del tratamiento con NP's de Ag, demostrando efectos positivos en el crecimiento y recuperación de las plantas.



Figura 1.3 Crecimiento progresivo después de las nanopartículas de Ag (Ortega A. (2024) Segunda oportunidad de vida. Laboratorio de investigación UPCi.)

## Resultados

El estudio "Electricidad por medio de la fotosíntesis de las plantas" se enfoca en generar energía eléctrica a partir de la energía emitida por las raíces de las plantas. Utilizando macetas diseñadas con cátodo y ánodo, se logró generar energía biofotovoltaica de manera segura y efectiva para ejemplares vegetativos. Un

ejemplo específico mostró la producción de 0.05 voltios en una planta de 4 cm de altura. Investigaciones realizadas en la Universidad Politécnica de Cuautitlán Izcalli demostraron que las nanopartículas de plata (NP's de Ag) mejoraron significativamente la producción de voltaje de las plantas. Estas NP's facilitan la oxigenación de las raíces al interactuar con microorganismos del suelo, promoviendo la producción de clorofila mediante la fotosíntesis. Se subraya que estos metales no son dañinos para las plantas ni para el suelo. El estudio también observó efectos positivos en el crecimiento vegetativo, proporcionando a las plantas nuevas oportunidades de vida. Las NP's de Ag, utilizadas en concentraciones específicas, demostraron beneficios notables al mejorar la oxigenación de las raíces y facilitar la fotosíntesis, promoviendo raíces más estables y un desarrollo saludable mediante una pigmentación efectiva.

### **Discusión**

1.Observación de Efectos en el Crecimiento Vegetativo: Se observaron efectos positivos en el crecimiento de las plantas tratadas, proporcionándoles una nueva oportunidad de vida y mejorando su desarrollo vegetativo óptimo.

2.Proceso de Pigmentación y Estabilidad de Raíces: La mejora en la oxigenación radicular promovió un proceso acelerado y efectivo de pigmentación (producción de clorofila), favoreciendo así la estabilidad y salud de las raíces de las plantas.

Los resultados obtenidos confirman que las nanopartículas de plata (NP's de Ag), utilizadas en concentraciones específicas, son beneficiosas para la generación de energía biofotovoltaica y el desarrollo saludable de plantas vegetativas, sin causar efectos adversos en el entorno del suelo ni en las plantas mismas.

### **Conclusión**

El siguiente apartado realizado en el Laboratorio de Investigación de la Universidad Politécnica de Cuautitlán Izcalli (UPCi) demostró que las nanopartículas de plata (NP's de Ag) mejoraron significativamente la producción de voltaje generado por las plantas. Este efecto se atribuye a la facilitación de la oxigenación radicular por los metales presentes, beneficiando la producción de clorofila y promoviendo un desarrollo saludable y estable de las raíces. El aprovechamiento de energía biofotovoltaica debe emplearse mediante conexión en serie para obtener una mayor capacidad de voltaje. La energía biofotovoltaica producida por las plantas, es una potencial fuente de energía eléctrica, que en el medido paso podría utilizarse a nivel global resolviendo algunas de las principales problemáticas que se presentan en la sociedad como lo es el desabastecimiento de energía eléctrica y la constante contaminación por las energías no renovables y fósiles: al mismo tiempo se le da paso al conocimiento de nanomateriales generados de forma orgánica ayudando

al crecimiento de estos organismos vegetativos, ayudando y potencializando el voltaje obtenido por los mismos de esta forma satisfaciendo las necesidades energéticas de la población.

### Referencias

- ARIAS GARCÍA, J. O. S. É., & GIRÓN LÓPEZ, F. I. L. I. B. E. R. T. O. (2019). PROTOTIPO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE PLANTAS CON ARDUINO.
- DO, M. D. D. D. F. CARLOS FELIPE REZENDE FACCHINI <http://orcid.org/0000-0001-6896-8673>
- Huerta, A. F., Beltrán, S. V. C., Ordoñez, I. A., Olvera, J. A. G., Cruz, P. A. O., Domínguez, A. L. L., ... & Santillán, X. Z. (2024). SUPLEMENTO ESPECIAL: CIENCIA PHOENIX. + Ciencia, (35), 49-69.
- Lee, S.H., & Jun, B.H. (2019). Silver nanoparticles: synthesis and application for nanomedicine. International journal of molecular sciences , 20 (4), 865.  
<https://doi.org/10.3390/ijms20040865>
- Margulis, L., & Sagan, D. (2008). El proceso de nutrición en las plantas. Fundamentos de fisiología vegetal, 242-258.
- Safla, LOB, Arteaga, GGA, Játiva, MMV, & Giler, JES (2023). Biophotovoltaic Energy: Plants as an Alternative Source of Renewable Energy in Portoviejo, Manabí Province. Sinapsis Scientific Journal , 1 (22).  
<https://doi.org/10.37117/s.v1i22.723>
- S. M. Dizaj, F. Lotfipour, M. Barzegar-Jalali, M. H. Zarrintan, and K. Adibkia, "Antimicrobial activity of the metals and metal oxide nanoparticles," Mater. Sci. Eng. C, vol. 44, pp. 278–284, Nov. 2014, doi:  
<https://doi.org/10.1016/j.msec.2014.08.031>
- S. Srivastava and A. Bhargava, Green Nanoparticles: The Future of Nanobiotechnology. 2022

## **12.- Obtención de Bioetanol a partir de Cascaras de Piña, Como Propuesta Pedagógica en la Carrera de Ingeniería en Biotecnología**

Jorge Alberto Granados Olvera

Alondra Nereida Abonce Mendez

ORCID: 0000-0003-0546-5328

ORCID: 0009-0000-5198-8088

Lesly Marlene Aguiñaga Castillo

ORCID: 0009-0008-6587-8443

Recibido: junio, 28, 2024; Aceptado: agosto, 09, 2024

### **Resumen**

El estudio se enfocó en la producción de bioetanol a partir del jugo de piña utilizando la cáscara como fuente de azúcar en un biorreactor diseñado para optimizar la fermentación alcohólica. Los resultados demostraron que la cáscara de piña, con su alto contenido de polisacáridos y celulosa, fue altamente eficaz en la conversión del azúcar en bioetanol mediante levaduras. Este hallazgo subraya el potencial de los residuos agrícolas como recurso valioso para la producción de biocombustibles, fomentando prácticas sostenibles y reduciendo la dependencia de fuentes alimenticias para la energía. Desde una perspectiva educativa, este experimento proporciona una plataforma valiosa para enseñar conceptos complejos de bioquímica y biotecnología en un entorno práctico. Los estudiantes no solo adquieren conocimientos sobre el proceso de fermentación y la biología microbiana, sino que también exploran métodos de purificación como la destilación para obtener bioetanol de alta pureza. Esta experiencia educativa no solo fortalece su comprensión teórica, sino que también les inculca la importancia de utilizar recursos renovables de manera responsable. Además, la presente investigación promueve la conciencia ambiental evidenciando el potencial de la cáscara de piña como una fuente económica y sostenible de biomasa para la producción de energía renovable. Esto es crucial para la educación ambiental, ya que prepara a las futuras generaciones para abordar desafíos globales como el cambio climático y la seguridad energética mediante soluciones innovadoras y sostenibles.

Palabras clave: Bioetanol, biomaterial, desechos naturales, educación

### **Abstract**

This study focused on the production of bioethanol from pineapple juice using the peel as a sugar source in a bioreactor designed to optimize alcoholic fermentation. The results demonstrated that pineapple peel, with its high content of polysaccharides and cellulose, was highly effective in the conversion of sugar into bioethanol by yeast. This finding highlights the potential of agricultural waste as a valuable resource for biofuel production, promoting sustainable practices and reducing dependence on food sources for energy.

From an educational perspective, this experiment provides a valuable platform for teaching complex biochemistry and biotechnology concepts in a practical setting. Students not only gain knowledge about the fermentation process and microbial biology, but also explore purification methods such as distillation to obtain

high-purity bioethanol. This educational experience not only strengthens their theoretical understanding, but also instills in them the importance of using renewable resources responsibly. Furthermore, this research promotes environmental awareness by evidencing the potential of pineapple peel as an economical and sustainable source of biomass to produce renewable energy. This is crucial for environmental education as it prepares future generations to address global challenges such as climate change and energy security through innovative and sustainable solutions.

Keywords: Bioethanol, biomaterial, natural waste, education

## **Introducción**

En la era moderna, la educación ha evolucionado significativamente más allá de la simple transferencia de conocimientos, adoptando un enfoque dinámico conocido como educación didáctica. Este enfoque juega un papel crucial en la formación de profesionales en ciencia y tecnología, proporcionando herramientas para la aplicación práctica de conceptos teóricos. Los biotecnólogos, en particular, se benefician enormemente de este enfoque al adquirir habilidades para comprender y aplicar conceptos biológicos en contextos del mundo real. Un ejemplo destacado de este cambio pedagógico es la actividad de laboratorio centrada en la producción de bioetanol a partir de residuos de cáscaras de frutas. Esta actividad no solo demuestra la aplicación práctica de conocimientos teóricos, sino que también subraya la importancia de la innovación y la sostenibilidad en la biotecnología moderna. A lo largo del programa educativo en Biotecnología, los estudiantes no solo aprenden técnicas avanzadas para manipular organismos vivos y sus componentes, sino que también exploran cómo estas técnicas pueden impactar sectores clave como el medio ambiente y la industria. Este enfoque práctico no solo mejora la comprensión teórica de los estudiantes, sino que también fortalece habilidades cruciales como el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la toma de decisiones informadas en entornos científicos y técnicos. Además, la educación didáctica en biotecnología promueve un enfoque holístico para la resolución de problemas, preparando a los estudiantes para abordar desafíos globales como la seguridad alimentaria, la salud pública y la sostenibilidad ambiental. Al integrar conocimientos teóricos y prácticos, este enfoque educativo ayuda a los estudiantes a desarrollar una comprensión profunda de cómo la biotecnología puede beneficiar a la sociedad transformando ideas en soluciones prácticas. El análisis de los resultados de estas actividades proporcionará información valiosa sobre cómo los estudiantes pueden generar soluciones innovadoras mediante la combinación de habilidades técnicas avanzadas y principios biológicos. La educación didáctica en biotecnología no solo fortalece las habilidades técnicas y cognitivas de los alumnos, sino que también los capacita para convertirse en agentes de cambio en un campo científico en constante evolución y expansión.

## Fundamento teórico

La biomasa, ya sea de origen industrial, agroindustrial o doméstico, se genera en cantidades significativas y su acumulación puede tener impactos negativos directos en el medio ambiente. Por tanto, la propuesta de utilizar estos residuos para la producción de bioetanol representa una opción coherente, evitando el uso de materiales alimentarios y contribuyendo a la reducción de contaminantes orgánicos vegetales (Hernández, 2017). Los biocombustibles, derivados de la biomasa, pueden ser sólidos como el carbón y la madera, líquidos como el bioetanol, el biodiesel y los aceites de pirolisis, o gaseosos como el biogás. A pesar de sus ventajas, el uso generalizado de biocombustibles enfrenta desafíos significativos, principalmente relacionados con los costos de producción y la disponibilidad de materia prima. Una estrategia para abordar estos problemas es el aprovechamiento de residuos agroindustriales que de otro modo no tendrían un uso específico (Cury et al., 2017). El bioetanol es un biocombustible obtenido mediante la fermentación de azúcares presentes en materiales como la caña de azúcar, maíz, trigo, arroz, residuos agrícolas, forestales y basura orgánica urbana. Puede utilizarse puro (etanol anhidro) o mezclado con gasolina en diversas proporciones. Incluso en bajas concentraciones, como un 10% de mezcla, el bioetanol reduce las emisiones de monóxido de carbono y no requiere modificaciones significativas en los motores de los vehículos. Sin embargo, a medida que aumenta la proporción de bioetanol en la mezcla, se necesitan ajustes en componentes como el convertidor catalítico, el tanque de combustible, el sistema de evaporación, la ignición y la inyección, entre otros. La utilización de bioetanol puro en motores adaptados elimina las emisiones de dióxido de azufre y reduce las emisiones totales de dióxido de carbono, lo cual suscita un interés considerable en desarrollar tecnologías que optimicen la producción a gran escala con costos más bajos (de la Cerna, 2016). El proceso de producción de bioetanol se puede dividir en dos pasos principales: obtención de pulpa rica en enzimas y la fermentación de la glucosa donde se ven involucrados microorganismos como las levaduras, *Saccharomyces cerevisiae*, las cuales transforman azúcares en etanol, esto bajo condiciones específicas anaeróbicas con una temperatura entre los 24-30 ° C. El bioetanol también puede obtenerse a partir del jarabe de glucosa de residuos lignocelulósicos. Las cáscaras de frutas, como las de la *Ananas comosus* (piña), son una fuente importante de este jarabe de azúcar, aunque generalmente se consideran de bajo valor biológico y se desechan. La piña es una fruta ampliamente producida y su cáscara, que a menudo termina en vertederos, representa una oportunidad significativa para la producción sostenible de bioetanol. En la producción de bioetanol, la molienda de la piel de piña ayuda a liberar los azúcares y otros nutrientes presentes en el material vegetal, haciéndolo más accesible a las enzimas y proporcionando una mezcla uniforme, mejorando el rendimiento en el proceso de la fermentación. Una vez que se ha obtenido la pulpa de la cascara de piña se ajusta su pH a una escala de 5.0 para tener condiciones adecuadas para las levaduras que llevaran a cabo el proceso de fermentar la glucosa en etanol ( $C_2H_5OH$ ) y dióxido de carbono ( $CO_2$ ).



Posterior a la obtención de etanol se deberá llevar a cabo un proceso de destilación la cual se puede definir como un proceso físico en el cual se separan los componentes de una mezcla líquida basada en sus diferentes puntos de ebullición. En este caso, el bioetanol tiene un punto de ebullición de 78.37 °C, que es menor que el del agua (100 °C). Al calentar la mezcla fermentada, el etanol se evapora primero y luego se condensa de nuevo en forma líquida en el tubo refrigerante.

### **Materiales y métodos**

La obtención de bioetanol comenzó con la colocación de 250 ml de pulpa de piña en un frasco de vidrio. Posteriormente, se agregaron 50 ml de jugo de limón y se mezclaron constantemente, asegurándose de mantener el movimiento continuo durante varios minutos. Se añadieron entonces 25 g de levadura, 200 ml de agua y 100 g de azúcar a la mezcla, sin interrumpir la agitación, para lograr una homogeneización completa. Una vez obtenida la mezcla homogénea, se procedió a elaborar un fermentador casero (figura1) utilizando la tapa del frasco y una manguera, perforando la tapa para pasar la manguera a través de ella y asegurando que la manguera pudiera sumergirse ligeramente en la mezcla al tapar el frasco. Se preparó un matraz con agua para sumergir el extremo opuesto de la manguera, evitando así la liberación de presión durante la fermentación y protegiendo la integridad de la mezcla.



Figura 1. Fermentador Casero

Fuente: elaboración propia

El frasco fue dejado fermentar sin abrir durante aproximadamente 4 días. Después de este período, se instaló un equipo de destilación Soxhlet en sujetadores universales utilizando pinzas de tres dedos. Se conectaron mangueras para el flujo de anticongelante a través del tubo refrigerante. Una porción de la mezcla fermentada se transfirió a un matraz redondo, que se colocó sobre una parrilla y se aseguró con pinzas de tres dedos para llevarlo al punto de ebullición. El matraz redondo se conectó al equipo de destilación Soxhlet. Cuando la mezcla alcanzó su punto de ebullición, el bioetanol producido durante la fermentación comenzó a evaporarse. Esta evaporación se dirigió a través del tubo refrigerante con anticongelante, resultando en la obtención de bioetanol líquido como producto final del experimento.



Figura 2 Destilación del bioetanol  
Fuente elaboración propia

## Resultados

Como resultado de la fermentación del jugo de piña en el biorreactor diseñado, se obtuvieron aproximadamente 50 mililitros de bioetanol. Este bioetanol es un líquido incoloro con un aroma característico amargo debido al proceso de fermentación alcohólica. La materia prima utilizada para la producción de bioetanol fue la cáscara de piña, reconocida por ser una fuente rica en azúcares. La cáscara de piña contiene un 23% de azúcar total y un 15% de celulosa, lo que favorece una fermentación eficiente para la elaboración de este bioproducto. La levadura desempeñó un papel fundamental en el éxito de la fermentación al consumir la glucosa presente en el jugo de piña y transformarla en alcohol etílico (etanol) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), proceso básico para la producción de bioetanol. El uso de cáscara de piña como fuente de azúcar demostró

ser efectivo para la fermentación y producción de bioetanol, destacando por su contenido en azúcares y celulosa que facilitan su procesamiento. La implementación adecuada del biorreactor y el control preciso del proceso de fermentación fueron clave para obtener bioetanol líquido como resultado final del experimento. Enseñar este proceso en clases a nivel universitario proporciona a los estudiantes una comprensión práctica de las operaciones unitarias como lo son la molienda, fermentación, destilación, ajuste de pH y su aplicación en biotecnología promoviendo la investigación y el desarrollo de tecnologías verdes.

## **Conclusión**

El presente estudio ha investigado la viabilidad de producir bioetanol a partir de jugo de piña utilizando cáscara como fuente de azúcares en un biorreactor diseñado para optimizar la fermentación alcohólica. Los resultados destacan que la cáscara de piña, rica en polisacáridos y celulosa, constituye una herramienta eficaz para convertir el azúcar en bioetanol mediante la acción de la fermentación por levaduras. Desde una perspectiva educativa, este experimento proporciona un panorama innovador para enseñar conceptos de bioquímica y biotecnología en un entorno práctico. Los estudiantes pueden profundizar su comprensión del proceso de fermentación, el papel de los microorganismos en la producción de biomasa y los métodos de purificación como la destilación para obtener bioetanol de alta pureza. Además, este enfoque didáctico fomenta la conciencia ambiental al demostrar el potencial de la cáscara de piña como una fuente sostenible y económicamente viable de biomasa para la producción de energía renovable. Este aspecto es crucial para educar a las generaciones futuras sobre la importancia de adoptar prácticas agrícolas y tecnológicas que promuevan la sostenibilidad ambiental y mitiguen el cambio climático. El integrar este tipo de experimentos en los planes de estudio académicos no solo fortalecerá el conocimiento científico de los estudiantes, sino que también los preparará para abordar problemas globales y ambientales. Al proporcionar experiencias de aprendizaje enriquecedoras y significativas, este enfoque educativo no solo mejora la comprensión teórica, sino que también inspira a los estudiantes a explorar soluciones creativas para promover la sostenibilidad y la resiliencia ambiental.

## **Referencias**

- Casasola Rivera, Wilmer. (2020). El papel de la didáctica en los procesos de enseñanza y aprendizaje universitarios. *Comunicación*, 29(1), 38-51. <https://dx.doi.org/10.18845/rc.v29i1-2020.5258>
- Cury, K., Aguas, Y., Martínez, A., Olivero, R., & Chams, L. (2017). Residuos agroindustriales su impacto, manejo y aprovechamiento. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 9(S), 122. <https://doi.org/10.24188/recia.v9.ns.2017.530>
- de la Cerna Hernández, C. (2016). Fabricando bioetanol. *Energías Renovables*, 2015, 2029.

Hernández, C. (2017). Obtención de bioetanol a partir de hidrolizados de residuos de fruta. (Tesis de Maestría). Universidad de Oviedo, Oviedo, España.

Llenque-Díaz, L. A., Quintana Díaz, A., Torres Lino, L., & Segura Vega, R. (2020). PRODUCCIÓN DE BIOETANOL A PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS VEGETALES. *REBIOL*, 40(1), 21-29. Recuperado a partir de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbiol/article/view/2991>

## 12.- Propuesta de enseñanza de la actividad enzimática en el laboratorio: actividad de la papaína

Rangel Ruiz, Karelía Liliana

Orcid 0000-0003-1805-0447

Granados Olvera, Jorge Alberto

Orcid 0000-0003-0546-5328

García Cerón, Víctor Hugo

Orcid 0009-0004-7580-2400

Gómez Álvarez, Jacqueline

Orcid 0009-0007-9453-4394

Recibido: agosto, 07, 2023; Aceptado: febrero, 20, 2024

### Resumen

Un aspecto importante en las carreras de corte biológico es el conocimiento que los estudiantes tienen que adquirir acerca de las enzimas, cuál es su función y como la realizan, es por ello por lo que resulta de vital importancia plantear actividades prácticas para los estudiantes en las cuales puedan aprender acerca de ellas. El objetivo de este trabajo es proponer una actividad de laboratorio donde los estudiantes puedan aprender acerca de la actividad enzimática con materiales fáciles de conseguir, en este caso, se evaluará el efecto proteolítico de las diferentes partes de una papaya. La papaína es una enzima del tipo de las proteasas que a nivel industrial tiene varias funciones tales como ablandador de carnes o en los alimentos procesados, también en la industria farmacéutica como ayuda para la digestión. Los estudiantes probaron las diferentes partes de una papaya (pulpa, cáscara y huesos), un control positivo y un control negativo sobre carne cruda para observar la actividad proteolítica de la papaína. Una vez concluida la práctica los estudiantes contestaron una encuesta con la finalidad de evaluar el grado de comprensión acerca del tema, obteniendo resultados positivos. Como conclusión, esta propuesta ofrece una metodología fácil y a bajo coste para la enseñanza de la actividad enzimática.

Palabras claves: Papaína, actividad enzimática, práctica de laboratorio

### Abstract

The knowledge that students must acquire about enzymes is an important aspect in biological careers, as well as identifying what their function is and how they perform it, which is why it is vitally important to propose practical activities for students in which they can learn about such knowledge. The objective of this work is to propose a laboratory activity where students can learn about enzymatic activity with easily available materials. In this case, the proteolytic effect of the various parts of a papaya will be evaluated. Papain is a protease-type enzyme that has several functions at an industrial level, such as a meat tenderizer or in processed foods, as well as in the pharmaceutical industry as a digestion aid. Students will evaluate the distinct parts of a papaya (pulp, peel, and bones), a positive control and a negative control on raw meat to observe the proteolytic activity of papain. Once the practice was completed, the students answered a survey to evaluate the understanding

degree of the topic, obtaining positive results. In conclusion, this proposal offers an easy and low-cost methodology for teaching enzymatic activity.

Key words: Papain, enzymatic activity, laboratory practice

### **Introducción.**

La actividad enzimática hace referencia a la función que cada enzima puede llevar a cabo, es decir, a su capacidad biocatalítica específica, las dificultades a las que se enfrentan los estudiantes para comprender este tema, no se encuentran bien estudiadas, sin embargo, algunos trabajos destacables sobre el tema se han publicado en años recientes. Tripodi y cols. (2015), realizaron un estudio con estudiantes de diversas carreras del área biológica encontrando que algunos de los principales problemas con los que se enfrentan los estudiantes en el tema de actividad enzimática son: la focalización de los contenidos en el área matemática dejando de lado la parte conceptual, la falta de explicación de los conceptos principales y las ideas centrales, uso de términos no comprendidos por los estudiantes así como, la falta de verificación de la adquisición de conocimientos, por lo cual este estudio sugiere la realización de actividades experimentales, el uso de organizadores gráficos adecuados para la temática y el uso de representaciones de contenido. Por su parte Gonzales Gómez y cols., (2020), en un trabajo sobre la comprensión de los conceptos que componen el tema de actividad enzimática encontraron que para los alumnos dichos conceptos resultan confusos y recomiendan la aplicación de actividades tipo Flipped Classroom y la realización de actividades prácticas de laboratorio. En este sentido, podemos encontrar algunas propuestas como el trabajo de Rodríguez Rey y cols. (2011) donde se propone una metodología para medir la actividad enzimática y las proteínas, para ello hacen uso de las proteínas del suero de la sangre donde se mide la actividad enzimática de la Fosfatasa alcalina, dándole un énfasis clínico a la propuesta, también se encuentra el trabajo de Leksmono y cols. (2018), propusieron una metodología para evaluar la actividad enzimática de la lactasa, evidenciando dicha actividad de manera indirecta con un análisis colorimétrico, esta propuesta resulta interesante debido a la rapidez y sencillez con la que se presenta, sin embargo y al igual que en la propuesta anterior se requieren reactivos muy específicos. Tomando en cuenta lo anterior, la implementación de dichas prácticas resulta primordial para mejorar la comprensión de los estudiantes, sin embargo, es importante tomar en consideración que los recursos e infraestructura con la que cuentan muchas Instituciones es limitada, es por ello por lo que se busca implementar una propuesta que ofrezca la experiencia de la actividad práctica de laboratorio con materiales accesibles y de bajo costo. El objetivo del presente trabajo es proponer una actividad de laboratorio accesible para la enseñanza de la actividad enzimática tomando como modelo a la papaína.

## Fundamentación Teórica

Una enzima es una proteína con actividad catalítica, por lo tanto, es un catalizador biológico (NIH, 2024). Las enzimas son esenciales en muchos procesos, no solo biológicos, sino industriales e inclusive médicos, por ejemplo, su medición es importante en el diagnóstico de varias enfermedades (Lewis y Stone, 2023). La papaína es una proteasa que es considerada una cisteína endopeptidasa (EC), cuya principal función es hidrolizar los enlaces peptídicos que unen aminoácido con aminoácido, preferentemente básicos, en las proteínas (Tacias-Pascacio y cols., 2021a). Se puede encontrar en la papaya (*Carica papaya*), principalmente en la cáscara de la fruta inmadura y en el látex y es considerada por la FDA (US Food and Drug Administration) como un GRAS (generalmente reconocida como segura, por sus siglas en inglés) lo cual la convierte en una de las más usadas en la industria de los alimentos (FDA, 2023), por lo cual suele resultar de fácil acceso. Esta enzima también se ha probado como un degradador de residuos, por ejemplo, en la industria pesquera, de los cuales se han podido obtener péptidos bioactivos mediante síntesis verde (Tacias-Pascacio, 2021b) Recientemente se ha encontrado una papain-like en el SARS-COV2 por lo cual, este tipo de enzimas han ganado atención (Shin y col., 2020)

## Materiales y métodos

Para la obtención de la papaína para el control positivo fue necesario triturar, en un mortero, una tableta de papaína de marca comercial y posteriormente diluirla en 25 ml de PBS, se agito vigorosamente por 2 min y se centrifugo a 3,500 rpm por 10 min, el sobrenadante fue transferido a un tubo de 2 mL y se conservó a 4°C hasta su uso (tomado y modificado de Leksmono y cols., 2018)



Figura 1 Molido de la tableta comercial para la extracción de la papaína

Fuente elaboración propia

Para la formación de las unidades experimentales, una papaya verde inmadura fue pelada y seccionada conservando en diferentes contenedores cada una de sus partes: las semillas, la cáscara y la pulpa. Cada una de las partes de la papaya fue triturada por separado (Figura 2).



Figura 2: Trituración de las partes de la papaya.

Fuente Elaboración propia

Posteriormente se etiquetaron cinco vasos de precipitados con las siguientes leyendas:

- U1: Pulpa
- U2: Semillas
- U3: Cáscara
- U4: Pulpa/ semillas /cáscara
- U5: Control positivo (Papaína)
- U6: Testigo (Solo carne)

En cada uno de los vasos se colocaron 10 g de las partes de la papaya correspondientes, en el caso del recipiente marcado como pulpa/semillas/cáscara se colocó una mezcla de dichas partes en proporciones iguales, es decir 3.3 g de cada parte, hasta tener un peso final de 10g . Es importante recalcar que todos los vasos tuvieron la misma cantidad de las diferentes partes de la papaya (Figura 3).



Figura 3 Unidades experimentales

Fuente elaboración propia

Una vez que los vasos contuvieron las diferentes partes de la papaya, en cada uno se colocaron 10g de carne de res, el cual fue impregnado cuidadosamente con las diferentes partes de la papaya (U1 a la U4). En el vaso marcado como “Testigo” (U6), solo se colocaron 10 g de carne como control. En la U5, además de la carne se agregó 1 mL de la papaína extraída a partir de las tabletas. Al terminar, las unidades experimentales se incubaron a 4°C por 24 horas. Cuando el tiempo de incubación hubo transcurrido, se evaluó la integridad de la carne en cada una de las unidades experimentales, comprobando parámetros organolépticos tales como: los cambios en la suavidad, resistencia, textura y color.

Ya finalizada la práctica, se solicitó a los estudiantes que contestaran una encuesta electrónica formada de 5 preguntas relacionadas a la adquisición y reafirmación de conocimiento acerca de la actividad enzimática.

## Resultados

Se obtuvieron 6 unidades experimentales: 3 unidades con la misma cantidad de carne y la misma cantidad de partes de la papaya (10g, U1-U3), 1 con porciones iguales de cada una de las partes de la papaya y carne (U4), y las 2 unidades experimentales restantes que consistieron en un control positivo en el cual se le agregó 1mL de la enzima papaína previamente purificada y se puso a interaccionar con la carne (U5) y un control negativo con solo carne (U6). Posterior a la incubación las unidades experimentales y los controles fueron

comparados, verificando características organolépticas como: Suavidad, resistencia, textura y color (Figura 4), encontrando que la carne que se encontraba en las unidades experimentales donde había cáscara (U3 y U4), presentaron resultados parecidos a los encontrados en el U5: Control positivo, ya que la suavidad al tacto había aumentado, mientras que la resistencia se vio disminuida, por su parte el color y la textura presentaron cambios semejantes entre U3, U4 y U5, comparados respecto a U6.



Figura 4 Evaluación de la carne una vez transcurrido el tiempo de incubación

Fuente elaboración propia

De acuerdo con los resultados de la encuesta de verificación obtenidos, el 85% de los estudiantes considero que “He aprendido algo nuevo” y “He reafirmado el conocimiento que ya tenía”, con respecto a su conocimiento previo acerca de la actividad enzimática.

## **Discusión**

Tomando en cuenta los resultados obtenidos, podemos deducir que la parte de la papaya donde podemos encontrar presencia de la papaína sería en la cáscara ya que las Unidades experimentales (U3 y U4) donde interaccionaban la carne y la cáscara obtienen resultados parecidos a los del control con papaína. Esto concuerda con lo reportado por Gil Garzón y cols. (2012), respaldando lo encontrado en esta práctica. Por otra parte, respecto a la propuesta de enseñanza, de acuerdo con lo encontrado previamente en la literatura, esta propuesta ofrece una alternativa fácil, práctica y de bajo costo, para revisar y reafirmar el conocimiento que los estudiantes hayan adquirido acerca del tema de Actividad enzimática. Los resultados obtenidos a partir de la encuesta aplicada a los estudiantes arrojan que esta actividad de laboratorio les permitió reafirmar el conocimiento teórico que previamente se les había otorgado en el salón de clases lo cual concuerda con lo reportado por Gonzales Gómez (2020). Una de las principales ventajas de esta propuesta es que la

mayoría de los reactivos que se requieren no son especializados, por lo tanto, instituciones que cuenten con recursos limitados pueden implementar esta propuesta en el laboratorio, así como también, el equipo especializado que se necesita es mínimo por lo cual resulta accesible para la mayoría de las instituciones, a diferencia de varias de las propuestas antes mencionadas en este mismo trabajo. Además, de acuerdo con lo propuesto por Trippodi y cols. (2015), al ser este una propuesta experimental, al aplicarse con los estudiantes, puede contribuir a que los alumnos comprendan de mejor forma el tema de actividad enzimática.

### **Conclusión**

De acuerdo con lo encontrado en los resultados, la papaína fue encontrada en la cáscara de la papaya ya que la presencia de esta causo un efecto semejante al encontrado en el control positivo. Por otra parte, la actual propuesta presenta una alternativa de bajo costo, practica y fácil para mejorar la comprensión de los estudiantes en el tema de actividad enzimática. Esta propuesta consta de 5 pasos que se pueden resumir en: obtención de las partes de la papaya, extracción de la papaína, formación de las unidades experimentales, incubación y resultados; los cuales son sencillos y requieren poco material especializado, por ello, esta propuesta resulta accesible para cualquier institución. Por lo tanto, se concluye que el objetivo del presente trabajo se cumplió al presentar una propuesta accesible y sencilla para la enseñanza de la actividad enzimática. La divulgación de trabajos como el que aquí se presenta es vital ya que contribuyen a facilitar el conocimiento de los estudiantes, por lo tanto, resulta prioritario la generación de más propuestas como esta, no solo para el tema de actividad enzimática, sino para todos aquellos cuyo entendimiento pudiera ser complicado para los estudiantes.

### **Referencias**

FDA, 2023. Enzyme Preparations Used in Food (Partial List). GRAS. Fecha de consulta: 30 de junio de 2024. Tomado de: <https://www.fda.gov/food/generally-recognized-safe-gras/enzyme-preparations-used-food-partial-list>

Gil Garzón, M. A; Bedoya Mejía, V.; Millán Cardona, L. J. y Benavides Paz, Y. L. (2012). Papaína extraída a partir de la cáscara de la papayuela perteneciente a la especie (*Carica papaya* L.), por medio de microondas con aplicación en el ablandamiento de la carne bovina. *J. Eng. Technol.* Vol.1, N°2. (2012) - ISSN: 2256-3903. Fecha de consulta: 01 de agosto de 2024. Tomado de: <http://revistas.unilasallista.edu.co/index.php/jet/article/view/200/408>

Gonzales Gómez, Luisa Fernanda; Monguí Aponte, Laura Yuliana y Hernández Guzmán, Tania Daniela (2020). Enseñanza aprendizaje de los conceptos coenzima y Apoenzima asociados al estudio de actividad enzimática: una mirada desde el modelo de aprendizaje basado en problemas mediante la metodología Flipped Classroom. Universidad Pedagógica Nacional. Facultad De Ciencia y Tecnología. Licenciatura en Química. Tesis de grado. Fecha de consulta: 30 de junio de 2024. Tomado de: [http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/12512/ensenanza\\_aprendizaje\\_de\\_los](http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/12512/ensenanza_aprendizaje_de_los)

[conceptos coenzima y apoenzima asociados al estudio de actividad enzimatica una mirada desde e l modelo de aprendizaje basado en problemas mediante la metodologia flipped classroom.pdf](#)

Leksmono, C. S., Manzoni, C., Tomkins, J. E., Lucchesi, W., Cottrell, G., & Lewis, P. A. (2018). Measuring Lactase Enzymatic Activity in the Teaching Lab. *Journal of visualized experiments : JoVE*, (138), 54377.

<https://doi.org/10.3791/54377>

Lewis, T., & Stone, W. L. (2023). *Biochemistry, Proteins Enzymes*. In StatPearls. StatPearls Publishing.

Fecha de consulta: 30 de junio de 2024. Tomado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32119368/>

NIH, 2024. Talking Glossary of Genomic and Genetic Terms. Fecha de consulta: 30 de junio de 2024.

Tomado de: <https://www.genome.gov/genetics-glossary>

Rodríguez Rey, José Carlos; León Serrano, Javier; Delgado Villar, Ma. Dolores y Navas Méndez, Jesús.

(2011). *Práctica 2 Actividad Enzimática Y Determinación De Proteínas Totales*. Universidad de Cantabria.

Open Course Ware. *BIOQUÍMICA ESTRUCTURAL Y BIOLÓGICA*. Fecha de consulta: 30 de junio de

2024. Tomado de: [https://ocw.unican.es/pluginfile.php/2983/course/section/2861/practica\\_02.pdf](https://ocw.unican.es/pluginfile.php/2983/course/section/2861/practica_02.pdf)

Shin, D., Mukherjee, R., Grewe, D., Bojkova, D., Baek, K., Bhattacharya, A., Schulz, L., Widera, M.,

Mehdipour, A. R., Tascher, G., Geurink, P. P., Wilhelm, A., van der Heden van Noort, G. J., Ovaa, H.,

Müller, S., Knobeloch, K. P., Rajalingam, K., Schulman, B. A., Cinatl, J., Hummer, G., ... Dikic, I. (2020).

Papain-like protease regulates SARS-CoV-2 viral spread and innate immunity. *Nature*, 587(7835), 657–662.

<https://doi.org/10.1038/s41586-020-2601-5>

Tacias-Pascacio, V. G., Castañeda-Valbuena, D., Morellon-Sterling, R., Tavano, O., Berenguer-Murcia, Á.,

Vela-Gutiérrez, G., Rather, I. A., & Fernandez-Lafuente, R. (2021b). Bioactive peptides from fisheries

residues: A review of use of papain in proteolysis reactions. *International journal of biological*

*macromolecules*, 184, 415–428. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.06.076>

Tacias-Pascacio, V. G., Morellon-Sterling, R., Castañeda-Valbuena, D., Berenguer-Murcia, Á., Kamli, M. R.,

Tavano, O., & Fernandez-Lafuente, R. (2021a). Immobilization of papain: A review. *International journal of*

*biological macromolecules*, 188, 94–113. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.08.016>

Trípodi, K., García, G., & Machado, C. (2015). Avances en el estudio de las dificultades en la enseñanza de

actividad enzimática en el nivel superior. *IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo*

*de las Ciencias Exactas y Naturales*. Fecha de consulta: 30 de junio de 2024. Tomado de:

[https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab\\_eventos/ev.8170/ev.8170.pdf](https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.8170/ev.8170.pdf). ISSN 2250-8473

### 13.- Papel del docente como agente del cambio

Erasmus Edgar Torres Vargas

Orcid 0009-0004-2647-8843

Recibido: julio, 10, 2029; Aceptado: agosto, 12, 2024

#### Resumen

El papel del docente como agente del cambio es crucial en el contexto educativo actual, donde se enfrentan constantes desafíos y transformaciones. Este rol no se limita únicamente a la transmisión de conocimientos, sino que implica una responsabilidad más amplia en la formación integral de los estudiantes y en la influencia positiva dentro de la comunidad educativa. En primer lugar, el docente actúa como facilitador del aprendizaje, adaptando metodologías y recursos didácticos para responder a las necesidades y estilos de aprendizaje diversos de los alumnos. Esta adaptabilidad no solo mejora la experiencia educativa, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar un mundo cambiante y dinámico. Además, el docente desempeña un papel crucial en la promoción de valores éticos y ciudadanos, fomentando el respeto, la colaboración y la empatía entre los estudiantes. Esto no solo fortalece el ambiente escolar, sino que también prepara a los jóvenes para ser ciudadanos responsables y comprometidos con su entorno. Otro aspecto esencial del papel del docente como agente del cambio es su capacidad para innovar y adoptar nuevas tecnologías y metodologías educativas. Esto permite actualizar constantemente las prácticas pedagógicas y mejorar los resultados del aprendizaje. El docente como agente del cambio no solo enseña conocimientos académicos, sino que también moldea actitudes, valores y habilidades que son fundamentales para el desarrollo integral de los estudiantes y para enfrentar los desafíos futuros de la sociedad. Su influencia va más allá del aula, impactando positivamente en la comunidad educativa y contribuyendo al progreso social y cultural.

Palabras clave: Pedagogía, Transformación, Innovación, Agente, Adaptación.

#### Abstract

The role of the teacher as an agent of change is crucial in the current educational context, where constant challenges and transformations are faced. This role is not limited only to the transmission of knowledge but implies a broader responsibility in the comprehensive training of students and in the positive influence within the educational community. Firstly, the teacher acts as a learning facilitator, adapting teaching methodologies and resources to respond to the diverse needs and learning styles of the students. This adaptability not only enhances the educational experience, but also prepares students to face a changing and dynamic world. In addition, the teacher plays a crucial role in promoting ethical and civic values, fostering respect, collaboration, and empathy among students. This not only strengthens the school environment, but also prepares young people to be responsible citizens committed to their environment. Another essential aspect of the teacher's role as an agent of change is their ability to innovate and adopt new educational technologies and methodologies. This allows pedagogical practices to be constantly updated and learning outcomes improved.

The teacher as an agent of change not only teaches academic knowledge, but also shapes attitudes, values and skills that are fundamental for the comprehensive development of students and to face the future challenges of society. Its

influence goes beyond the classroom, positively impacting the educational community and contributing to social and cultural progress.

Key words: Pedagogy, Transformation, Innovation, Agent, Adaptation.

## **Introducción**

Crear habilidades técnicas altamente calificadas ya no es suficiente para satisfacer las necesidades del mercado laboral actual. Competir en el mundo actual requiere habilidades socioemocionales que permitan adaptarse al cambio, ser flexible, resiliente, promover la colaboración, el trabajo en equipo y un ambiente positivo de aprendizaje y trabajo, además de mostrar empatía (Segarra et al., 2015). Al respecto, Ariza (2017) sostiene que la construcción de una sociedad democrática se logrará “en la medida en que las personas estén dotadas de conocimientos y habilidades cognitivas, comunicativas y emocionales, sensibles a las diferencias y conociendo a los demás desde una perspectiva diferente”. estética y ética” (página 12). Ariza (2017) agrega que mejorar la convivencia, el bienestar y la transformación social requiere de la implementación de programas formales de educación emocional para los docentes que les ayuden a adquirir habilidades socioemocionales en primer lugar; salud y satisfacción personal, para luego aplicar estrategias que creen vínculos sanos de respeto, hermandad e igualdad con los estudiantes. Según la Secretaría de Educación Pública (SEP), “asegurar la prosperidad económica pasa por construir un modelo de desarrollo basado en la inclusión y la participación, con la educación y la investigación como pilares”. En este sentido, el objetivo del Programa Sectorial de Educación 2020-2024 (PSE 2020-2024) es “contribuir a un modelo de desarrollo basado en el bienestar humano, asegurando la plena realización del derecho a la educación como catalizador de calidad”. “alcanzar el desarrollo sostenible del país” (SEP, 2020, p. 11). A través de seis objetivos que incluyen: “Garantizar el derecho a una educación equitativa, multicultural e inclusiva que sea excelente, relevante y apropiada en todos los niveles de educación; y la reevaluación del personal docente es el tema principal del proceso educativo con pleno respeto a sus derechos” (SEP, 2020, p.20). Un indicador importante de la calidad de la educación y del aprendizaje de los estudiantes es el rendimiento académico. Los resultados del aprendizaje “son producto de los procesos cognitivos, la metacognición y los recursos internos de los estudiantes como la autoestima, la agencia y la motivación” (Ariza, 2017, p. 7). Para Garay et al. (2017) es la capacidad de recordar, comprender y aplicar diferentes contenidos. Según Fernández (2018), esto se debe a factores como “recursos pedagógicos, métodos y herramientas para evaluar el logro de habilidades, aspectos psicológicos y socioculturales” (p. 1-2). Ariza (2017) considera la inteligencia emocional y la influencia docente como factores que influyen en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios. En la era actual, marcada por rápidos avances tecnológicos, cambios sociales y desafíos globales, el papel de un maestro como agente del cambio en el ámbito educativo es más relevante que nunca. El mundo está experimentando cambios vertiginosos en todos los aspectos de la vida, lo que requiere una adaptación continua en el ámbito educativo. Los docentes, como profesionales dedicados al proceso de enseñanza y aprendizaje, desempeñan un papel crucial en la adaptación de la educación para satisfacer las demandas cambiantes de la sociedad. La tecnología está transformando la forma en que aprendemos y enseñamos. (“Tecnología + educación: Las ventajas que cambian el juego - RECLA”) Estos deben entender cómo integrar de manera efectiva la tecnología en el aula para mejorar el aprendizaje, fomentar la participación de los estudiantes y prepararlos para un mundo digitalizado. La equidad y la inclusión son valores fundamentales en la

educación del siglo XXI. Deben trabajar para eliminar las disparidades en el acceso a la educación y crear entornos de aprendizaje inclusivos que respeten y valoren la diversidad de los estudiantes. Tienen la responsabilidad de desarrollar habilidades relevantes para el siglo XXI en sus estudiantes, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la comunicación efectiva y la colaboración. Estas habilidades son esenciales para el éxito en el mundo actual y futuro, no solo están formando estudiantes, sino también ciudadanos activos y participativos en la sociedad. Tienen el poder de influir en las actitudes, valores y comportamientos de las futuras generaciones, promoviendo un cambio positivo en la sociedad.

### **Fundamentación Teórica**

El rol del docente ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, pasando de ser un mero transmisor de conocimientos a desempeñar un papel activo como agente de cambio dentro del sistema educativo. Este documento explora diversas teorías y enfoques que sustentan esta función crucial del docente en la promoción del cambio educativo y social. Según la Secretaría de Educación Pública (2020), el aprendizaje se entiende como “un proceso en el que una persona, a partir de la experiencia, manipula objetos e interactúa con personas, crea o construye conocimiento, corrige activamente y cambia nuestros modelos cognitivos sobre el mundo que nos rodea” (p. 165), el aprendizaje es significativo incluyen el compromiso y la colaboración entre docentes y estudiantes, la calidad de la interacción y el sentido de participación que los estudiantes atribuyen al contenido, así mismo se refiere al logro educativo como “el nivel de conocimientos adquiridos evaluado con base en un conjunto de variables que toma en cuenta el dominio esperado de los conocimientos en las diferentes etapas de la educación obligatoria” (p. 171). (Garay et al., 2017). En contraste, Ariza (2017) sostiene que el logro académico también se conoce como logro o éxito académico y afirma que “se preocupa por alcanzar las metas de la educación general en términos de eficacia y eficiencia” (página 7). Garay et al. (2017) sostienen que es necesario enfatizar la importancia de las experiencias de aprendizaje significativas para los resultados académicos. El aprendizaje es una tarea compartida entre profesores y estudiantes. Fernández (2018) enfatiza la necesidad de que los docentes “profesionalicen su papel como creadores de capacidades a través de estrategias de enseñanza innovadoras” (p. 7) y también señala el papel del liderazgo estudiantil a la hora de motivar el compromiso con el aprendizaje y la elección de los estudiantes en sus propias estrategias de aprendizaje. En este sentido, Garay et al. (2017) sostienen que los estudiantes deben ser conscientes de su responsabilidad en su aprendizaje y que la tutoría puede guiarlos y animarlos a reflexionar sobre sus decisiones académicas. Fernández (2018) destacando que los resultados de aprendizaje requieren del compromiso de docentes y estudiantes “con una adecuada planificación, implementación, control y seguimiento del proceso de enseñanza y aprendizaje, así como con criterios de evaluación establecidos y conocidos”. El papel del docente influye en muchos procesos y aspectos relacionados con la mejora de la educación, y ciertamente uno de los roles más importantes es el aprendizaje de los estudiantes (Hallinger et al. 2014). Por tanto, la docencia requiere de una atención especial para alcanzar los objetivos marcados. Para Portas et al. (2018), la profesión docente hoy es una de las profesiones más afectadas por el estrés y la ansiedad, debido a las crecientes cargas de trabajo y la diversidad de habilidades técnicas y emocionales que deben desarrollarse para afrontar situaciones de la vida diaria y los constantes cambios que la profesión requiere. La implementación de cambios en la educación, aunque apunta a mejorar la calidad de la educación, genera reacciones

de docentes y administradores que no siempre son positivas; Esto se debe al desafío personal de adquirir nuevas habilidades y destrezas que le permitan realizar nuevas tareas. En este sentido, López et al. (2018) sostienen que la adopción de un enfoque basado en competencias impacta directamente en la práctica docente debido a los cambios que trae en los contextos de enseñanza y aprendizaje. Lo complicado que enfrentan los docentes pone de relieve la necesidad de desarrollar la inteligencia emocional. Esto le permite ser flexible, adaptarse a los cambios y afrontar adecuadamente las situaciones cotidianas. La inteligencia emocional incluye la inteligencia interpersonal y la inteligencia intrapersonal (Ariza, 2017). La inteligencia interpersonal se refiere al autoconocimiento, el autocontrol, la autoestima y el amor propio, e incluye la motivación para aprender, el autoconcepto y la independencia; Mientras que la inteligencia interpersonal se refiere a la capacidad de “comprender los sentimientos, motivaciones y comportamientos de los demás” (Arriza, 2017, p. 5). La inteligencia emocional afecta “las habilidades para resolver problemas, las relaciones interpersonales, el trabajo en equipo y la cooperación, la capacidad de autorrealización y las metas y objetivos de vida” (Arriza, 2017, p. 1). Según Portas et al. (2018), los profesores con alta inteligencia emocional serán “más empáticos y positivos, tendrán mejores relaciones con los estudiantes y mostrarán más satisfacción en su trabajo” (p. 10). Ariza (2017) señala que las emociones expresadas por los docentes “crean cambios de comportamiento en los estudiantes e impactan el aprendizaje” (p. 1). En este sentido, Alifernini y Lucidini (2011) encontraron en su estudio que el nivel de motivación de los estudiantes es el mayor predictor para no abandonar la escuela y está relacionado con la empatía y el apoyo de los docentes hacia los estudiantes. En la investigación de Ariza (2017), encontró que componentes de la inteligencia interpersonal como el autoconocimiento, la autoconciencia y el autocontrol estaban todos relacionados con el rendimiento académico. También se ha encontrado una relación entre componentes de la inteligencia interpersonal como la empatía, las relaciones interpersonales y el rendimiento académico. Por otro lado, Torres (2020) sostiene que la inteligencia emocional “nos permite afrontar situaciones incómodas, controlar nuestros impulsos, tener mayor tolerancia al estrés y tener una mayor capacidad de aprender” (p. 4). Agregó que la inteligencia emocional es un factor protector contra el agotamiento emocional o síndrome de burnout (Torres, 2020). Que se refiere a “un trastorno psicológico que afecta a los profesionales que trabajan con personas. Es una enfermedad que indica deficiencias en las áreas cognitiva, emocional y conductual” (Torres, 2020, p. 2). Metin y Dorji (2009) lo llaman “la experiencia de agotamiento emocional y mental resultante de la participación prolongada en actividades emocionalmente exigentes” (p. 1). Las causas de este trastorno incluyen el estrés, la necesidad constante de competencia y la falta de separación entre la vida personal y profesional. Según Torres (2020), las personas con esta condición tienen más probabilidades de consumir alcohol. La salud mental y emocional juega un papel importante en el bienestar y el rendimiento académico de los estudiantes universitarios. Según Sohlman et al. (2018), en menos de una década, el uso de antidepresivos entre estudiantes universitarios ha aumentado un 43%, y uno de cada cinco estudiantes ha sido diagnosticado con una enfermedad mental (p. 3). Teniendo esto en cuenta, Perlmutter et al (2020) informaron que, en México, las tasas de ansiedad, depresión y suicidios continúan aumentando entre adolescentes en un 56% entre 2020 y 2023, “se recetan antidepresivos un 400% más que en la década de 1990, el 25% de la población sufre de insomnio y el consumo diario de alcohol está aumentando entre jóvenes y adultos en todo el mundo” (Perlmutter et al., 2020)., p. 27); Esto enfatiza la necesidad de desarrollar habilidades que permitan a las personas superar los obstáculos cotidianos. En este sentido, Torres (2020) destaca que una de las habilidades que permiten estrategias de afrontamiento, es la regulación de las

emociones; Por tanto, desarrollar esta capacidad evitará los orígenes del agotamiento emocional y del síndrome de *burnout*. Una forma de aprender estas habilidades es a través de programas de aprendizaje socioemocional. Según Ramos y González (2020), la adopción del aprendizaje socioemocional ha surgido en Estados Unidos como una solución viable a diversos problemas sociales. Los programas de aprendizaje socioemocional se basan en la inteligencia emocional y permiten desarrollar habilidades como el autocontrol, la autoconciencia, la conciencia social y la toma de decisiones responsable. Los programas destinados a desarrollar habilidades emocionales son cada vez más populares a nivel mundial. Algunos de los países donde se ha implementado son Estados Unidos, Reino Unido y España. Los resultados mostraron “un mejor desempeño de los estudiantes, una reducción de los comportamientos negativos, una reducción del estrés y una mejora de las actitudes y comportamientos” (Ramos y González, 2020, págs. 11-12). Otra forma de combatir el estrés y mejorar la salud son las técnicas de meditación (Raj, 2017). Técnicas de meditación de atención plena. Ayudan a mejorar la salud y fortalecer naturalmente la mente para combatir “el estrés, la depresión, la ansiedad y otras enfermedades crónicas relacionadas con la mente” de forma natural, precisamente porque se la conoce como “el nuevo calmante para el estrés de Occidente” (Rage, 2017, pp. 20 -22). Es por eso por lo que empresas como Microsoft, Intel, Google, General Mills, Facebook y Twitter han integrado programas de meditación para sus empleados con el objetivo de mejorar su atención en el trabajo, reducir el estrés y el estrés, regular las emociones y mejorar las relaciones entre las personas y su trabajo. Chad Ming Tan, ingeniero de Google. Gran parte del éxito de este programa radica en “combinar la meditación con las últimas investigaciones neurocientíficas y presentarla como una forma de entrenar la inteligencia emocional” (Rage, 2017, p. 21). Nos podemos preguntar. ¿De qué manera un maestro puede liderar iniciativas de cambio en la escuela y la comunidad para promover una educación más inclusiva, equitativa y de calidad para todos? Los maestros que adoptan roles proactivos como agentes de cambio en sus instituciones educativas tienen un impacto significativo en la mejora de las prácticas pedagógicas, la motivación de los estudiantes y la creación de un entorno escolar inclusivo y colaborativo. Esta hipótesis sugiere que los maestros que lideran iniciativas de innovación educativa, implementan metodologías adaptadas a las necesidades actuales de los estudiantes, y colaboran activamente con colegas, padres y la comunidad en general, contribuyen de manera efectiva a promover un aprendizaje más profundo y significativo entre los estudiantes. Si los maestros fomentan el desarrollo de habilidades del siglo XXI, como el pensamiento crítico y la creatividad, entonces prepararán a los estudiantes para enfrentar los desafíos y oportunidades de la sociedad actual y futura. Según algunos autores relevantes en el estudio de los maestros como agente de transformación: Paulo Freire: Freire es conocido por su enfoque en la pedagogía crítica y la educación liberadora. Su obra "*Pedagogy of the Oppressed*" destaca la importancia de una educación que promueva la conciencia crítica y la acción transformadora para combatir la opresión y la desigualdad. Henry Giroux: Giroux es un destacado teórico de la pedagogía crítica. Su trabajo se centra en la relación entre la educación, el poder y la política, y aboga por una educación que fomente la ciudadanía crítica y la resistencia a las injusticias sociales. Bell hooks: La obra de bell hooks, especialmente "*Teaching to Transgress: Education as the Practice of Freedom*", explora la importancia de desafiar las normas dominantes en la educación y promover un espacio de aprendizaje liberador que valore la diversidad, la inclusión y el pensamiento crítico. Ira Shor: Es conocido por su trabajo en la educación crítica y la enseñanza para la liberación. Su obra "*Empowering Education: Critical Teaching for Social Change*" ofrece estrategias prácticas para involucrar a los estudiantes en un aprendizaje significativo y transformador. Dewey es uno de los teóricos

clave en la pedagogía progresista. Su obra "*Democracy and Education*" destaca la importancia de una educación que promueva la participación democrática, la reflexión crítica y la experiencia práctica como medios para el aprendizaje y el desarrollo personal y social. Estos autores proporcionan perspectivas fundamentales sobre el papel del maestro como agente de transformación en la educación. Sus obras exploran diferentes enfoques pedagógicos y teóricos para promover un cambio positivo en el ámbito educativo y la sociedad en general. La fundamentación teórica del papel del docente como agente del cambio se basa en diversas teorías y enfoques que destacan su función central en la transformación educativa y social. El maestro, como profesional de la educación, no solo tiene la responsabilidad de enseñar conocimientos específicos, sino también de promover el desarrollo integral de los individuos y de la sociedad en su conjunto. A continuación, se presenta una fundamentación teórica que sustenta este papel: Teorías del Aprendizaje: Desde perspectivas como el constructivismo de Piaget y Vygotsky, se destaca que el aprendizaje es un proceso activo en el cual el docente juega un rol crucial como mediador entre el conocimiento y el estudiante. Esta teoría enfatiza la importancia de crear ambientes de aprendizaje que sean significativos y estimulantes para los estudiantes, fomentando así su desarrollo cognitivo, social y emocional. Teorías del Cambio Educativo: Teorías como la de Lewin sobre la dinámica del cambio social y organizacional proporcionan marcos conceptuales para entender cómo se producen y se gestionan los cambios en el contexto educativo. El docente actúa como facilitador del cambio al identificar necesidades educativas, diseñar intervenciones efectivas y evaluar los resultados para mejorar continuamente las prácticas educativas. Paulo Freire y otros educadores críticos, subraya el papel del docente como agente de transformación social. Se centra en la conciencia crítica, la emancipación y la acción social como medios para superar las desigualdades y promover una educación liberadora que capacite a los individuos para ser agentes de cambio en sus comunidades. El docente también desempeña un papel clave como líder educativo, influyendo en políticas, prácticas y culturas escolares que afectan el aprendizaje y el desarrollo de los estudiantes. Fullan y Sergiovanni destacan la importancia de habilidades como la visión compartida, la colaboración y la capacidad de motivar y empoderar a otros en la búsqueda de objetivos educativos comunes. La teoría del desarrollo profesional del docente enfatiza la necesidad de aprendizaje continuo y reflexión crítica para mejorar las prácticas pedagógicas. Esta teoría sostiene que los docentes eficaces son aquellos que están comprometidos con su propio desarrollo profesional y que buscan constantemente innovar y adaptarse a las necesidades cambiantes de los estudiantes y la sociedad. La fundamentación teórica del papel del docente como agente del cambio se apoya en teorías del aprendizaje, del cambio educativo, de la pedagogía crítica, del liderazgo educativo y del desarrollo profesional. Estas teorías subrayan la importancia de que los docentes no solo enseñen contenido académico, sino que también promuevan el desarrollo integral de los estudiantes y contribuyan activamente a la mejora y transformación del sistema educativo y la sociedad en general.

### **Materiales y Métodos**

El estudio tiene un enfoque cuantitativo, un diseño transaccional no experimental y un alcance correlacional. La tecnología utilizada para recopilar información fue un cuestionario electrónico Google Forms. La población de estudio estuvo compuesta por 729 estudiantes matriculados en la carrera de licenciatura en administración de una universidad pública de Estado de México. Se tomó una muestra de 447 estudiantes. El tamaño de la muestra se calculó utilizando la calculadora estadística de muestras en línea Netquest (2021), donde para lograr un nivel de confianza del 95% con

un margen de error del 5% se requirió una muestra de 252 estudiantes; Sin embargo, se podría obtener una muestra más grande. La Tabla 1 muestra el número de estudiantes participantes por año académico, donde los estudiantes de primer año son estudiantes de primer semestre y estudiantes de segundo semestre; Estudiantes del segundo año al tercer y cuarto semestre;

Estudiantes en los grados 3 a 5 y 6; De los grados 4 a 7 y 8 y de los grados 5 a 9 y 10.

Año escolar	Semestre	Cantidad de Estudiantes
1	1° y 2°	119
2	3° y 4°	71
3	5° y 6°	97
4	7° y 8°	94
5	9° y 10°	66
	Total	447

Tabla 1. Tamaño de la muestra por año escolar

La herramienta se implementó a través de Microsoft Teams para cada materia entre septiembre y diciembre de 2020. Los docentes compartieron el enlace electrónico del cuestionario con los estudiantes en la sesión presencial. Una vez que se completa la aplicación de la herramienta, el libro de Microsoft Excel con las respuestas se descarga, modifica e importa a SPSS v 25. Por otro lado, para obtener los resultados académicos, el promedio de calificaciones de cada estudiante se descargó del Sistema Integrado de Información Académica (SIIA) y se ingresó manualmente a una base de datos que contiene todas las respuestas al cuestionario.

## Resultados

El análisis de los datos se realizó mediante el programa SPSS versión 25, en el que se aplicaron pruebas de Chi-cuadrado, Mann Whitney y correlación de dos rangos. Dada la naturaleza nominal y ordinal de las variables y la falta de una distribución normal en las variables ordinales y escalares, se utilizó el enfoque no paramétrico. En todos los casos se utilizó un nivel de confianza del 95%.

La Tabla 2 presenta los tipos, objetivos, variables y pruebas estadísticas utilizadas en este estudio.

Categoría de análisis	Objetivo	Variables involucradas	Prueba estadística
Influencia docente y rendimiento académico	Determina si existe una relación entre el rendimiento de los estudiantes con la presencia de docentes motivadores	Promedio global del participante y presencia de docentes motivadores para continuar los estudios	Correlación biserial por rango
Influencia docente	Evaluar la presencia de docentes que motivan a continuar los estudios de acuerdo con el año escolar que concursan los participantes	Presencia de docentes motivadores para continuar los estudios y año cursado por los alumnos	Chi cuadrada
	Evaluar la presencia de docentes que han motivado la deserción de la carrera a lo largo de los años escolares que cursan los participantes	Presencia de docentes que han motivado la deserción de la carrera y año cursado por los alumnos	Chi cuadrada

Desempeño académico	Evaluar la presencia de los alumnos regulares e irregulares a lo largo de los diferentes años de la carrera profesional	Tipo de alumno (Regular o irregular) y año cursado por los alumnos	Chi cuadrada
	Determinar si el desempeño académico es diferente entre hombres y mujeres	Promedio global del participante y género del participante	Mann Whitney
	Determinar si el desempeño académico es diferente entre los años académicos de los participantes	Promedio global del participante y año cursado por el participante	Mann Whitney

La Tabla 3 muestra que el 75% de los estudiantes ha sido motivado por un docente para continuar con sus estudios.

Año escolar	Si	No	Total
1	79 (89)	40 (30)	119
2	50 (53)	21 (18)	71
3	76 (73)	21 (24)	97
4	79 (71)	15 (23)	94
5	52 (50)	14 (16)	66
Total	336	111	447

Se encontró que los estudiantes de primer y segundo año reportaron menos docentes que los animaban a continuar estudiando - con énfasis en el primer año - ( $\chi^2 = 10,79$ ,  $p = 0,03$ ,  $V = 0,15$ ). Por otro lado, no se encontró relación entre los resultados de aprendizaje de los estudiantes y el efecto de motivación de los docentes (coeficiente de correlación =  $0,022$ ,  $p = 0,649$ ).

Los resultados se presentan en la Tabla 3: Frecuencia observada (frecuencia esperada).

La Tabla 4 muestra que el 22% de los estudiantes dijeron que fueron influenciados por los maestros para cambiar de carrera o abandonar la escuela. En el primer y segundo año, habrá menos docentes que influyan en la motivación para cambiar de carrera o abandonar la escuela. En los años 3 y 4, más profesores informaron tener estas características ( $\chi^2 = 28,04$ ,  $p = 0,00$ ,  $V = 0,25$ ). La relación resultó ser fuerte.

La forma de presentación de los resultados en la Tabla 4 es: Frecuencia observada (frecuencia esperada).

Tabla 4. ¿Algún maestro ha influido en tu motivación para que quieras cambiar de carrera o desertar?

Año escolar	Si	No	Total
1	13 (27)	106 (92)	119
2	9 (16)	62 (55)	71
3	33 (22)	64 (75)	97
4	32 (21)	62 (73)	94
5	13 (15)	53 (51)	66
Total	100	347	447

### Resultados Relacionados con el Rendimiento Académico

La Tabla 5 muestra el número de estudiantes regulares e irregulares.

Los estudiantes ordinarios son aquellos que no suspenden y cursan las materias según el programa. Los estudiantes no suelen sufrir retrasos debido al fracaso en los exámenes. El número de estudiantes a tiempo completo fue superior al esperado en los años 1 y 2, revirtiendo la tendencia observada en años anteriores ( $\chi^2 = 43,92$ ,  $p = 0,00$ ,  $V = 0,31$ ).

La relación existente es muy fuerte.

El formato para mostrar los resultados en la Tabla 5 es el siguiente: Número observado (número esperado).

Tabla 5. ¿Eres alumno regular o irregular?

Año escolar	Irregular	Regular	Total
1	5 (19)	114 (99)	119
2	4 (12)	67 (59)	71
3	19 (16)	78 (81)	97
4	21 (16)	73 (78)	94
5	25 (11)	41 (55)	66
Total	74	373	447

La Tabla 6 muestra los resultados relacionados con el rendimiento académico y el género.

Las mujeres obtuvieron puntuaciones significativamente más altas que los hombres ( $U=18.287,50$ ,  $W=35.123,50$ ,  $Z=-4,37$ ,  $p=0,00$ ).

Tabla 6. Desempeño académico y género.

Año escolar	Mediana	Rango intercuartílico
Hombre	8.46	1.20
Mujer	8.11	1.31

La Tabla 7 muestra los resultados en términos de rendimiento y año académicos.

Las puntuaciones medias de los estudiantes diferían según el año de escuela en el que estaban ( $H=20,62$ ,  $gl=4$ ,  $p=0,00$ ).

Los estudiantes de segundo año lograron el GPA más alto. Los estudiantes de tercer año obtuvieron las calificaciones promedio más bajas.

Tabla 7. Desempeño académico y año.

Año escolar	Mediana	Rango intercuartílico
1	8.33	1.50
2	8.76	.95
3	8.05	1.16
4	8.40	1.18
5	8.20	1.19

Los objetivos planteados al inicio del estudio de impacto docente fueron las siguientes:

1. Evaluar la disponibilidad de docentes capaces de motivar a los estudiantes a continuar aprendiendo, dependiendo del año escolar en el que participaron los participantes

2. Evaluar la presencia de docentes que generaron motivación para abandonar la profesión durante los primeros años. Los resultados mostraron que los estudiantes de primer y segundo grado informaron que había menos maestros que los presionaran para continuar aprendiendo, con especial énfasis en el primer año. También se encontró que en los grados 1 y 2, el número de docentes influyó menos en la motivación para cambiar de carrera o abandonar la escuela. Muchos profesores observaron estas características en 3.º y 4.º grado. Esto significa que los estudiantes de tercer grado obtienen peores resultados académicos y más profesores los desalientan de aprender. Estos resultados plantean preguntas sobre cómo la influencia de los maestros puede afectar el rendimiento de los estudiantes.

En términos de resultados de aprendizaje, se identificaron tres objetivos:

1. Evaluar las tasas de asistencia de los estudiantes de tiempo completo y no regulares en diferentes años de sus carreras, en los que se encontró que los estudiantes regulares eran más altos en los años 1 y 2 de estudio.

2. El rendimiento académico difiere entre hombres y mujeres; donde se descubrió que las mujeres obtuvieron puntuaciones significativamente más altas que los hombres. Esto es consistente con el estudio de Garay et al.(2017), en el que se observó que las mujeres obtuvieron mejores resultados académicos que los hombres durante los estudios en línea, lo que también coincide con el estudio de Toledo et al.(2019), en el que las mujeres logran mejores resultados académicos al elegir una carrera en función de la vocación, motivación intrínseca, mientras que los hombres lo hacen por razones extrínsecas.

3. El rendimiento académico de los participantes variaba a lo largo de los años escolares.

Se encontró que los resultados promedio más altos correspondieron a los estudiantes de segundo año.

El resultado promedio más bajo corresponde a los estudiantes de 3er grado. Finalmente, con respecto al objetivo de encontrar una relación entre el impacto de la instrucción y los resultados del aprendizaje, no se puede establecer mediante una investigación correlacional.

En resumen, se enfatizó la importancia del aprendizaje socioemocional para mejorar la salud mental de docentes y estudiantes; Por ello, se recomienda implementar programas de educación emocional que permitan a los docentes desarrollar habilidades, entre otras: regular las emociones para su propia salud emocional y mental, así como crear relaciones sanas y positivas con los estudiantes. Los docentes con inteligencia emocional son más empáticos y menos propensos al agotamiento y al agotamiento mental; Suelen crear un ambiente de aprendizaje positivo que afecta el rendimiento académico de los estudiantes.

También se propone capacitar a docentes sobre el uso de la neurociencia en la educación; especialmente en el desarrollo e implementación de estrategias neurofuncionales, socioemocionales y metodológicas que actualicen las prácticas docentes e influyan en mejoras en el rendimiento estudiantil. La limitación de este estudio es que, por un lado, solo se tomó en cuenta una de las cinco licenciaturas que ofrece la universidad y, por otro lado, solo se incluyó una institución. Se sugiere que futuras investigaciones incluyan otras variables de interés, amplíen la muestra para incluir más universidades públicas y privadas, y analicen más a fondo intentando contactar el índice de inteligencia emocional de los docentes y los resultados de aprendizaje de los estudiantes.

## Discusión

El maestro como agente de transformación opera en un entorno multifacético que influye significativamente en su labor educativa y su capacidad para generar cambios positivos en la sociedad. El contexto sociopolítico establece el escenario macro, delineando las políticas educativas, las estructuras de poder y los desafíos sociales que enfrenta el pedagogo. Las decisiones gubernamentales, las ideologías dominantes y las condiciones socioeconómicas pueden crear oportunidades o barreras para la innovación educativa y la promoción de la equidad. Dentro del contexto institucional, el docente interactúa con la cultura escolar, las políticas institucionales y las relaciones interpersonales en la comunidad educativa. La colaboración con colegas, directivos y padres de familia, así como la comprensión de las dinámicas dentro de la institución, son fundamentales para implementar cambios efectivos y sostenibles. El contexto comunitario ofrece un espacio adicional para el docente como agente de transformación. La comunidad local proporciona recursos, normas culturales y valores compartidos que pueden enriquecer el aprendizaje de los estudiantes y promover la participación ciudadana. La colaboración con organizaciones locales y la comprensión de las necesidades y aspiraciones de la comunidad son elementos clave en este contexto. La diversidad cultural y lingüística del contexto también influye en la práctica del pedagogo. La sensibilidad a las diferencias culturales y lingüísticas es esencial para garantizar la equidad y la inclusión de todos los estudiantes, adaptando las estrategias pedagógicas para responder a las necesidades específicas de cada grupo. Además, el contexto tecnológico en constante evolución presenta oportunidades y desafíos para el pedagogo. La integración efectiva de la tecnología en la enseñanza puede mejorar el aprendizaje y preparar a los estudiantes para un mundo digitalizado, pero requiere habilidades y recursos adecuados para su implementación exitosa. El docente como agente de transformación desempeña un papel vital en la configuración del futuro de la educación y, por ende, de la sociedad en su conjunto. Su función trasciende la mera transmisión de conocimientos; implica ser un catalizador activo del cambio, inspirando, desafiando y guiando tanto a estudiantes como a colegas en la búsqueda de una educación más equitativa, inclusiva y relevante para el mundo contemporáneo. En el corazón del docente como agente de transformación yace una profunda convicción en el poder de la educación para moldear vidas y sociedades. Está arraigado en un compromiso inquebrantable con los valores de equidad, justicia y respeto a la diversidad. Reconoce y desafía las estructuras de poder y las inequidades presentes en el sistema educativo, abogando por cambios que empoderen a todos los estudiantes, sin importar su origen socioeconómico, cultural o étnico. Este docente es un líder visionario, capaz de inspirar y movilizar a otros en pos de una visión compartida de la educación como fuerza transformadora. A través de su ejemplo y liderazgo, fomenta una cultura escolar basada en la colaboración, la empatía y el compromiso con el bien común. Busca crear espacios de aprendizaje inclusivos y seguros donde cada estudiante se sienta valorado y apoyado en su desarrollo integral. La innovación y la adaptación son pilares fundamentales de la práctica de este pedagogo. Reconociendo la rápida evolución de la sociedad y la tecnología, está constantemente explorando nuevas metodologías, herramientas y enfoques pedagógicos para mantenerse relevante y efectivo en su labor. Abraza el cambio como una oportunidad para mejorar la calidad y la pertinencia de la educación, preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo contemporáneo. El compromiso con el aprendizaje continuo es una característica distintiva de este pedagogo. Reconoce que la educación es un viaje de por vida y se compromete a seguir creciendo y desarrollándose profesionalmente. Busca activamente oportunidades de desarrollo

profesional, participa en comunidades de aprendizaje y se mantiene al día con las últimas investigaciones y tendencias en educación. Sin embargo, el impacto del docente como agente de transformación va más allá del aula. Reconoce su papel como ciudadano y defensor de la justicia social y se involucra activamente en iniciativas comunitarias, colabora con organizaciones locales y aboga por políticas educativas que promuevan la equidad y la inclusión a nivel sistémico. Además de los aspectos mencionados anteriormente, se destaca por su habilidad para cultivar un ambiente de aprendizaje dinámico y participativo. Este reconoce la importancia de la participación activa de los estudiantes en su propio proceso educativo. No se limita a ser un mero transmisor de conocimientos, sino que actúa como facilitador del aprendizaje, promoviendo la autonomía, la creatividad y el pensamiento crítico. Este enfoque pedagógico centrado en el estudiante implica diseñar experiencias educativas que involucren a los estudiantes en la resolución de problemas del mundo real, el trabajo colaborativo y la reflexión sobre su propio aprendizaje. El docente como agente de transformación busca crear un entorno que fomente la curiosidad, la exploración y el descubrimiento, donde los estudiantes se sientan motivados y empoderados para alcanzar su máximo potencial. Además, este pedagogo reconoce la importancia de la diversidad y la inclusión en el proceso educativo. Valora y respeta las diferencias individuales de los estudiantes y promueve un ambiente en el que todos se sientan seguros y aceptados. Trabaja activamente para eliminar las barreras que puedan impedir el acceso equitativo a la educación y para asegurar que cada estudiante tenga la oportunidad de alcanzar el éxito académico y personal. Otro aspecto crucial del docente como agente de transformación es su capacidad para colaborar con otros profesionales de la educación, padres, miembros de la comunidad y otras partes interesadas. Reconoce que el cambio educativo requiere un esfuerzo colectivo y está comprometido a trabajar en equipo para identificar desafíos, desarrollar soluciones y llevar a cabo iniciativas que beneficien a todos los estudiantes. En última instancia, el docente como agente de transformación es un agente de cambio positivo en la sociedad. A través de su dedicación, pasión y compromiso con la educación, está contribuyendo a crear un mundo donde cada individuo tenga la oportunidad de aprender, crecer y prosperar. Su influencia perdura más allá de las aulas, dejando una huella duradera en las vidas de sus estudiantes y en la comunidad en su conjunto. Encarna la esencia misma de la educación como una fuerza para el cambio y el progreso. A través de su liderazgo, su compromiso y su pasión por el aprendizaje, este pedagogo está dando forma al futuro de la educación y contribuyendo a la construcción de un mundo más justo, inclusivo y humano.

## **Conclusión**

El docente como agente de transformación encarna la esencia misma de la educación como un proceso dinámico y evolutivo. A lo largo de este análisis detallado, hemos explorado las diversas dimensiones de este rol multifacético y su impacto significativo en la educación y la sociedad en su conjunto. En su esencia, el pedagogo como agente de transformación es un líder visionario y comprometido que desafía las normas establecidas y trabaja incansablemente para promover un cambio positivo en el ámbito educativo. Su labor va más allá de la mera transmisión de conocimientos; implica inspirar, empoderar y guiar a estudiantes, colegas y comunidades hacia un futuro más justo, inclusivo y equitativo. Este pedagogo está arraigado en un profundo compromiso con los valores de equidad, justicia y respeto a la diversidad. Reconoce y confronta las desigualdades presentes en el sistema educativo, abogando por cambios que aseguren que todos los estudiantes tengan acceso a una educación de calidad y oportunidades iguales de éxito.

Además, el docente como agente de transformación es un innovador y un colaborador, constantemente buscando nuevas formas de mejorar la práctica educativa y trabajar en conjunto con otros profesionales de la educación, padres, miembros de la comunidad y otras partes interesadas para identificar desafíos y desarrollar soluciones efectivas. A través de su liderazgo, empatía y pasión por el aprendizaje, el pedagogo como agente de transformación está moldeando el futuro de la educación y contribuyendo a la construcción de una sociedad más justa, inclusiva y democrática. Su influencia perdura más allá de las aulas, dejando una huella duradera en las vidas de sus estudiantes y en la comunidad en su conjunto. En última instancia, el pedagogo como agente de transformación es un catalizador del cambio social y un defensor incansable del derecho de cada individuo a recibir una educación de calidad y a alcanzar su máximo potencial. Su compromiso y dedicación son fundamentales para construir un futuro más brillante y esperanzador para las generaciones venideras.

### **Referencias**

- Freire, P. (1970). *Pedagogy of the Oppressed*. Continuum International Publishing Group.
- Giroux, H. A. (2001). *Theory and Resistance in Education: Towards a Pedagogy for the Opposition*. ("Theory and Resistance in Education: Towards a Pedagogy for the ...") ("Theory and Resistance in Education: Towards a Pedagogy for the ...") Praeger Publishers.
- hooks, b. (1994). *Teaching to Transgress: Education as the Practice of Freedom*. Routledge.
- McLaren, P. (2005). *Critical Pedagogy: A Look at the Major Concepts*. *Handbook of Critical and Indigenous Methodologies*, 5(1), 55-71.
- Mezirow, J. (1991). *Transformative Dimensions of Adult Learning*. Jossey-Bass.
- Nieto, S. (2003). *What Keeps Teachers Going?* *Teachers College Record*, 105(6), 915-927.
- Shor, I. (1992). *Empowering Education: Critical Teaching for Social Change*. University of Chicago Press.
- Zeichner, K., & Liston, D. (2013). *Reflective Teaching: An Introduction*. Routledge.
- Álvarez, M. (2013). *La neurociencia en las ciencias socio-humanas: una mirada transdisciplinar*. *Ciencias Sociales y Educación*, 2(3), 153-166. [ Links ]
- Alivernini, F. y Lucidi, F. (2011). *Relationship between social context, self-efficacy, motivation, academic achievement, and intention to drop out of high school: A longitudinal study*. *The Journal of Educational Research*, 104(4), 241-252. <https://doi.org/10.1080/00220671003728062>
- Ariza, M. (2017). *Influencia de la inteligencia emocional y los afectos en la relación maestro-alumno, en el rendimiento académico de estudiantes de educación superior*. *Educación y Educadores*, 20(2), 193-210. <https://doi.org/10.5294/edu.2017.20.2.2>.
- Boscán, A. (2011). *Modelo didáctico basado en las neurociencias para la enseñanza de las ciencias naturales*. [Tesis de doctorado, Universidad Rafael Bellosó Chacín]. República Bolivariana de Venezuela.
- Fernández, S. (2018). *Rendimiento Académico en Educación Superior: Desafíos para el Docente y Compromiso del Estudiante*. *Revista Científica de la UCSA*, 5(3), 55- 63. [https://dx.doi.org/10.18004/ucsa/2409-8752/2018.005\(03\)055-063](https://dx.doi.org/10.18004/ucsa/2409-8752/2018.005(03)055-063).

- Garay, U., Tejada, E. y Romero, A. (2017). Rendimiento y satisfacción de estudiantes universitarios en una comunidad en línea de prácticas. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 22(75), 1239-1256.
- Hallinger, P., Heck, R. y Murphy, J. (2014). Teacher evaluation and school improvement: An analysis of the evidence. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 26(1), 5-28. <http://dx.doi.org/10.1007/s11092-013-9179-5>
- López, M., León, M. y Pérez, P. (2018). El enfoque por competencias en el contexto universitario español. La visión del profesorado. *Revista de Investigación Educativa*, 36(2), 529-545. <http://dx.doi.org/10.6018/rie.36.2.314351>.
- Mateen F. , y Dorji, C. (2009). Health-care worker burnout and the mental health imperative. *The Lancet*. 374(9690), 595-597. [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)61483-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61483-5).
- Netquest. (2021). Calculadoras estadísticas. <https://www.netquest.com/es/panel/calculadora-muestras/calculadoras-estadisticas>
- Perlmutter, D y Perlmutter, A. (2020). *Purifica tu cerebro*. México: Penguin Random House
- Puertas, P., Ubago, J., Moreno, R., Padial, R., Martínez, A. y González, G. (2018). La inteligencia emocional en la formación y desempeño docente: una revisión sistemática. *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, 29(2), 128-142. <https://doi.org/10.5944/reop.vol.29.num.2.2018.23157>
- Raij, S. (2017). *Mindfulness*. México: Paidós
- Ramos, C. y González, B. (2020). Orientación Vocacional, Aprendizaje Socioemocional y Sentido de Vida en la Educación Superior. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. 8(21). <https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i.2500>
- Segarra, M., Estrada, M. y Monferrer, D. (2015). Estilos de aprendizaje en estudiantes universitarios: lateralización vs. interconexión de los hemisferios cerebrales. *Revista española de pedagogía*. 73(262), 583-600.
- SEP.(2020).Programa Sectorial de Educación 2020-2024. [https://www.planeacion.sep.gob.mx/Doc/planeacion/mediano\\_plazo/pse\\_2020\\_2024.pdf](https://www.planeacion.sep.gob.mx/Doc/planeacion/mediano_plazo/pse_2020_2024.pdf)
- Suhlmann, M., Sassenberg, K., Nagengast, B., & Trautwein, U. (2018). Belonging mediates effects of student-university fit on well-being, motivation, and dropout intention. *Social Psychology*, 49(1), 16-28. <https://doi.org/10.1027/1864-9335/a000325>
- Tacca, D., Tacca, A. y Alva, M. (2019). Estrategias neurodidácticas, satisfacción y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 10(2), 15-32. <https://dx.doi.org/10.18861/cied.2019.10.2.2905>.
- Toledo, L. y Luque, T. (2019). La experiencia universitaria. Análisis de factores motivacionales y sociodemográficos. *Revista de la Educación Superior*, 48(191), 1-24. ("La experiencia universitaria. Análisis de factores ... - Dialnet") <https://doi.org/10.36857/resu.2019.191.851>.
- Torres, E. (2020). Habilidades intrapersonales y su relación con el burnout en docentes de educación básica en León, México. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 19(39), 163-179. <https://dx.doi.org/10.21703/rexe.20201939torres9>.

## 14.- Producción óptima de Xilanasa por *Aspergillus brasiliensis* para mejorar digestión de fibra en dietas porcinas

Paulina Anayansi Ortega Cruz.

ORCID. 0009-0002-4934-8457

Daniela Yoselyn Pérez Alva

ORCID. 0009-0008-4410-1395

Ximena Zarco Santillán

ORCID. 0009-0002-1933-4521

Jorge Alberto Granados Olvera.

ORCID: 0000-0003-0546-5328

Recibido: junio, 30, 2024; Aceptado: agosto, 09, 2024

### Resumen

La Biotecnología es una ciencia reciente en cuanto a la investigación enzimática y esta área de oportunidad, actualmente la agroindustria reduce grandes cantidades de residuos durante el procesamiento de productos alimenticios. Las enzimas tienen gran potencial en la industria, pero requieren una mejora que puede proporcionarse con la inmovilización enzimática, tecnología que puede aplicarse en el aprovechamiento de residuos lignocelulósicos para su conversión a productos biológicos de alto valor. El objetivo del presente trabajo fue el diseño y caracterización de la enzima Xilanasa, para ello se llevaron a cabo los siguientes métodos a excepción de algunos que no se pudieron generar en la casa de estudios.

Palabras clave: enzimática, agroindustrial, potencial y residuos lignocelulósicos.

### Abstract

Biotechnology is a recent science in terms of enzymatic research and its area of opportunity. Currently agroindustry reduces large amounts of waste during the processing of food products. Enzymes have great potential in this industry, but they require an improvement that can be provided with enzymatic immobilization, a technology that can be applied to the use of lignocellulosic waste for its conversion into high-value biological products. The objective of this work was the design and to characterize the Xylanase enzyme. To do so, various methods were carried out except for some that could not be generated within the university.

Keywords: enzymatic, agroindustrial, lignocellulosic potential and waste.

### Introducción

El incremento global de la población ha intensificado la necesidad de aumentar la producción agrícola y ganadera de manera eficiente y rentable. En respuesta, en la Universidad Politécnica de Cuautitlán Izcalli (UPCi) se ha investigado la producción de Xilanasa a partir del hongo *Aspergillus brasiliensis*, utilizando salvado de avena como sustrato en cultivos en fase sólida. El objetivo principal es caracterizar la actividad de la endo-3-1,4 Xilanasa en cepas específicas de *Aspergillus brasiliensis*. Esta enzima descompone la xilosa, componente principal de la hemicelulosa en residuos agrícolas y forestales, mejorando así la digestibilidad y liberación de nutrientes. *Aspergillus brasiliensis* fue seleccionado por su capacidad de

degradar celulosa y hemicelulosa. El salvado de avena, rico en hemicelulosa y económico, proporciona un medio propicio para el crecimiento del hongo y la producción de Xilanasa. El proceso de cultivo en fase sólida implica el crecimiento del hongo sobre el salvado de avena, donde secreta Xilanasa al medio. La investigación incluye la optimización de condiciones como concentración de esporas, humedad y duración del cultivo para maximizar la producción enzimática. Los resultados preliminares indican que *Aspergillus brasiliensis* cultivado en salvado de avena produce Xilanasa con actividad enzimática estable y prometedora. Estos hallazgos no solo avanzan en la biotecnología de enzimas, sino que también sugieren aplicaciones potenciales en la industria alimentaria y de nutrición animal.

### **Fundamentación teórica**

“Una de las principales problemáticas en la sociedad es el desabastecimiento de producción de cárnicos y el costo elevado para la población. Tomando en cuenta esto, se ha planteado generar enzimas por medio de hongos; de esta forma se pueden reducir los costos, aumentar la producción de cárnicos y, al mismo tiempo, darle una segunda vida a los residuos orgánicos generados por la población, los cuales nos ayudarán a darle alimentación al microorganismo seleccionado para la producción enzimática. Sabiendo esto, se deben determinar niveles relevantes de la producción enzimática y proteica que genera el microorganismo. Para los análisis mencionados anteriormente, se deben realizar procedimientos a fin de determinar los niveles de producción buscados de acuerdo con el objetivo que se quiere obtener, proveniente del hongo; de esta forma podemos iniciar la mejora de producción en el área alimenticia, dando paso a estudios biotecnológicos. “(Ortega A. (2024). “Entre todas las enzimas exógenas, la xilanasa se usa a menudo en dietas basales de harina de maíz y soja, y puede aumentar la digestibilidad, la capacidad antioxidante, modular la microflora intestinal, reduciendo la tasa de diarrea y mejorar el rendimiento en cerdos destetados. La proteasa puede aumentar la disponibilidad de proteínas provenientes de la dieta, disminuir la excreción de nitrógeno y, por lo tanto, mejorar el rendimiento en cerdos destetados. En la Tabla 1, se resumen las funciones y beneficios de las principales enzimas usadas para la engorda; como se puede observar, las dietas ricas en polisacáridos no almidonados (NSP), el uso de enzimas degradantes de polisacáridos almidonados (como la xilanasa y laglucanasa) pueden mejorar la eficiencia alimentaria y la digestibilidad de nutrientes en aves de corral y cerdos” (Perez Y. (2024). “ARTICULO UNICO. - Se modifican, adicionan y eliminan diversos productos enlistados en el Acuerdo por el que se establece la clasificación y prescripción de los productos farmacéuticos veterinarios por el nivel de riesgo de sus ingredientes activos, publicado en el Dia-rio Oficial de la Federación el 12 de julio de 2004” (DOF, 2005). La NOM-188-SSA1-2002 “establece el límite máximo permisible de aflatoxinas en los cerea-les destinados para el consumo humano y ani-mal en 20 µg/kg-ppb, así como los lineamien-tos y requisitos sanitarios para el transporte y almacenamiento de los productos” (DOF, 2002)

## Materiales y métodos

### Preparación de inóculo

Se resiembra la cepa en un matraz con el medio elegido sin gelificar a una temperatura de 45 °C, con un asa bacteriológica se colectan las esporas en condiciones estériles y se inoculan dentro del agar. Se incuba el matraz a una temperatura de 30 °C por 4 días. En un matraz de 125 ml se agregan 25 ml de solución de Tween 20 al 0.1%, colocando una barra magnética en su interior, se debe esterilizar mediante calor húmedo a una temperatura de 120° C por 15 minutos evitando que se solidifique. Se vierte el contenido de la solución Tween 20 al cultivo de esporas y se coloca en un agitador magnético por 2 min. Se realiza un recuento de esporas por ml en una cámara de Neubauer y para obtener el resultado se realiza una regla de 3.



Figura 1.1: preparación del inóculo. (Ortega A. (2024) Medio de cultivo. Laboratorio de Biotecnología UPCi.)

### Recuento de esporas en cámara de Neubauer

Se debe recuperar la suspensión de las esporas en un matraz sin formar espuma sobre un tubo de Falcón de 50 ml, se toman 250 microlitros de solución y se diluyen en un matraz aforado de 25 ml con agua destilada. Posteriormente se llena la cámara de Neubauer por un lateral a 45 ° cuidando que no se formen burbujas. Se coloca en el microscopio y se deja reposar, posteriormente se le da enfoque y se hace una lectura de cada cuadro y finalmente se hace el cálculo de las esporas.

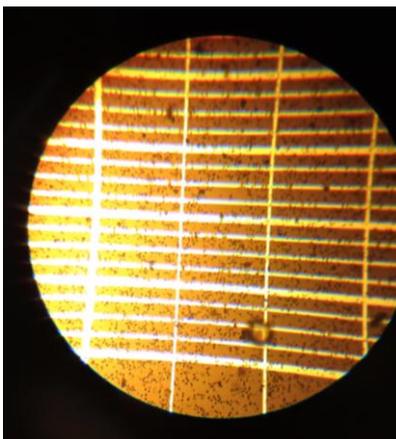


Figura 1.2 recuento de esporas en cámara de Neubauer  
(Ortega A. (2024) *Aspergillus brasiliensis*. Laboratorio de Biotecnología UPCi.)

### Determinación de azúcares reductores por método de DNS

Se realiza una curva de calibración empleando al monosacárido Xilosa, posteriormente se incuban en tubos y se da un baño seco a 99° por 15 min, se agregan 1200 microlitros de agua destilada en cada tubo de reacción, se coloca la mezcla sobre un agitador mecánico por 4 s y finalmente se realiza una espectroscopia y se toma la longitud de onda con un ml de muestra

### Tinción de plata

En esta técnica se coloca el gel SDS en un contenedor limpio con solución fijadora y se agitará durante 20 minutos con movimientos orbitales. Se retirará el fijador y se lavará el gel con agua destilada a su vez se dejará en agua destilada por 20 minutos este procedimiento se realizará 2 veces más para obtener un total de 60 minutos después de retira del último lavado se colocará el gel en una solución sensibilizadora por 2 minutos. Se retirará el sensibilizador y se colocará en agua destilada por 2 minutos después se retira del último lavado con agua y se colocará el gel en solución de nitrato de plata fría durante un tiempo de contacto de 30 minutos a 4° C. Se retirará el nitrato y se lavará con agua destilada y posteriormente se añadir más agua destilada por 1 minuto, se repetirá una vez más. Se añadirá la solución de revelado y se agitará manualmente hasta alcanzar la intensidad deseada, en caso de observar turbidez en la solución de revelado cambiar inmediatamente de solución, Al final se agregará un volumen de bloqueador, los geles preparados colocarlos en una solución de ácido acético al 1%

### Determinación de halos de hidrolisis:

Se cultiva la cepa en un medio específico, para poder esterilizar a condiciones de calor húmedo a 120°C por 15 minutos.

- Se homogeniza e incuba a 30°C por 4 días.
- Recolección de esporas.
- Se prepara un matraz de 125ml con una solución de Tween 20 al 0.1% con un volumen final de 25ml (se coloca una barra magnética en el interior), posteriormente se esteriliza a 120°C por 15 minutos, a continuación, se coloca el cultivo de esporas con agua destilada y se agita por 2 minutos, se realiza el recuento de esporas en la cámara de Neubauer. En un medio de cultivo salino ISP-3 suplementado con 1% de xilano de madera se incuba a 30°C por 4 días en posición invertida, se debe teñir el medio de cultivo con una solución acuosa de rojo Congo al 0.1% por 15 minutos, se destiñe con una solución de cloruro de sodio a concentración 1M por 15 minutos, se debe tomar la medida de diámetro de la colonia y diámetro del halo formado (zonas incoloras).

## Resultados

### Evaluación cuantitativa de actividad enzimática:

La forma cualitativa de seleccionar las cepas de *Asperguillus brasiliensis* productoras de Xilanasa mediante halos con rojo Congo ha sido reportada (Venkateshy y Tallapragada, 2009) Para ello se evaluaron dos cepas de *Asperguillus* y se demostró la capacidad metabólica de dos cepas para producir enzimas extracelulares y a su vez formar zonas incoloras que hace evidente la degradación de los enlaces  $\beta$ -1,4-glicosídicos del xilano.

**Cuadro 6.2.6.1.1.** Preparación de geles de poliacrilamida al 10 %

Ingrediente	Gel separador 10%	Gel concentrador 4%
Acilamida/Bis al 40%	2.5 ml	0.5 ml
Tris HCl pH 8.8	2.5 ml	*
Tris HCl pH 6.8	*	1.25 ml
SDS al 10%	100 $\mu$ l	50 $\mu$ l
Agua destilada	4.85 ml	3.2 ml
TEMED	5 $\mu$ l	5 $\mu$ l
PSA al 10%	25 $\mu$ l	25 $\mu$ l

\* No incluye al ingrediente en la mezcla de reacción.

Cepa	Relación de área de halos
<i>Asperguillus brasiliensis</i> GSI	1.23 $\pm$ 0.002
<i>Asperguillus brasiliensis</i> ATCC	1.20 $\pm$ 0.009

Tabla 1.1: relación de área de halos.

(Perez Y. (2024) Cepa. Laboratorio de Investigación UPCi.)

Tabla 1.2 Análisis proteico con actividad de xilanasa y perfil de proteínas extracelulares.

(Fernandez F 2012)

### Preparación de geles SDS-PAGE

#### 1. Preparación de la solución de acrilamida/bis-acrilamida:

- Utiliza una solución comercial de acrilamida y bis-acrilamida al 40%.
- Prepara el gel de poliacrilamida al 10% mezclando adecuadamente la solución comercial con agua y los aditivos necesarios para la polimerización, siguiendo el método de Laemmli (1970).
- Vierte la solución en un molde con separadores y coloca los peines para crear los pocillos donde se colocarán las muestras.

#### 2. Carga de las muestras en los geles:

- Mezcla las muestras de proteína con un amortiguador de carga sin  $\beta$ -mercaptoetanol en una relación 1:1.

Por ejemplo, mezcla 50  $\mu$ l de muestra de proteína con 50  $\mu$ l de amortiguador de carga.

#### 3. Desnaturalización de las muestras:

- Se coloca los tubos con las muestras en un baño seco precalentado a 80 °C.

- Desnaturaliza las muestras durante ocho minutos. En este paso se desplegará las proteínas, rompiendo las estructuras secundarias y terciarias para permitir una separación efectiva en el gel.

#### 4. Cargado y ejecución de la electroforesis:

- Una vez desnaturalizadas las muestras, carga cada pocillo del gel con las muestras preparadas.
- Realiza la electroforesis siguiendo las condiciones estándar para geles de poliacrilamida, como voltaje o corriente constantes, según el equipo y las especificaciones del experimento.

#### Carga de muestra de geles:

##### 1. Preparación para la electroforesis:

- Carga el gel de poliacrilamida en el equipo de electroforesis.
- Vierte una solución de amortiguador de corrida con glicina tamponada a pH 8.3 en la cámara de electroforesis. Este amortiguador ayuda a mantener el pH y proporciona condiciones adecuadas para la migración de las proteínas en el gel.

##### 2. Cargado de las muestras:

- Carga 190 nanogramos de proteína por pocillo en el gel de poliacrilamida. Esta cantidad se calcula previamente para asegurar una cantidad adecuada de proteínas para la detección y análisis posteriores.

##### 3. Electroforesis:

- Programa el equipo de electroforesis para una corrida a 80 V / 35 mA durante 3.1 horas. Posteriormente se le realizara una tinción de plata

Este procedimiento nos asegura que las proteínas estén separadas, detectadas y analizadas de manera inmediata la electroforesis en gel de poliacrilamida y teñido con plata, proporcionando información valiosa sobre la composición y la expresión de proteínas en las muestras

#### Determinación de actividad enzimática

##### Actividad enzimática endo- $\beta$ -1,4-Xilanasas de la cepa de *Aspergillus brasiliensis*

Se realizó una curva de calibración empleando al monosacárido de xilosa como estándar y se obtuvo con ello la ecuación de la recta para cálculos posteriores. Se siguieron las instrucciones de acuerdo a las condiciones propuestas por Fang y col., (2008). En un tubo Eppendorf de dos mililitros se mezclaron 25 microlitros de muestra y 50 microlitros de una solución de xilano de madera de haya al 1% preparado con amortiguador de ácido cítrico monohidratado a una concentración de 50 mM y tamponada a pH 4.8, posteriormente se incubó la mezcla de reacción a 50 °C por 15 minutos. Al final de la incubación se adicionó 180 microlitros de DNS; se mezcló y se incubó en un baño seco por un tiempo de 15 minutos a una temperatura de 99 °C. Al final se agregaron 1200 microlitros de agua destilada. Las mezclas se agitaron por

4 segundos. Se tomó 1 mililitro para su lectura en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 540 nanómetros

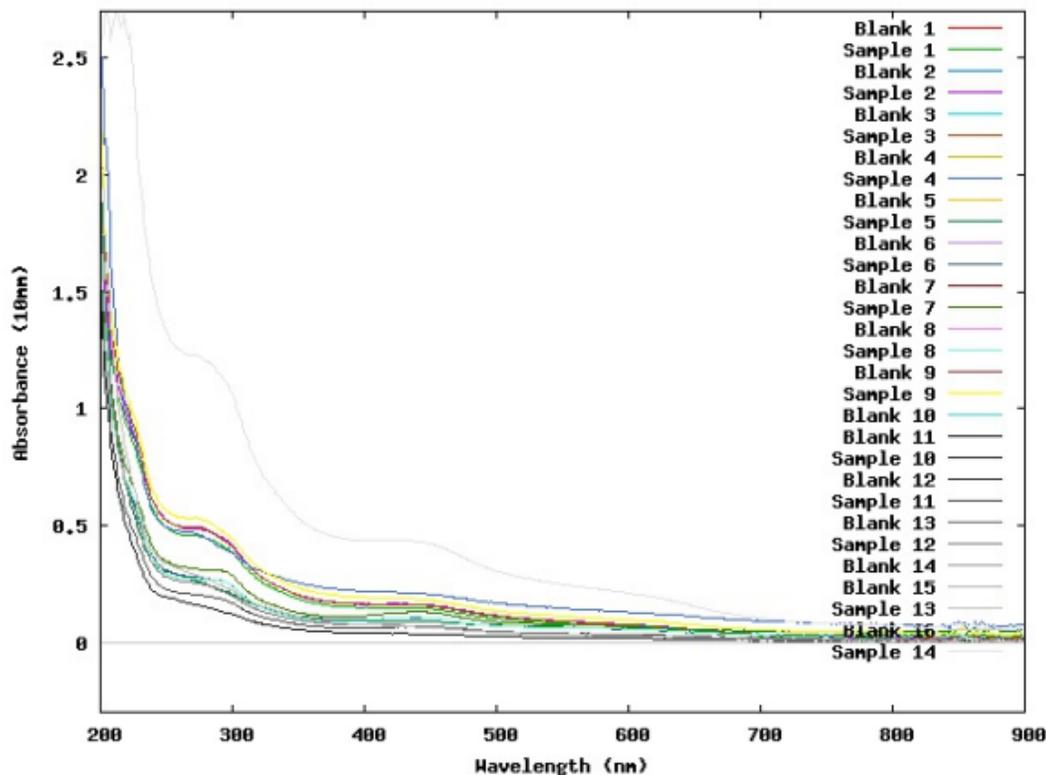


Figura 1.3: determinación de actividad enzimática.

(Ortega A. (2024) *Aspergillus brasiliensis*. Laboratorio de Biotecnología UPCi.)

## Conclusión

La determinación de la actividad enzimática de la xilanasa de *Aspergillus brasiliensis* es crucial para entender su capacidad de degradar xilano, un polisacárido presente en la madera y otros sustratos vegetales. Este estudio empleó un método basado en la liberación de azúcares reductores mediante el uso del reactivo DNS, que permite cuantificar la actividad enzimática de manera indirecta. Los resultados muestran que las cepas de *Aspergillus brasiliensis* evaluadas (GSI y ATCC) exhibieron una actividad enzimática significativa, como lo indica la cantidad de azúcares reductores liberados, reflejados en los halos de hidrólisis observados en el método complementario de evaluación de halos. Estos halos reflejan la capacidad de las cepas para producir xilanasa y degradar el xilano presente en el medio de cultivo. La combinación de técnicas bioquímicas y proteómicas proporciona un enfoque integral para estudiar las enzimas xilanasas en *Aspergillus brasiliensis*, esclareciendo su potencial aplicativo en biotecnología y producción industrial, especialmente en la industria ganadera y alimenticia.

## Referencias

- Huerta, A. F., Beltrán, S. V. C., Ordoñez, I. A., Olvera, J. A. G., Cruz, P. A. O., Domínguez, A. L. L., ... & Santillán, X. Z. (2024). SUPLEMENTO ESPECIAL: CIENCIA PHOENIX. + Ciencia, (35), 49-69.
- Idrogo Jimenez, E. H. (2024). Indicadores productivos de lechones con bajo peso al destete que reciben un suplemento fitobiótico.
- JORGE, K. L. R. R. Y., OLVERA, A. G., & SANTILLÁN, X. Z. PARA GANE DE PESO EN PORCINOS. *LA COORDENADA*.
- Laemmli U.K. 1970. Cleavage of Structural Proteins during the Assembly of the Head of Bacteriophage T4. *Nature*. 227, 680 - 685. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bbapap.2023.140965>
- Liu, Q., Zhang, Q., Dang, L., Chen, N., Yin, Z., Ma, L., ... & Xiao, K. (2024). The interaction between *Aspergillus brasiliensis* and exposed copper circuits in the space microgravity environment. *Corrosion Science*, 234, 112132. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2024.112132>
- Vieille, C., & Zeikus, G. J. (2001). Hyperthermophilic enzymes: Sources, uses, and molecular mechanisms for thermostability. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 65, 1–43. <https://doi.org/10.1128/MMBR.65.1.1-43.2001>
- Zdeňková, K., Jirešová, J., Lokajová, E., Klenivskiy, M., Julák, J., Marin, M. A. L., ... & Scholtz, V. (2024). Modeling the growth of *Aspergillus brasiliensis* affected by a nonthermal plasma. *Journal of Applied Microbiology*, 135(5), 1xae124. DOI: <https://doi.org/10.1093/jambio/1xae124>

## 15.- Síntesis y caracterización de puntos cuánticos base carbono una experiencia de aprendizaje

Jorge Alberto Granados Olvera

Karelia Liliana Rangel Ruiz

Orcid 0000-0003-0546-5328

Orcid 0000-0003-1805-0447

José Iván Fernández Godínez

Orcid 0009-0004-4647-1796

Recibido: junio, 24, 2024; Aceptado: agosto, 08, 2024

### Resumen

La enseñanza de la Nanotecnología ha cobrado relevancia en las instituciones de Educación Superior en México. Desde hace más de 10 años las Universidades Tecnológicas y Politécnicas del país además de instituciones como el IPN, la UNAM y otras universidades Autónomas estatales han colocado a esta Disciplina en la lista de su oferta educativa. La nanotecnología es un campo ilimitado al desarrollo del ser humano y para muchos especialistas del área, representa una opción en el mejoramiento de la calidad de vida, dando respuesta o bien simplificando problemas actuales (Delgado, 2014). Derivado de ello, existe una clara necesidad de que estudiantes en formación de Nanociencias, tengan disponibles diversos materiales didácticos que faciliten su proceso formativo. Los Puntos Cuánticos de carbono (CQDs) son un tipo de nanopartícula esférica (CNPs) que presentan atractivas propiedades luminiscentes y elevada biocompatibilidad. Gracias a la baja toxicidad que presentan, a diferencia de las nanopartículas metálicas. Los CQDs podrían llegar a ser muy útiles en el desarrollo de numerosas aplicaciones bioanalíticas y clínicas como nuevos inmunoensayos, técnicas de biomarcaje y liberación controlada de fármacos. Este trabajo se centra en las propiedades que este tipo de nanopartícula tiene, la síntesis usada para su fabricación y por último su posible uso como herramienta en la nanomedicina.

Palabras clave: Puntos Cuánticos, Síntesis, Caracterización, Aprendizaje

### Abstract

Nanotechnology teaching has gained relevance in Higher Education institutions in Mexico. For more than 10 years, the Technological and Polytechnic Universities of the country as well as institutions such as the IPN, the UNAM and other state Autonomous universities have placed this Discipline on their educational offerings list. Nanotechnology is an unlimited field for the development of human beings and for many specialists in the area, it represents an option in improving life's quality, responding to or simplifying current problems (Delgado, 2014). Derived from this, there is a clear need for students in Nanoscience training to have various teaching materials available that facilitate their training process. Carbon Quantum Dots (CQDs) are a type of spherical nanoparticle (CNPs) that present attractive luminescent properties and high biocompatibility. Thanks to the low toxicity they present, unlike metal nanoparticles. CQDs could become very useful in the development of numerous bioanalytical and clinical applications such as new immunoassays, biomarker techniques and

controlled drug release. This work focuses on the properties that this type of nanoparticle has, the synthesis used for its manufacture and finally its possible use as a tool in nanomedicine.

Keywords: Quantum Dots, Synthesis, Characterization, Learning

## **Introducción**

Este trabajo presenta una experiencia de laboratorio de docencia como un método sencillo de síntesis de nanopartículas diseñado con reactivos disponibles en cualquier laboratorio. A partir de los resultados de este experimento el alumno puede reconocer al nanomaterial en esta escala presenta diferente coloración a la conocida comúnmente en escala macroscópica (Martínez, 2013). De esta manera, la enseñanza de la nanotecnología en el aula requiere de desarrollar estrategias didácticas que promuevan y faciliten el aprendizaje en los alumnos de educación superior. Ante esta problemática se plantea como alternativa, el uso de experiencias de laboratorio, para favorecer el aprendizaje basado en competencias, con este nuevo enfoque de enseñanza, así como el diseño de materiales que capacitan al alumno para que desarrolle capacidades, destrezas y proponga metodologías de síntesis e incorporación de nanomateriales para atender una necesidad de investigación o comercial y contribuir al desarrollo tecnológico (CGUTyP 2015). Los QDs o puntos cuánticos son nanopartículas (NPs) de materiales semiconductores, normalmente contienen desde 100,000 átomos, con diámetros en el intervalo de 2-10 nanómetros (nm). Debido a su minúsculo tamaño, los QDs sufren una serie de efectos cuánticos como es la discretización de sus bandas de energía. Como propiedad interesante, estas NPs semiconductoras presentan confinamiento cuántico en las tres direcciones del espacio, debido a que los electrones están restringidos a moverse en regiones muy pequeñas, menores de 10 nm. El confinamiento cuántico se da cuando el diámetro del cristal es menor que su radio de Bohr e influye en que las propiedades de los QDs sean muy diferentes a las de los materiales macroscópicos (B.H Juárez, 2011). Al ser nanocristales formados por materiales semiconductores poseen una banda de valencia (llena de electrones) y una banda de conducción (banda energética vacía) separadas por una diferencia energética llamada gap. El proceso luminiscente se produce cuando los electrones de la banda de valencia son excitados con un haz de luz de determinada energía a la banda de conducción dejando huecos en la banda de valencia. Cuando dicha excitación finaliza, se produce una combinación radiativa entre los electrones y los huecos generados lo que provoca la emisión de fotones con una energía definida que viene determinada por la separación entre ambos niveles energéticos y, por tanto, dicha radiación tiene una longitud de onda característica (K.M. Tsoi, 2012).

## **Fundamentación Teórica**

El término puntos cuánticos se asocia principalmente con nanopartículas con diámetros menores a 10 nm, típicamente a base de un metal y un no metal (comúnmente del grupo 15 o 16), los cuales muestran

propiedades ópticas distintas no solo de los materiales macroscópicos, sino también, de las correspondientes nanopartículas con tamaños mayores a 10 nm (Murray, 2000). Esto se debe al confinamiento electrónico (también llamado confinamiento cuántico) debido al reducido tamaño de partícula (Ashoori, 1996), que para este tipo de materiales resulta en absorción de fotones típica en el UV cercano o el visible y fuerte emisión (alto rendimiento cuántico - razón de fotones emitidos entre los absorbidos) ajustable en todo el rango visible. Estos puntos cuánticos semiconductores fueron descubiertos en los años 80's del siglo XX (Ekimov, 1982) y su síntesis, caracterización y usos se han venido desarrollando hasta llegar a aplicaciones comerciales y de laboratorio. En la actualidad, se investigan para aplicaciones electroópticas como lo son dispositivos fotovoltaicos (como tintes absorbentes de la luz solar), diodos emisores de luz (ya con aplicaciones comerciales como su uso en televisores QLEDs, por ejemplo), fotodetección, fotocatalisis y bioimagenología (como alternativa a las tinciones tradicionales para microscopía fluorescente) (Martynenko, 2017). El abanico de aplicaciones para los puntos cuánticos es amplio, sin embargo, hay preocupación por el efecto en la salud y el ambiente con el uso y los desechos de estos materiales que incluyen iones metálicos como  $Cd^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$  así como algunos no metales como  $As^{3-}$ ,  $Se^{2-}$ , y  $Te^{2-}$  considerados tóxicos (Hardman, 2006), debido a eso radica el interés en alternativas menos peligrosas, como lo son los puntos cuánticos a base de carbono (CQDs). Éstos fueron descubiertos en 2004 cuando investigadores purificaron el residuo de hollín producto de descarga de arco voltaico al sintetizar nanotubos de carbono y notaron propiedades fluorescentes inesperadas (Xu, X, 2004). Desde ese estudio a la fecha, ha habido gran progreso en la comunidad científica que busca sustituir los puntos cuánticos inorgánicos por puntos cuánticos de carbono que puedan proveer similares propiedades con síntesis sencillas, a bajo costo, usando precursores ampliamente disponibles, con fácil manejo de desechos, menor toxicidad y mayor biocompatibilidad, para el uso en áreas de medicina y energía principalmente.

### **Materiales y Métodos**

La síntesis de puntos cuánticos de carbono se realizó empleando una síntesis verde tomando como precursor la glucosa, una base de NaOH, HCl y una base de Amoniaco, de esta manera se obtiene una solución homogénea, la cual será procesada mediante la técnica de microondas asistido por ultrasonido. Se empleó piloncillo, ya que presenta una mejor calidad en su concentración, con ayuda de un mortero se trituro la muestra hasta obtener un polvo fino, se prepararon 3 muestras en donde se mezcló una solución a 0.1 M de polvo de piloncillo, empleando esta como única concentración para las 3 muestras con 15 mL de agua destilada cada una y mediante agitación magnética se adicionó hasta obtener una mezcla homogénea, una vez obtenidas las 3 soluciones homogéneas de piloncillo y agua destilada, se expusieron a una cuba ultrasónica durante 30 minutos (Figura1).



Figura 1 Proceso de ultrasonido

Posteriormente se prepararon soluciones una con NaOH, HCl y otra con amoníaco, para la primera se emplearon 15 mL de agua destilada y una solución al 0.1 M de NaOH, para la segunda de emplearon 15 mL de agua destilada en combinación de una solución V-V al 30%, aplicando la misma concentración para el amoníaco, ambas se mezclaron usando agitación magnética hasta disolverlas completamente (Figura 2).



Figura 2 Mezcla de soluciones

En un vaso de precipitado se agregó la mezcla homogénea de piloncillo y las soluciones precursoras, ambas mezclas se agitaron durante 15 minutos, posteriormente se expusieron durante 30 minutos a la cuba ultrasónica, finalmente se sometieron a microondas durante 7 minutos a una potencia de 10 Watts.

## Resultados

Las diferentes soluciones que contenían los CQDs fueron expuestas a una radiación de luz ultravioleta, para comprobar visualmente si presentaban propiedades luminiscentes. En la Figura 3 se observan las muestras obtenidas de CQDs con y sin radiación ultravioleta en donde se confirma la presencia de propiedades luminiscentes.



Figura 3. CQDs con exposición UV

Las soluciones acuosas de puntos cuánticos tienen su excitación máxima a los 341 nm dentro del espectro ultravioleta y una emisión cercana a los 442 nm dentro del rango visible en un color azul-cian. A partir de los espectros se observa que la intensidad de luminiscencia depende del incremento en la concentración de material orgánico (figura 3) hasta llegar a una sobresaturación en la concentración y presenta una disminución en la intensidad que se debe a un fenómeno llamado enfriamiento de la concentración, por otra parte, la intensidad de luminiscencia dependerá del tiempo de reacción, los espectros UV-Visible muestran una amplia absorbanza a 280 nm (Figura 4) que es consistente con lo reportado en diversas investigaciones (A. Mewada, 2013).

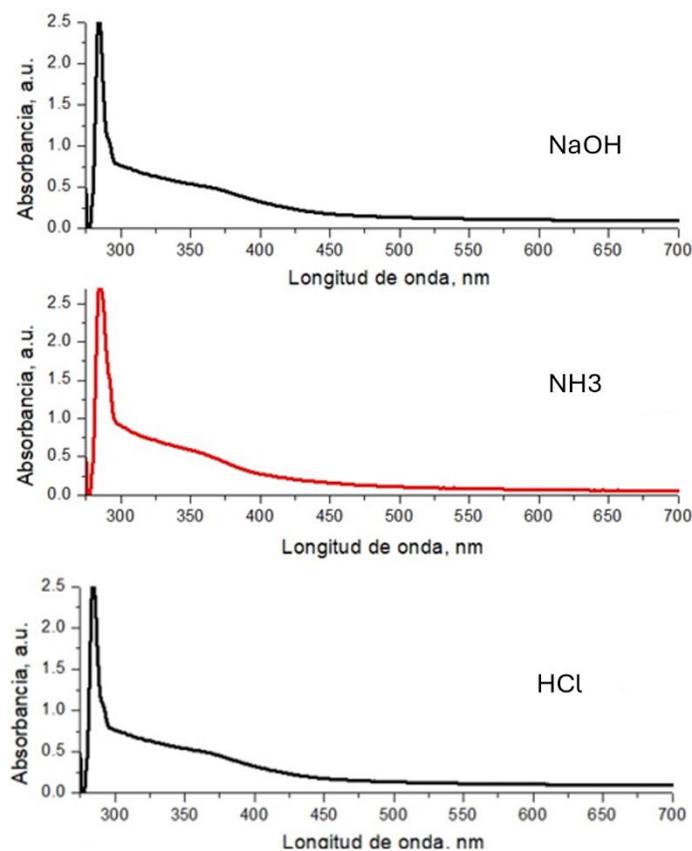


Figura 4 Espectros de absorbanza de QDPs con diferentes bases

Los puntos cuánticos de carbono presentan bandas de absorción a los 250 y 280 nm, (figura 4), que corresponden al enlace y transición  $\pi$ - $\pi^*$  entre átomos de carbono C=C de dominios aromáticos, dichas absorciones se atribuyen a la transición n-  $\pi$  de las bandas C=O y C=C. Por otra parte, se observa una absorbanza a los 280 nm que indica la presencia de nanopartículas de carbono.

## Conclusiones

Se sintetizaron puntos cuánticos de carbono, con diferentes disolventes, obtenidos a partir de piloncillo, que son rentables por su bajo costo de síntesis y amigables con medio ambiente. Se encontraron las condiciones óptimas de emisión a una concentración de 0.1M en un tiempo de 3 horas, presentando una excitación máxima en los 280 nm, que permitirán la pasivación de superficie para el anclaje con biomoléculas para la aplicación como biomarcador. A partir de esta experiencia de aprendizaje en el se establece una propuesta pedagógica para el reforzamiento de las competencias para producir materiales nanotecnológicos, mediante procedimientos de síntesis e incorporación de nanomateriales establecidos, para atender una necesidad de investigación o comercial y contribuir al desarrollo tecnológico. Planteando con ello, una alternativa de síntesis, adaptada a partir de diversas fuentes bibliográficas se pueden obtener puntos cuánticos de carbono de forma exitosa por el método propuesto y con ayuda de la lampara Uv-vis se comprueba una de sus mayores propiedades que es la luminiscencia. El método es sencillo y fácilmente puede ser desarrollado en cualquier laboratorio de enseñanza media y superior orientado al área de nanociencias, ya que se utilizan reactivos de fácil acceso, baja toxicidad y de bajo costo. A pesar de esta sencillez, los fundamentos técnicos y científicos que explican el comportamiento tan complejo de los materiales a escala nanométrica son novedosos y extensos.

## Referencias

Mewada, A., Pandey, S., Shinde, S., Mishra, N., Oza, G., Thakur, M., ... & Sharon, M. (2013). Green synthesis of biocompatible carbon dots using aqueous extract of *Trapa bispinosa* peel. *Materials Science and Engineering: C*, 33(5), 2914-2917.

<https://doi.org/10.1016/j.msec.2013.03.018>

Ashoori, R. C., Electrons in artificial atoms. *Nature* 1996, 379 (6564), 413-419.

<https://doi.org/10.1038/379413a0>

B.H. Juárez, Nanopartículas Semiconductoras Coloidales y Aplicaciones. *Anales de Química*, 2011, 107, 3.

Coordinación General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas (2015) Programa de la Asignatura de Síntesis de Materiales II del Técnico Superior Universitario en Nanotecnología Área Materiales. SEP .México: Autor

Delgado-Ramos, G. C. (2014). Nanotechnology in Mexico: global trends and national implications for policy and regulatory issues. *Technology in society*, 37, 4-15. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2013.09.005>

Ekimov, A.; Onushchenko, A., Quantum size effect in the optical-spectra of semiconductor micro-crystals. *Soviet Physics Semiconductors-USSR* 1982, 16 (7), 775-778.

Hardman, R., A toxicologic review of quantum dots: toxicity depends on physicochemical and environmental factors. (0091-6765 (Print)).

<https://doi.org/10.1289/ehp.8284>

K.M. Tsoi; Q.Dai ; B.A. Alman; W.C. Chan, Are Quantum dots toxic? Exploring the discrepancy between cell culture and animal studies. *Accountsof chemical research*, 2012,46,3: 662-671

<https://doi.org/10.1021/ar300040z>

Martinez, F. M., Zuñiga, E., & Sanchez Lafarga, A. (2013) Método de síntesis de docencia nanopartículas de plata adaptable a laboratorios de relacionada nanotecnología. *Interdisciplinaria Mundo en Nano. con la Revista Nanociencia Nanotecnología*, 6(10).

<https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2013.10.50967>

Martynenko, I. V.; Litvin, A. P.; Purcell-Milton, F.; Baranov, A. V.; Fedorov, A. V.; Gun'ko, Y. K., Application of semiconductor quantum dots in bioimaging and biosensing. *Journal of Materials Chemistry B* 2017, 5 (33), 6701-6727.

Murray, C. B.; Kagan, C. R.; Bawendi, M. G., Synthesis and Characterization of Monodisperse Nanocrystals and Close-Packed Nanocrystal Assemblies. *Annual Review of Materials Science* 2000, 30 (1), 545-610

<https://doi.org/10.1146/annurev.matsci.30.1.545>

Xu, X.; Ray, R.; Gu, Y.; Ploehn, H. J.; Gearheart, L.; Raker, K.; Scrivens, W. A., Electrophoretic analysis and purification of fluorescent single-walled carbon nanotube fragments. *Journal of the American Chemical Society* 2004, 126 (40), 12736-12737.

<https://doi.org/10.1021/ja040082h>

## 16.- Evaluación cinética de secado de pez diablo (*Pterygoplichthys pardalis*) para la obtención de harina

Luis Enrique Limón Hernández

Orcid 0009-0009-0716-5653

María de Lourdes Jiménez Badillo

Orcid 0000-0002-0324-433X

Raúl Alejandro Limón Hernández

Orcid 0000-0002-3533-1518

César Meiners Mandujano

Orcid 0000-0003-0729-6820

Recibido: septiembre, 29, 2023; Aceptado: enero, 30, 2024

### Resumen

En el presente proyecto se aborda el aprovechamiento de pez diablo (*Pterygoplichthys pardalis*) considerado una especie invasora en los cuerpos de agua de México y que ha ocasionado desequilibrio ecosistémico por ocasionar desplazamiento de especies nativas. La finalidad es utilizar la carne, escamas y espinas para la producción de harina con alto valor proteico que pueda ser utilizado como mecanismo de desarrollo económico en regiones pesqueras. La harina de pescado es una fuente de proteínas de alto valor biológico y gran digestibilidad, se puede utilizar en la formulación de suplementos y alimentos de ganado ya que cuenta aproximadamente con 72% de proteína, 12% de grasa y humedad del 9% o inferior que ayuda a su conservación sin utilizar aditivos. La producción de esta harina de pescado debe pasar por varias etapas, en las que principalmente se busca el perder la menor cantidad de proteína que es quien le da el mejor valor comercial a dicho producto. La harina podrá ser utilizada posteriormente en formulación de alimento de ganados o aves de corral, por lo que su procesamiento y evaluación en deshidratación solar es importante por que podría disminuir los costos de elaboración de la harina y conservar la proteína de pescado, vital para la formulación de alimentos balanceados.

**Palabras clave:** Pez diablo, harina de pescado, secador solar.

### Abstract

This project's goal is the use of amazon sailfin catfish (*Pterygoplichthys pardalis*), considered an invasive species in the Mexican bodies of water and which has caused ecosystem imbalance by causing the displacement of native species. The purpose of this project is to use the meat, scales and fishbones for the production of fishmeal with high protein value that can be used as a mechanism for economic development in Mexican fishing regions. Fishmeal is a source of proteins with high biological value and great digestibility, it can be used in the formulation of supplements and livestock feeds because it has approximately 72% protein, 12% fat and humidity of 9% or less which helps to preserve it without using additives. The production of this fish meal must go through several stages, in which the main aim is to lose the smallest amount of

protein, which is what gives the best commercial value to said product. The fishmeal can later be used in the formulation of livestock or poultry feed, so its processing and evaluation in solar dehydration is important because it could reduce the costs of flour production and preserve the fish protein, vital for the formulation of balanced foods.

**Keywords:** Amazon sailfin catfish, fishmeal, solar dryer.

### **Introducción**

El pez diablo, también conocido como pleco o bagre armado (amazon sailfin catfish en inglés) *Pterygoplichthys pardalis* es una especie perteneciente a la familia Loricariidae la cual es originaria de la cuenca del Amazonas en Sudamérica (Armbruster y Page, 2006). Introducida en México como una especie de ornato se registró en vida libre por primera vez en 1995 en la cuenca del río Balsas (Guzmán y Barragán, 1997). En años más recientes su dispersión se ha acrecentado principalmente hacia el sureste de México aprovechando cuerpos de agua de las cuencas Grijalva-Usumacinta (Ramírez-Soberón *et al.*, 2004; Wakida-Kusunoki *et al.*, 2007; Wakida-Kusunoki y Amador del Ángel, 2008; Sánchez *et al.*, 2015), Coatzacoalcos (Castillo-Capitán, 2014; Wakida-Kusunoki *et al.* 2016), Jamapa-Cotaxtla, Pánuco y Bravo (Meiners-Mandujano *et al.*, 2019), así como en el sistema de lagunas interdunarias de la ciudad de Veracruz (Cruz-León, 2016; Wakida-Kusunoki *et al.*, 2016). La presencia de esta especie invasora ha desencadenado problemas ambientales, económicos y sociales, entre las que se encuentran la degradación del hábitat, desplazamiento de especies nativas, deterioro de la calidad de agua y destrucción de artes de pesca (Everardo *et al.*, 2013). Aunado a estos efectos la carencia de valor económico del pez diablo y el desinterés por parte de la sociedad ha limitado su uso como potencial recurso. Si bien se ha propuesto la erradicación como una alternativa de solución a la invasión (Mendoza *et al.*, 2007) la amplia distribución de esta especie hace a esta tarea virtualmente imposible ya que se convertiría en una actividad impráctica y costosa, por lo que el camino a seguir para controlar al pez diablo no es la eliminación, sino su aprovechamiento para el consumo humano como sucede en otros países latinoamericanos (Ramírez-Suárez, 2012). Debido a la poca aceptación del pez diablo como alimento se ha optado por realizar investigaciones dirigidas a su control o aprovechamiento a través de subproductos como la harina de pescado utilizada como complemento a la alimentación de animales de crianza y fertilizantes (Escalera y Arroyo, 2006; Salas y Ornelas, 2010; Cano-Salgado, 2011; Monares-Gallardo *et al.*, 2012; Ruíz-Aguilar *et al.*, 2023). La importancia de promover el procesamiento del pez diablo ocurre principalmente en los sitios de invasión donde la pesca incidental de esta especie es abundante, sin embargo, la falta de recursos económicos e infraestructura especializada para el secado de las materias primas en las comunidades pesqueras limitaría el proceso de producción, por lo que buscar alternativas con energías renovables permitiría el secado óptimo del pez diablo que, según la Norma Mexicana NMX-Y-013-1998-SCFI la humedad máxima permitida es del 10% (DOF, 1998). Por tal

motivo el objetivo de esta investigación fue comparar la cinética de secado de músculo y escamas del pez diablo *Pterygoplichthys pardalis* mediante el uso de un secador solar tradicional y un horno de secado profesional para determinar la viabilidad de cada proceso a través de su cinética de secado.

### **Fundamentación Teórica**

Castañeda-Valbuena y colaboradores (2019) mencionan que la idea de desarrollar harina a partir de *Pterygoplichthys pardalis* no deja de ser un piloto que requiere capital de inversión y no contempla factores como los elevados consumos de energía, bajos costos de la harina en el mercado y la composición química alta en cenizas puede hacer inviable su uso (Silva *et al.*, 2014). Para disminuir los costos de energía el uso de secadores solares pueden ser la mejor alternativa, bajo este contexto buscando optimizar los productos derivados del pez diablo producir por separado harina de músculo y escamas permiten desarrollar harina derivada para diferentes usos, siendo el primer caso harina para alimentación de animales por su alto contenido de proteínas y en el caso de las escamas su uso como fertilizante producto de su alto nivel de cenizas. Se ha reportado que *Pterygoplichthys pardalis* es una especie rica en proteínas presentando valores de 21.1% en la piel, 15.3% en músculo, así como una alta proporción de cenizas atribuidas a la composición de sus escamas (Castañeda-Valbuena *et al.*, 2019). Las cenizas presentes en la harina producida con la piel, escamas y espinas se deben a que estos elementos están constituidos principalmente por colágeno e hidroxiapatita (Ebenstein *et al.*, 2015). El procesamiento de harinas de pez diablo no es el método más eficiente para controlar las poblaciones, pero si el primer paso para la inclusión de esta especie en el mercado, para ello adaptar tecnologías para su producción es de vital importancia en sitios donde no se cuentan con los medios económicos y materiales, pero si con los recursos pesqueros que no son aprovechados por la falta de información y por la mala percepción de las comunidades que lidian con los problemas provocados por esta especie invasora. Para poder procesar harina de pescado, la metodología a seguir se basa en las siguientes operaciones: Procesamiento de la materia prima, secado y molienda. En el procesamiento de la materia prima se retiran las partes del pescado que no sean de interés, por ejemplo, las vísceras, aletas, cabezas etc., para ello se utiliza un cuchillo o herramientas debido a que las escamas y piel del pez son duras. Posteriormente, la materia prima se somete a secado para deshidratarla hasta una humedad inferior al 10% para que permita su conservación. Finalmente, el producto seco se lleva a la molienda hasta la reducción de su tamaño y la obtención de harina. El secado es considerado la operación más importante en el proceso y es definida como un método que permite separar un líquido de un sólido por una deshidratación, para ello se utilizan equipos denominados secadores que por medio de un flujo de aire caliente retiran la humedad del sólido, este proceso permite la concentración de metabolitos de interés (Méndez *et al.*, 2017; Camaño *et al.*, 2020)

## Metodología

Las muestras de pez diablo fueron recolectadas de zonas del arroyo Susana en la localidad Yorca Boca del Paite, municipio de Carlos A. Carrillo Veracruz y se guardaron en refrigeración a 4°C hasta su procesamiento. Posteriormente en el laboratorio se le retiraron las vísceras y se separó el músculo de las escamas y espinas. Para el secado se establecieron dos procedimientos, el primero mediante un horno de secado (ECOSHEL, Modelo 9023-A) a temperatura constante de 65°C y el segundo mediante un secador solar directo de convección natural construido en la Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora que operó con una temperatura de entre 34 y 66°C, en ambas experimentaciones el secado se realizó hasta obtener peso constante. Durante el periodo de secado se monitorearon los pesos y temperatura de secado, se realizaron estudios de secado (curva de humedad y cinética de secado) para evaluar la viabilidad de aplicar el secador solar en zonas rurales y finalmente, las muestras se trituraron en un mortero con pistilo para obtener dos harinas, de músculo y escamas.

La humedad de las muestras se obtuvo con la ecuación de  $X = \frac{(m-m_{ss})}{m_{ss}}$  donde m se refiere a la masa pesada en cada tiempo de monitoreo y mss es la masa de sólido seco obtenida por el peso constante a 105°C. Por otro lado, la cinética de secado se obtuvo por la ecuación  $R_s = \frac{m_{ss}}{A} \frac{dX}{dt}$  donde A es el área de las charolas del secador, dX es la variación de humedad y dt es la variación del tiempo.

## Resultados y discusión

En la figura 1 se muestran los procesos de secado de pez diablo. El secador solar proporcionado está fabricado de madera y cuenta con una inclinación de 60° en la parte del cristal que permite la incidencia del sol, en este proceso el secado se mostró más lento al comienzo en comparación con el horno de secado que por sus características el proceso se mantuvo constante.



Figura 1 Procesos de secado de pez diablo en secador solar (izquierda) y con horno de secado (derecha)

Al final del secado y después de la molienda, la harina del músculo obtuvo un color gris oscuro mientras que la harina de escamas presentó un más claro (Figura 2), la humedad final de las muestras secas mostró valores inferiores al 8% lo cual permite su almacenamiento y conservación.

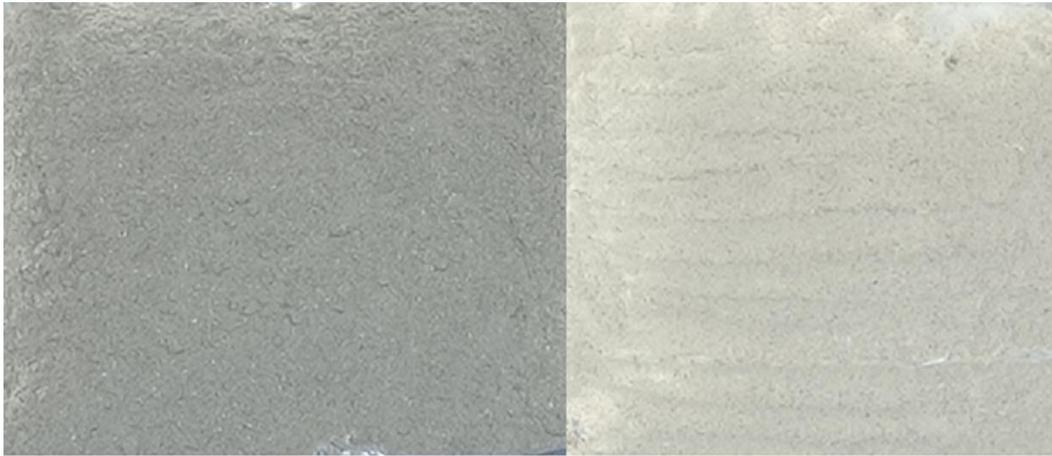


Figura 2 Harinas después del secado, músculo (izquierda) y escamas y espinas (derecha)

Los rendimientos de materia seca para el músculo fueron de  $25.28 \pm 0.175\%$  con el horno de secado y  $25.35 \pm 0.862\%$  con el secador solar, por su parte para escamas fueron  $38.15 \pm 1.825\%$  con el horno de secado y  $36.137 \pm 2.175\%$  con el secador solar. Al realizar un análisis de varianza no se identificaron diferencias estadísticas ( $p > 0.05$ ) lo cual indica que el secador solar puede brindar los mismos resultados que un equipo de laboratorio con la ventaja de que no requiere un consumo de energía eléctrica para funcionar. En la Figura 3 se muestra el comportamiento de la disminución de humedad frente al tiempo de secado de músculo y escama en secado en horno y solar. En ambos casos se puede observar que siguen la misma tendencia, aunque la materia procesada por horno de secado disminuyó ligeramente más sus valores de humedad, sin embargo al final, el tiempo de secado fue de 7 horas para ambos procesos. En el caso de músculo, presenta una humedad inicial ( $76.1896 \pm 0.01246\%$ ) superior a la de escama ( $62.2977 \pm 1.499\%$ ), sin embargo, la escama por sus características físicas y composición química tiende a secarse más rápido y alcanzar una menor humedad al final del proceso, estos resultados coinciden con los reportados por Camaño *et al.*, (2020) quienes reportan una humedad de 80% en tilapia roja.

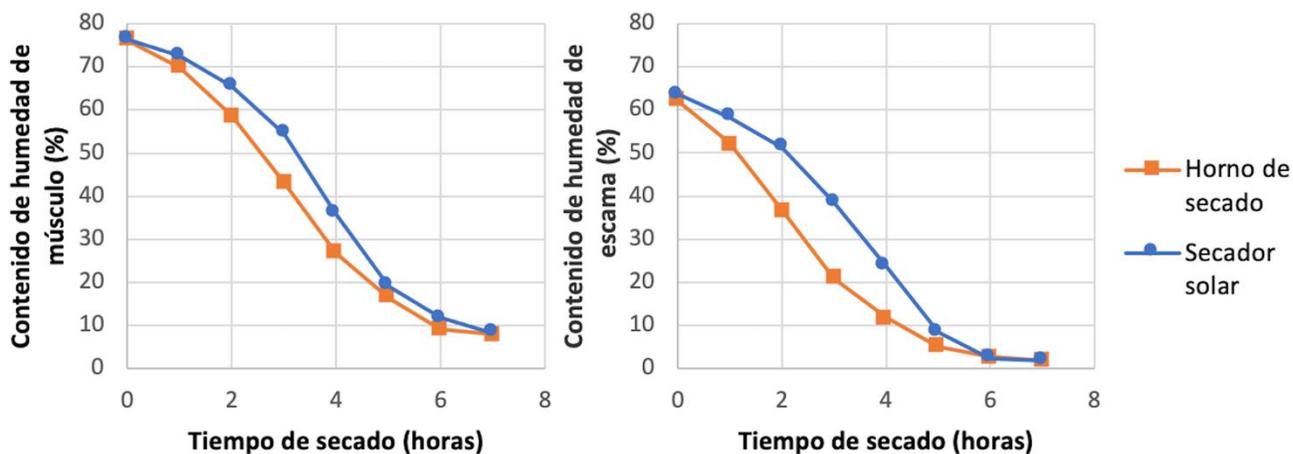


Figura 3 Curva de humedad en músculo (izquierda) y escamas (derecha)

La Figura 4 presenta los resultados de músculo y escama para ambos procesos de la tasa de secado en  $\frac{kg}{m^2h}$ . En el caso del músculo se demarca una diferencia en los procesos debido a que en la etapa de secado constante (humedad promedio de  $1-3 \frac{kg\ agua}{kg\ sólido\ seco}$ ) el comportamiento de la muestra en el horno de secado denota una mayor velocidad de secado, esto debido a que se opera a temperatura constante de  $65^{\circ}C$  y el secador solar comienza en temperatura ambiente ( $34^{\circ}C$  en Gutiérrez Zamora) y a lo largo del proceso tiende a subir hasta alcanzar  $66^{\circ}C$ , comportamiento que se aprecia en la zona de secado decreciente (humedad promedio de  $0-1 \frac{kg\ agua}{kg\ sólido\ seco}$ ) al visualizar que ambas líneas de comportamiento se encuentran en la misma posición. Mismo comportamiento mostrado en la cinética de escamas en el rango constante (humedad promedio de  $0.75-1.55 \frac{kg\ agua}{kg\ sólido\ seco}$ ) ya que de igual forma en el periodo decreciente mantuvieron un comportamiento similar. Los resultados obtenidos de cinéticas fueron superiores a los reportados por Gaviria *et al.* (2020) quienes reportaron cinéticas máximas de 0.09 para tilapia roja (*Oreochromis spp.*).

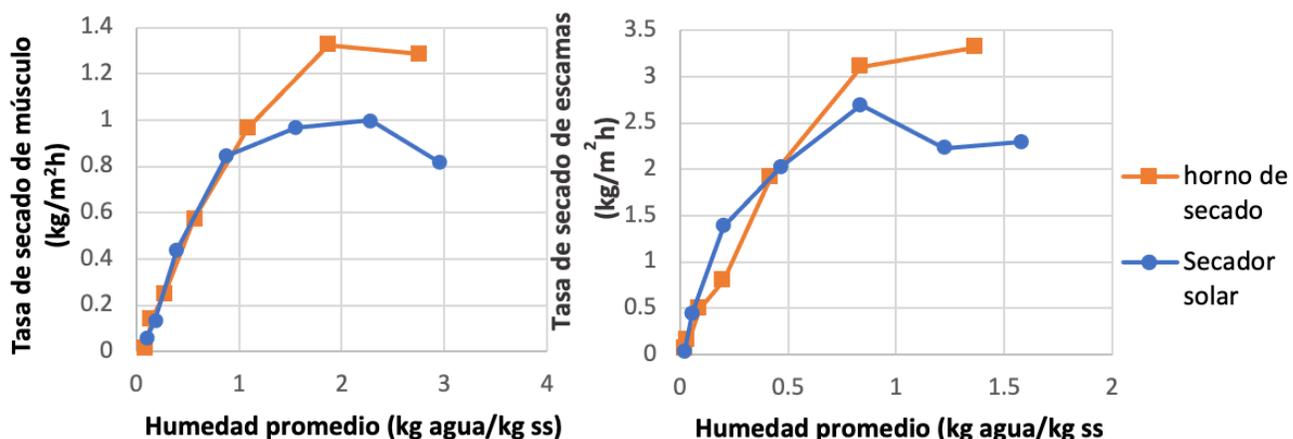


Figura 4 Cinética de secado en músculo (izquierda) y escamas (derecha)

### **Conclusión**

El uso de secadores solares para la deshidratación de músculo y escamas en la producción de harina de pez diablo ofrecen tanto rendimiento como tiempo de secado equiparables con equipos de laboratorio especializados. La ventaja del uso de estas tecnologías basadas en energías renovables es el ahorro permanente de energía y una menor inversión que significaría una ventaja para ser implementada en comunidades pesqueras que a pesar de no contar con los medios económicos buscan aplicar algún uso a esta especie invasora que tantos efectos negativos ha creado en el medio ambiente. Aunado a los beneficios de los secadores solares este estudio determinó un secado óptimo con humedad final menor al 10% en ambas preparaciones, lo que permite una mejor preservación del producto por un periodo de tiempo mayor que otorga mayores posibilidades de éxito en la implementación de este procedimiento por parte de las comunidades pesqueras.

### **Referencias**

- Armbruster, J.W. and Page, L.M. (2006). Redescription of *Pterygoplichthys punctatus* and description of a new species of *Pterygoplichthys* (Siluriformes: Loricariidae). *Neotrop. Ichthyol.* 4(4):401-409.
- Camaño, J. A., Rivera, A. M., & Montoya, J. E. Z. (2020). Efecto del espesor de película y de la ubicación de la muestra en un secador solar directo, sobre la cinética de secado de ensilado de vísceras de tilapia roja (*Oreochromis SP*). *Información tecnológica*, 31(1), 53-66. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642020000100053>
- Cano-Salgado M.P. (2011). El plecos (*Pterygoplichthys spp.*): su invasión y el abordaje en las cooperativas balcanenses. Tesis de Doctorado en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable. El Colegio de la Frontera Sur, Villahermosa, Tabasco, México. 152 p.
- Castañeda-Valbuena, D., Castro-Flores, Y. y Ovando.Chacón, S.L. (2019). Pez diablo (*Pterygoplichthys pardalis*): ¿Una plaga con potencial para el aprovechamiento agroindustrial? *Academia Journals*. Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals, Chiapas 2019. 172-176 pp.
- Castillo-Capitán, G., Cruz-León, Z., Meiners-Mandujano, C., Hernández-Romero, A. y Rodríguez-Orozco, N. (2014). Dinámica poblacional del pez invasor del género *Pterygoplichthys* en la cuenca de Chacalapa (cuenca de Coatzacoalcos) Veracruz, México. *Revista Biológico-Agropecuaria*, Tuxpan, 2(1), 142-146.
- Cruz-León, Z. (2016). Ocurrencia y aspectos biológicos del pez invasor del género *Pterygoplichthys* en el sistema de Lagunas Interdunarias de la ciudad de Veracruz y cuenca baja del Jamapa-Cotaxtla. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana. México. 71pp.
- Diario Oficial de la Federación (1998). Aviso de Proyecto de Norma Mexicana NMX-Y-013-1998-SCFI. Secretaría de Gobernación, México, 2 de marzo de 1998.

- Ebenestein, D., Calderón, C., Troncoso, O. y Torres, F. (2015). Characterization of dermal plates from armored catfish *Pterygoplichthys pardalis* reveals sandwich like nanocomposite structure. *Journal of the mechanical of biomedical materials*. 45; 175-182.
- Escalera, C. y Arroyo, M. (2006). Caracterización fisicoquímica y alternativas de utilización del *Plecostomus* spp. En la presa El Infiernillo, Informe final. CIIDIR, Michoacán. 33p
- Everardo, B.M., Juárez, F.J. y Magaña, V.M. (2013). Distribución de *Pterygoplichthys pardalis* en las cuencas Grijalva, Tonalá y Carmen Pajonal-Machona. IV Congreso Mexicano de Ecología. No. De registro 94. 32pp.
- Gaviria, Y. G., Camaño, J. A., & Montoya, J. E. Z. (2020). Propiedades físicas de alimento para tilapia roja (*Oreochromis* spp.) elaborado con ensilado químico y secado en microondas. *Información tecnológica*. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642020000600105>
- Guzmán, A.F. y Barragán, J.S. (1997). Presencia de bagure sudamericano (*Osteichthyes: Loricariidae*) en el río Mezcala, Guerrero, México. *Vertebrata Mexicana*. 3:1-4 p.
- Méndez, E. J., Atzin, D., Castillo, V. Martínez, M. A. & Limón, R. (2017). Construcción y validación de un prototipo de secador de lecho fluidizado para fines didácticos. *Investigación con pertinencia*, 1(1), 1144-1148.
- Mendoza, R., Contreras, C., Ramírez, C., Koleff, P., Álvarez, P. y Aguilar, V. (2007). Los peces diablos: Especies invasoras de alto impacto. *CONABIO. Biodiversidad* 70; 1-5 p.
- Meiners-Mandujano, C., González-Gómez, R., Jiménez-Badillo, L., Galindo-Cortés, G. y Morillo-Velarde, P. (2019). Emerging Aquatic Alien Invasive Species: Trends and Challenges for Mexican Fisheries in the Extended Gulf of Mexico Basin. Chapter 9. *Mexican Aquatic Environments A General View from Hydrobiology of Fisheries*. Springer. ISBN 978-3-030-11125-0.
- Monares-Gallardo, I., Ceja-Torres, L.F., Escalera-Gallardo, E., Vázquez-Gálvez, G. y Ochoa-Estrada, S. (2012). Tamaño de partícula y tiempo de aplicación pre-siembra de harina de pescado (*Plecostomus* spp.) en producción de calabacita. *Terra Latinoamericana* 30: 147-155.
- Ramírez-Soberón, G., Valencia-Díaz, X. y Gaspar-Dillanes, M.T. (2004). Nuevo registro de bagres sudamericanos *Liposarcus multirradiatus* y *L. spp.* en las lagunas de Catazajá y Medellín, Chiapas. *Memorias del IX Congreso Nacional de Ictiología*. Villahermosa, Tabasco, México.
- Ramírez-Suárez, J. (2012), Bagres invasores ¿Amenaza u oportunidad? *INFOPECA Internacional*, pp. 50; 25-28.
- Ruíz-Aguilar, M., Montes-Molina, J., Castañón-González, J., Gutiérrez-Miceli, F., Hernández-Guzmán, M., López-López, H., Ruíz-Valdiviezo, V. y Villalobos-Maldonado, J. (2023). Uso de la harina de pez diablo (*Pterygoplichthys pardalis*) en la fertilización orgánica de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) *Rev. Int. Contam. Ambie.* 39, 159-169.

Sánchez, A.J., Florido, R., Álvarez-Pliego, N. y Salcedo, M.A. (2015). Distribución de *Pterygoplichthys* spp. (Siluriformes: Loricariidae) en la cuenca baja de los ríos Grijalva-Usumacinta. *Revista Mexicana de Biodiversidad*.

Salas, G. y Ornelas, S. (2010). Use of acid “armed fish” (*Pterygoplichthys* spp.) silage in pigs feeding. *Journal of Biotechnology* 150:129.

Wakida-Kusunoki, A.T., Ruíz-Carus, R. y Amador-del Ángel, L.E. (2007). Amazon sailin catfish, *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855) (Loricariidae) another exotic species established in Southeastern Mexico. *The Southwestern Naturalist*. 52: 141-144

Wakida-Kusunoki, A.T. y Amador-del Ángel, L.E. (2008). Nuevos registros de los plecos *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855) y *P. disjunctivus* (Weber, 1991) (Siluriformes: Loricariidae) en el sureste de México. *Hidrobiológica*; 18:25p.

Wakida-Kusunoki, A.T., Amador-del Ángel, L.E., Romero-Hernández, E. y Bozada-Robles, M. (2016). Range of expansion of invasive Amazon sailin catfish *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855), in central and southeastern Gulf of Mexico. *Limnetica*, 35 (2): 297-302.

**17.- Medición y valoración de la vocación turística en Zihuatanejo, Gro.**

Amador Ortiz García

Jorge Armando Ramos Maciel

Orcid: 000-0002-2546-5088

Orcid: 0009-0001-5501--6152

Rubí Ramírez Salinas

José Agustín Carranza Robledo

Orcid:0009-0004-4968-9053

Orcid: 0009-0006-0240-8271

Edgar Justo Ríos Ramos

Orcid: 0000-0002-5923-2485

Recibido: julio, 15, 2024; Aceptado: agosto, 15, 2024

**Resumen**

Los destinos turísticos están presentes en todas partes del mundo, en México existe una gran diversidad tales como: pueblos mágicos, playas o lugares donde se pueden realizar circuitos turísticos, la revista Forbes publicó una lista de los diez destinos más populares en México (Forbes, 2021). El presente artículo versa sobre la valoración y medición de la vocación turística en Zihuatanejo de Azueta la metodología se basó en la utilización de las fichas de la Guía de la Secretaría de Turismo (SECTUR), se consideraron los factores como: Recursos turísticos, infraestructura, equipamiento e instalaciones turísticas, se utilizó una escala cuantitativa de 0-2 la cual permite evaluar la disponibilidad o carencia de cada uno de ellos, donde cero (0) representa la ausencia de los componentes, uno (1) confirma la existencias, pero con limitaciones, dos (2) cuenta con los componentes ideales . (L, G, Gómez Gómez, Mauricio Sepúlveda, & Ochoa Vélez, 2017). La metodología se basó en el registro de los datos de la variable de aptitud territorial (V1) con valores en el intervalo de 0-2 para los criterios de patrimonio material, patrimonio inmaterial, festividades y eventos y sitios naturales. Así mismo para infraestructura, equipamiento e instalaciones, finalmente se determinó el índice de valoración de la vocación turística en la matriz se obtuvo índice de capacidad turística de 1.8 y para la variable aptitud 1.68 por lo que en términos generales el destino de Zihuatanejo de Azueta muestra índice de vocación turística muy aceptable. Se identificaron 14 atractivos turísticos, 5 festividades, 2 tipos de artesanías icónicas, 55 establecimientos de hospedaje y 30 de alimentos y bebidas; como resultado, el Pueblo Mágico de Zihuatanejo es un Sitio de vocación turística consolidada.

**Palabras claves:** Medición, valoración, vocación turística, destino, Zihuatanejo

**Abstract**

Tourist destinations are present in all parts of the world, in Mexico there is great diversity such as: magical towns, beaches or places where you can make tourist circuits, Forbes magazine published a list of the ten most popular destinations in Mexico (Forbes, 2021). This article deals with the assessment and measurement of the tourist vocation in Zihuatanejo de Azueta. The methodology was based on the use of the sheets from the Guide of the Ministry of Tourism (SECTUR), factors such as: Tourist resources, infrastructure, tourist

equipment and facilities, a quantitative scale of 0-2 was used which allows evaluating the availability or lack of each of them, where zero (0) represents the absence of the components, one (1) confirms the existence, but with limitations, two (2) has the ideal components. (L, G, Gomez Gomez, Mauricio Sepulveda, & Ochoa Velez, 2017). The methodology was based on the registration of data from the territorial suitability variable (V1) with values in the range of 0-2 for the criteria of tangible heritage, intangible heritage, festivities and events and natural sites. Likewise for infrastructure, equipment and facilities, finally the valuation index of the tourist vocation was determined in the matrix, a tourist capacity index of 1.8 was obtained and for the aptitude variable 1.68., so in general terms the destination of Zihuatanejo de Azueta shows a very acceptable index of tourist vocation. 14 tourist attractions, 5 festivities, 2 types of iconic crafts, 55 lodging establishments and 30 food and beverage establishments were identified; As a result, the Magical Town of Zihuatanejo is a Site with a consolidated tourist vocation.

Keywords: Measurement, assessment, tourist vocation, destination, Zihuantanejo

## **Introducción**

La presente investigación se realizó con el objetivo de determinar el nivel de vocación turística de Zihuatanejo, que tiene como propósito identificar las áreas de oportunidad para mejorar el servicio turístico. Cada año hay más visitantes debido a la calidez de la gente, el clima y sus atractivos naturales. En el año 2022 México tuvo una afluencia de 38. 3. Millones de turistas extranjeros (Datatur, 2022). Para enero del 2024 el destino de Ixtapa Zihuatanejo recibió un total de 105 742 mil turistas que representaron el 65.65% de ocupación. Es por lo que esta investigación trata sobre la vocación turística, con el fin de conocer cuáles son las características y potencialidades económicas, sociales, culturales y/o naturales que motiva al turista para desplazarse fuera de su lugar de residencia generando un aprovechamiento turístico de un territorio específico (Federación, 2016). Se evaluaron las variables V1= Actitud territorial con un valor del 0-2, la cual obtuvo un valor de 1.68 en una escala de 0-2, así mismo se registró la medición de la variable 2 = Capacidad registrando un índice de 1.8 en una escala de 0-2. México tiene potencial de crecimiento en el turismo, no sólo gracias a su clima y a sus atractivos naturales, sino también a la gran riqueza cultural, arqueológica, monumental e histórica asentada en territorio nacional. Zihuatanejo significa lugar de mujeres y fue un sitio dominado por los aztecas. Con la llegada de los españoles, el lugar cobró importancia debido a la pesca y al comercio. En el siglo XX, Zihuatanejo destacó por el turismo y aún conserva su ambiente colorido y tradicional. Zihuatanejo es la interpretación que hicieron los españoles del nombre azteca de esta tierra. El nombre original es Cihuatlán y es el resultado de la unión de dos palabras: 'Cihua' que significa mujer y 'Tlan' que significa 'lugar de'. Por ello, Cihuatlán significa lugar de mujeres. Cuando los españoles arribaron a Zihuatanejo, sitiaron la bahía y fundaron un puerto que nombraron Cihuatlán, que era una modificación del vocablo indígena. Durante el periodo llamado La Colonia, este puerto cobró mucha importancia. Muchas expediciones partieron de aquí

hacia el Pacífico Sur, así como jornadas comerciales lo hicieron a Filipinas. La playa conocida como La Madera ha mantenido su nombre desde aquella época debido al principal producto que se embarca aquí durante los siglos 17 y 18. Posteriormente, otros puertos ganaron importancia y Zihuatanejo se convirtió en una apacible villa de pescadores, el nombre empezó a aparecer en algunos mapas con el sufijo español 'ejo' que indica 'de pequeña o poca importancia'. Sin embargo, el nombre Zihuatanejo apareció con su forma actual a principios del siglo XIX. Es por ello la importancia de conocer el origen del término de vocación turística, según la SECTUR en la fracción IX. Vocación turística: Son las características y potencialidades económicas, sociales, culturales y/o naturales que motiva al turista para desplazarse fuera de su lugar de residencia generando un aprovechamiento turístico de un territorio específico (Federación, 2016). En la actualidad Zihuatanejo se ha posicionado en el ranking nacional e internacional de preferencia para el turista.

### **Fundamentación teórica**

La vocación turística en nuestro país es un tema del que no se han realizado estudios suficientes que permitan establecer un modelo aplicable y determinar de manera expresa el diagnóstico de vocación del destino en estudio. El autor Juan Carlos Arnau Ávila, en su artículo “La Vocación Turística de México” argumenta que: *“México no ha descubierto, ni aceptado a plenitud, su vocación primordial y a mi juicio, su riqueza natural, histórica y cultural, que ha sido producto de fenómenos sociales de muchos años; de una idiosincrasia derivada de un mestizaje muy intenso y de unas características naturales de un extenso territorio, con una ubicación geopolítica y geográfica privilegiada, le ha venido restregando en la cara, con una extraña resistencia a aceptarlo, que el turismo es su vocación más acendrada, más conveniente, más rentable y más efectiva, para procurar generarle a sus habitantes una calidad de vida satisfactoria.* La palabra vocación ha sido usada frecuentemente en el sector Turístico para referirse a lugares, territorios y destinos que por sus características especiales generan condiciones que atraen la atención de visitantes y turistas en diferentes países. El estudio empírico permite distinguir las diferencias entre los recursos y atractivos turísticos del territorio y la disposición de los agentes locales para aprovecharlos, así como las diferencias en las percepciones del potencial y la vocación turística de la región por la población y los turistas (Gómez-Amaya-Mundo, 2024). Entre las diversas metodologías para medir la vocación turística destacan las siguientes:

### **Materiales y métodos**

La metodología fue seleccionada de acuerdo con el caso de estudio de los autores (López Zapata, G, Gómez Gómez, Mauricio Sepúlveda, Ochoa Vélez, 2017), quienes elaboraron la propuesta en base a la guía de la SECTUR. Así mismo también se analizó el caso de estudio del artículo “Propuesta Metodológica para la medición y valoración de la vocación turística dentro de una ciudad “. El estudio de caso en las ciudades de

Medellín y Bogotá, Colombia. La interrogante que se planteó en el caso específico del Pueblo Mágico de Zihuatanejo de Azueta es ¿Cuál es el nivel de vocación turística del destino turístico de Zihuatanejo? ¿Las variables de actitud, capacidad e infraestructura pueden mostrar que más del 70% de la población local tiene vocación turística? Así mismo se estableció la hipótesis de investigación que: H1 **“Al menos el 70% de los prestadores de servicios turísticos tienen vocación turística”** De acuerdo con las preguntas anteriores el presente caso de investigación analiza los resultados considerando variables de la vocación turística como: Actitud (V1) y Capacidad (V2) la cual se resume en la siguiente tabla:

Tabla 1. Variables de vocación turística

	<b>Variables</b>	<b>Factores</b>	<b>Criterios</b>
<b>Vocación turística</b>	Aptitud (V1)	Recursos turísticos	Patrimonio material e inmaterial, festividades y eventos, sitios naturales.
		Infraestructura	Accesibilidad a través de un sistema integrado de transporte y transporte público, servicios de comunicaciones, calidad ambiental del paisaje urbano, señalización urbana.
		Equipamiento e instalaciones turística	Servicios de alimentación, señalización turística, servicio de información al turista, acceso y espacio de paraderos de autobuses turísticos y automóviles.
	Capacidad (V2)	Grado de planificación turística	Usando valores de 0-2 expresando la disponibilidad o carencia
		Afluencia turística actual	
		Publicidad y promoción	
		Importancia turística actual	

Fuente: (López Zapata, G, Gómez Gómez, Mauricio Sepúlveda , & Ochoa Vélez, 2017)

<b>VARIABLE 1 APTITUD TERRITORIAL</b>	
<b>RECURSOS TURÍSTICOS</b>	<b>Valor</b>
Patrimonio material	<b>1</b>

Patrimonio inmaterial	2
Festividades y eventos	2
Sitios naturales	2
<b>VALOR DEL CRITERIO</b>	<b>1.75</b>

<b>INFRAESTRUCTURA</b>	<b>Valor</b>
Accesibilidad a través de un sistema integrado de transporte	1
Accesibilidad a través de medios de transporte público convencional (bus, micro, taxi).	2
Servicios de comunicaciones	2
Calidad ambiental del paisaje urbano	2
Señalización urbana	2
<b>VALOR DEL CRITERIO</b>	<b>1.8</b>

<b>EQUIPAMIENTO E INSTALACIONES TURÍSTICAS</b>	<b>Valor</b>
Servicios de alimentación	2
Señalización turística	2
Servicio de información al turista	1
Acceso y espacios de paraderos de buses turísticos y automóviles	1
<b>VALOR DEL CRITERIO</b>	<b>1.5</b>
<b>VALOR DE LA V1 APTITUD TERRITORIAL</b>	<b>1.68</b>

<b>VARIABLE 2 CAPACIDAD</b>	
<b>CRITERIOS</b>	<b>VALOR</b>
Formación del personal	1
Grado de planificación turística	2
Afluencia turística actual	2

Publicidad y promoción	2
Importancia turística actual	2
<b>VALOR DE LA V2 CAPACIDAD</b>	<b>1.8</b>

**VARIABLES**

APTITUD 1.68

CAPACIDAD 1.8

**MATRIZ DE VOCACIÓN TURÍSTICA**

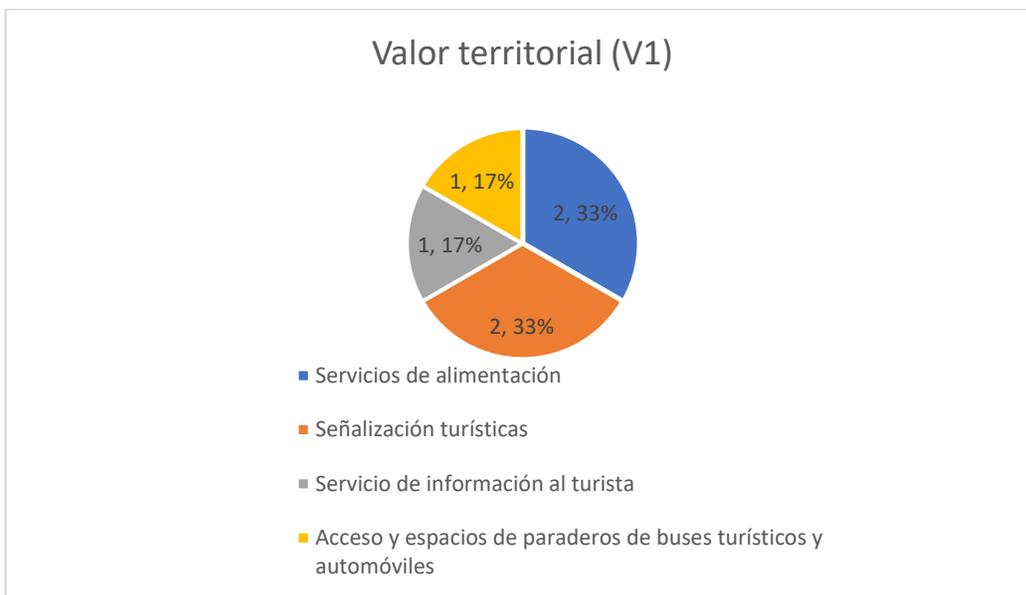
Tabla 2. Matriz de vocación turística

CAPACIDAD	2	<b>Mediana vocación turística</b> II	<b>Sitios con vocación turística consolidada</b> IV
	1		
	0	<b>Carencia de vocación turística</b> I	Mediana vocación turística III
	0	0	1 2

Fuente: Elaboración propia Microsoft Word 2013

## Resultados

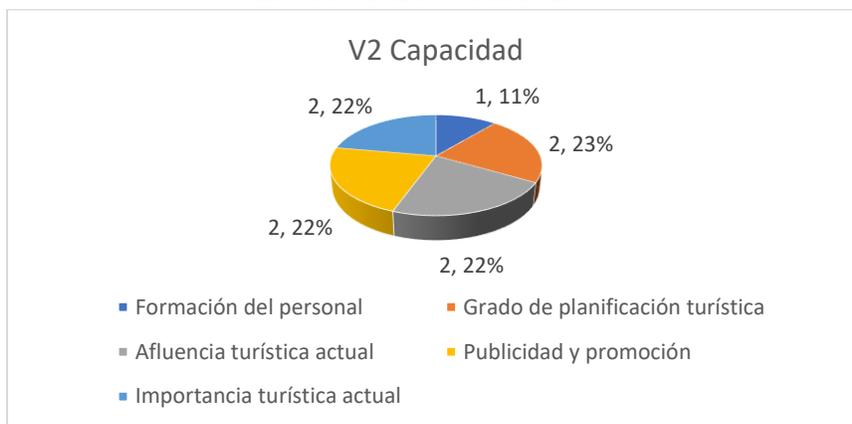
Figura 1 Valor territorial



Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel Office 2013

Como se puede apreciar en la gráfica en un intervalo de 0-2 los servicios de señalización turística representan el 33%, mientras que los servicios de alimentación donde se incluyen establecimientos de alimentos y bebidas si llegan al valor esperado por los comensales y solo los accesos y espacios destinados para paradero de autobuses están limitados y representan un desafío encontrar un área específica (17%) de un porcentaje máximo esperado del 33% por cada criterio. También como área de oportunidad que presenta el destino de Zihuatanejo de Azueta es la información turística que solo representa el valor de 1 equivalente al 17% como el nivel de aceptación máximo esperado del 25%.

Figura 2 Capacidad



Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2013

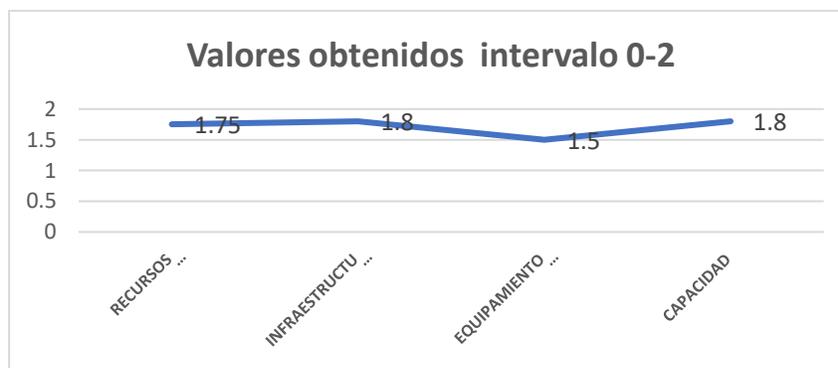
Como se aprecia en la gráfica 2 el promedio de los cinco criterios es de 1.8, con evaluaciones de 2, 2, 2, 2 y 1 donde el área de oportunidad es la formación del personal para tener perfiles más apropiados a los puestos de acuerdo con las demandas de los turistas nacionales y extranjeros.

Tabla 3. Concentrado de variables

CONCENTRADO DE VARIABLES		
	CRITERIOS	VALOR
V1 APTITUD TERRITORIAL	RECURSOS TURÍSTICOS	1.75
	INFRAESTRUCTURA	1.8
	EQUIPAMIENTO TURÍSTICO E INSTALACIONES	1.5
	V2 CAPACIDAD	1.8

Fuente: Elaboración propia Microsoft Word 2013

Figura 3 Valores obtenidos



Fuente Elaboración propia Microsoft Excel 2013

## Discusión

¿El destino cumple con la vocación turística?

Considerando el intervalo que se utilizó en la medición, de 0-2 representa el 90% de alcance de los servicios de infraestructura al turista, por otro lado, también se puede apreciar una media de 1.75 para los recursos turísticos como: patrimonio material, inmaterial, eventos, festividades y sitios naturales. En la actualidad el sitio web de la Oficina de Congresos y Visitantes de Zihuatanejo muestra al menos 16 eventos programados desde el 28 de abril al 2 de noviembre de 2024 (Thisizit, 2024).

## Conclusiones

Mediante la aplicación de registros en fichas de inventarios turísticos, así como listas de cotejo y guías de observación turística de acuerdo con las fases de la metodología de DATATUR 2024, se pudo constatar la consolidación de la vocación turística en el Pueblo Mágico de Zihuatanejo de Azueta. La valoración y el análisis demostró que el destino de Zihuatanejo tiene una capacidad de 1.8 en el intervalo 0-2, lo que es equivalente al 90% de capacidad y respuesta de atención al turista, así mismo la variable de actitud territorial obtuvo un índice de 1.68 de valor máximo esperado de 2, con 84%, logrando valores por arriba del 70% por lo que se concluye que Zihuatanejo de Azueta tiene vocación turística aceptable. Es necesario resaltar la importancia de que este tipo de estudios radica de primera instancia en ubicar la realidad del lugar y estos diagnósticos no caen en la subjetividad o criterio del investigador (Zambrano y Lomas, 2021) puesto que la investigación se basa en datos reales.

## Referencias

Bitácora Urbano Territorial. 1 (16), pp. 79-88.

Secretaría de Gobernación. 2020. Acuerdo por el que se expide la Estrategia Nacional de Pueblos Covarrubias Ramirez , R., G, omez Hinojoza , C., Cuevas Contreras , T., T, G, & Gomez Ceballos , G. (2019). Turismo y vocación: una aproximación teórica metodológica. Turismo y Vocación de Colima, 6-11.

Datatur. (2022). Sectur. Obtenido de <https://datatur.sectur.gob.mx/SitePages/RankingOMT>.

DATATUR. 2020. Resultados de la actividad turística. Recuperado de:

[https://www.datatur.sectur.gob.mx/RAT/RAT-2020-12\(ES\).pdf](https://www.datatur.sectur.gob.mx/RAT/RAT-2020-12(ES).pdf)

Forbes. (2021). Los 10 destinos más populares en México en 2021. FORBES. Obtenido de <https://www.forbes.com.mx/forbes-life/viaje-destinos-mas-populares-en-mexico/>

Geografía. 21: pp. 71-29. Petrlzzi, R. 2011. El genius loci y la vocación turística de un destino. Recuperado de: <http://ramiropetrizzi.blogspot.com.co/2011/05/el-genios-lo-ci-y-la-vocacion-turistica.html>

Gómez, C., Amaya, C. y Mundo, R. 2014. Diseño de una metodología para establecer la vocación turística de un destino. Caso Tuxtla Gu-tiérrez, Chiapas. Teoría y praxis, pp. 75-100.

González M., Téllez F., Cano N. 2017. Detección de la Vocación Turística y Perfil Empresarial de los habitantes de la Costa Yucateca que prestan Servicios de Turismo. Revista de Desarrollo Económico. 4-13: pp. 27-37.

GOMEZ HINOJOSA, CAROLINA. AMAYA MOLINAR, CARLOS MARIO. MUNDO VELÁSQUEZ, RODOLFO. (2024). Diseño de una metodología para establecer la vocación turística de un destino. Caso Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Edit. DDS. Año 9.

Lomas, V., P. Zambrano, N. Ullauri. 2021. Estudio del potencial del territorio a partir de la vocación turística: el caso del barrio “El Vado” en la ciudad de Cuenca, Ecuador. Revista Científica de Ciencias Sociales y Humanas.

López, L.V., Gómez J.S., Sepúlveda W.M. y Ochoa A. 2017. Propuesta metodológica para la medición y valoración de la vocación turística dentro de una ciudad. Estudio de caso en las ciudades de Medellín y Bogotá, Colombia. ESTUDIOS SOCIOTERRITORIALES. Revista de

L, L., G, Gomez Gomez , J., Mauricio Sepulveda , W., & Ochoa Velez, A. (21 de 01 de 2017). Propuesta metodológica para la medición y valoración de la vocación turística dentro de una ciudad. Estudio de caso en las ciudades de Medellín y Bogotá, Colombia. Estudios Socioterritoriales Revista de Geografía(21), 71.89.

Mágicos. Diario Oficial de la Federación. Recuperado de:

[http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5601638&fecha=01/10/2020](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5601638&fecha=01/10/2020).

Secretaría de Turismo. 2019. Coscomatepec de Bravo. Recuperado de: <https://www.gob.mx/sectur/articulos/coscomatepec-de-bravo-veracruz>. Ministerio de Comercio Exterior y

Turismo de Perú. 2012. Conceptos clave. Recuperado de: <http://www.mincetur.gob.pe/>

Real Academia Española. 2021. Diccionario de la lengua española. 23.a ed.

Sanabria, T. 2010. Cuatro precisiones metodológicas para identificar la aptitud territorial.

Thisizit. (12 de 07 de 2024). Ixtapa Zihuatanejo Un Viaje Dos paraísos. Obtenido de <https://www.ixtapazihuatanejo.travel/thisizit>

## 18.- Propuesta de enseñanza de la actividad enzimática en el laboratorio: actividad de la papaína

Rangel Ruiz, Karelía Liliana  
ORC ID: 0000-0003-1805-0447  
Granados Olvera, Jorge Alberto  
ORCID: 0000-0003-0546-5328

García Cerón, Víctor Hugo  
ORC ID: 0009-0004-7580-2400  
Gómez Álvarez, Jacqueline  
ORC ID: 0009-0007-9453-4394

Recibido: junio, 30, 2024; Aceptado: agosto, 15, 2024

### Resumen

Un aspecto importante en las carreras de corte biológico es el conocimiento que los estudiantes tienen que adquirir acerca de las enzimas, cuál es su función y como la realizan, es por ello por lo que resulta de vital importancia plantear actividades prácticas para los estudiantes en las cuales puedan aprender acerca de ellas. El objetivo de este trabajo es proponer una actividad de laboratorio donde los estudiantes puedan aprender acerca de la actividad enzimática con materiales fáciles de conseguir, en este caso, se evaluará el efecto proteolítico de las diferentes partes de una papaya. La papaína es una enzima del tipo de las proteasas que a nivel industrial tiene varias funciones tales como ablandador de carnes o en los alimentos procesados, también en la industria farmacéutica como ayuda para la digestión. Los estudiantes probaron las diferentes partes de una papaya (pulpa, cáscara y huesos), un control positivo y un control negativo sobre carne cruda para observar la actividad proteolítica de la papaína. Una vez concluida la práctica los estudiantes contestaron una encuesta con la finalidad de evaluar el grado de comprensión acerca del tema, obteniendo resultados positivos. Como conclusión, esta propuesta ofrece una metodología fácil y a bajo coste para la enseñanza de la actividad enzimática.

**Palabras claves:** Papaína, actividad enzimática, práctica de laboratorio

### Abstract

The knowledge that students must acquire about enzymes is an important aspect in biological careers, as well as identifying what their function is and how they perform it, which is why it is vitally important to propose practical activities for students in which they can learn about such knowledge. The objective of this work is to propose a laboratory activity where students can learn about enzymatic activity with easily available materials. In this case, the proteolytic effect of the various parts of a papaya will be evaluated. Papain is a protease-type enzyme that has several functions at an industrial level, such as a meat tenderizer or in processed foods, as well as in the pharmaceutical industry as a digestion aid. Students will evaluate the distinct parts of a papaya (pulp, peel, and bones), a positive control and a negative control on raw meat to observe the proteolytic activity of papain. Once the practice was completed, the students answered a survey to evaluate the understanding degree of the topic, obtaining positive results. In conclusion, this proposal offers an easy and low-cost methodology for teaching enzymatic activity.

**Key words:** Papain, enzymatic activity, laboratory practice

### **Introducción.**

La actividad enzimática hace referencia a la función que cada enzima puede llevar a cabo, es decir, a su capacidad biocatalítica específica, las dificultades a las que se enfrentan los estudiantes para comprender este tema, no se encuentran bien estudiadas, sin embargo, algunos trabajos destacables sobre el tema se han publicado en años recientes. Tripodi y cols. (2015), realizaron un estudio con estudiantes de diversas carreras del área biológica encontrando que algunos de los principales problemas con los que se enfrentan los estudiantes en el tema de actividad enzimática son: la focalización de los contenidos en el área matemática dejando de lado la parte conceptual, la falta de explicación de los conceptos principales y las ideas centrales, uso de términos no comprendidos por los estudiantes así como, la falta de verificación de la adquisición de conocimientos, por lo cual este estudio sugiere la realización de actividades experimentales, el uso de organizadores gráficos adecuados para la temática y el uso de representaciones de contenido. Por su parte Gonzales Gómez y cols., (2020), en un trabajo sobre la comprensión de los conceptos que componen el tema de actividad enzimática encontraron que para los alumnos dichos conceptos resultan confusos y recomiendan la aplicación de actividades tipo Flipped Classroom y la realización de actividades prácticas de laboratorio. En este sentido, podemos encontrar algunas propuestas como el trabajo de Rodríguez Rey y cols. (2011) donde se propone una metodología para medir la actividad enzimática y las proteínas, para ello hacen uso de las proteínas del suero de la sangre donde se mide la actividad enzimática de la Fosfatasa alcalina, dándole un énfasis clínico a la propuesta, también se encuentra el trabajo de Leksmono y cols. (2018), propusieron una metodología para evaluar la actividad enzimática de la lactasa, evidenciando dicha actividad de manera indirecta con un análisis colorimétrico, esta propuesta resulta interesante debido a la rapidez y sencillez con la que se presenta, sin embargo y al igual que en la propuesta anterior se requieren reactivos muy específicos. Tomando en cuenta lo anterior, la implementación de dichas prácticas resulta primordial para mejorar la comprensión de los estudiantes, sin embargo, es importante tomar en consideración que los recursos e infraestructura con la que cuentan muchas Instituciones es limitada, es por ello por lo que se busca implementar una propuesta que ofrezca la experiencia de la actividad práctica de laboratorio con materiales accesibles y de bajo costo. El objetivo del presente trabajo es proponer una actividad de laboratorio accesible para la enseñanza de la actividad enzimática tomando como modelo a la papaína.

## Fundamentación Teórica

Una enzima es una proteína con actividad catalítica, por lo tanto, es un catalizador biológico (NIH, 2024). Las enzimas son esenciales en muchos procesos, no solo biológicos, sino industriales e inclusive médicos, por ejemplo, su medición es importante en el diagnóstico de varias enfermedades (Lewis y Stone, 2023). La papaína es una proteasa que es considerada una cisteína endopeptidasa (EC), cuya principal función es hidrolizar los enlaces peptídicos que unen aminoácido con aminoácido, preferentemente básicos, en las proteínas (Tacias-Pascacio y cols., 2021a). Se puede encontrar en la papaya (*Carica papaya*), principalmente en la cáscara de la fruta inmadura y en el látex y es considerada por la FDA (US Food and Drug Administration) como un GRAS (generalmente reconocida como segura, por sus siglas en inglés) lo cual la convierte en una de las más usadas en la industria de los alimentos (FDA, 2023), por lo cual suele resultar de fácil acceso. Esta enzima también se ha probado como un degradador de residuos, por ejemplo, en la industria pesquera, de los cuales se han podido obtener péptidos bioactivos mediante síntesis verde (Tacias-Pascacio, 2021b) Recientemente se ha encontrado una papain-like en el SARS-COV2 por lo cual, este tipo de enzimas han ganado atención (Shin y col., 2020)

## Materiales y métodos

Para la obtención de la papaína para el control positivo fue necesario triturar, en un mortero, una tableta de papaína de marca comercial y posteriormente diluirla en 25 ml de PBS, se agito vigorosamente por 2 min y se centrifugo a 3,500 rpm por 10 min, el sobrenadante fue transferido a un tubo de 2 mL y se conservó a 4°C hasta su uso (tomado y modificado de Leksmono y cols., 2018)



Figura 1 Molido de la tableta comercial para la extracción de la papaína.

Fuente elaboración propia

Para la formación de las unidades experimentales, una papaya verde inmadura fue pelada y seccionada conservando en diferentes contenedores cada una de sus partes: las semillas, la cáscara y la pulpa. Cada una de las partes de la papaya fue triturada por separado (Figura 2).



Figura 2 Trituración de las partes de la papaya.

Fuente elaboración propia

Posteriormente se etiquetaron cinco vasos de precipitados con las siguientes leyendas:

- U1: Pulpa
- U2: Semillas
- U3: Cáscara
- U4: Pulpa/ semillas /cáscara
- U5: Control positivo (Papaína)
- U6: Testigo (Solo carne)

En cada uno de los vasos se colocaron 10 g de las partes de la papaya correspondientes, en el caso del recipiente marcado como pulpa/semillas/cáscara se colocó una mezcla de dichas partes en proporciones iguales, es decir 3.3 g de cada parte, hasta tener un peso final de 10g . Es importante recalcar que todos los vasos tuvieron la misma cantidad de las diferentes partes de la papaya (Figura 3).



Figura 3 Unidades experimentales

Fuente elaboración propia

Una vez que los vasos contuvieron las diferentes partes de la papaya, en cada uno se colocaron 10g de carne de res, el cual fue impregnado cuidadosamente con las diferentes partes de la papaya (U1 a la U4). En el vaso marcado como “Testigo” (U6), solo se colocaron 10 g de carne como control. En la U5, además de la carne se agregó 1 mL de la papaína extraída a partir de las tabletas. Al terminar, las unidades experimentales se incubaron a 4°C por 24 horas. Cuando el tiempo de incubación hubo transcurrido, se evaluó la integridad de la carne en cada una de las unidades experimentales, comprobando parámetros organolépticos tales como: los cambios en la suavidad, resistencia, textura y color. Finalizada la práctica, se solicitó a los estudiantes que contestaran una encuesta electrónica formada de 5 preguntas relacionadas a la adquisición y reafirmación de conocimiento acerca de la actividad enzimática.

## Resultados

Se obtuvieron 6 unidades experimentales: 3 unidades con la misma cantidad de carne y la misma cantidad de partes de la papaya (10g, U1-U3), 1 con porciones iguales de cada una de las partes de la papaya y carne (U4), y las 2 unidades experimentales restantes que consistieron en un control positivo en el cual se le agregó 1mL de la enzima papaína previamente purificada y se puso a interactuar con la carne (U5) y un control negativo con solo carne (U6). Posterior a la incubación las unidades experimentales y los controles fueron comparados, verificando características organolépticas como: Suavidad, resistencia, textura y color (Figura

4), encontrando que la carne que se encontraba en las unidades experimentales donde había cáscara (U3 y U4), presentaron resultados parecidos a los encontrados en el U5: Control positivo, ya que la suavidad al tacto había aumentado, mientras que la resistencia se vio disminuida, por su parte el color y la textura presentaron cambios semejantes entre U3, U4 y U5, comparados respecto a U6.



Figura 4 Evaluación de la carne una vez transcurrido el tiempo de incubación.

Fuente elaboración propia

De acuerdo con los resultados de la encuesta de verificación obtenidos, el 85% de los estudiantes considero que “He aprendido algo nuevo” y “He reafirmado el conocimiento que ya tenía”, con respecto a su conocimiento previo acerca de la actividad enzimática.

## **Discusión**

Tomando en cuenta los resultados obtenidos, podemos deducir que la parte de la papaya donde podemos encontrar presencia de la papaína sería en la cáscara ya que las Unidades experimentales (U3 y U4) donde interaccionaban la carne y la cáscara obtienen resultados parecidos a los del control con papaína. Esto concuerda con lo reportado por Gil Garzón y cols. (2012), respaldando lo encontrado en esta práctica. Por otra parte, respecto a la propuesta de enseñanza, de acuerdo con lo encontrado previamente en la literatura, esta propuesta ofrece una alternativa fácil, práctica y de bajo costo, para revisar y reafirmar el conocimiento que los estudiantes hayan adquirido acerca del tema de Actividad enzimática. Los resultados obtenidos a partir de la encuesta aplicada a los estudiantes arrojan que esta actividad de laboratorio les permitió reafirmar el conocimiento teórico que previamente se les había otorgado en el salón de clases lo cual concuerda con lo reportado por Gonzales Gómez (2020). Una de las principales ventajas de esta propuesta es que la mayoría de los reactivos que se requieren no son especializados, por lo tanto, instituciones que cuenten con

recursos limitados pueden implementar esta propuesta en el laboratorio, así como también, el equipo especializado que se necesita es mínimo por lo cual resulta accesible para la mayoría de las instituciones, a diferencia de varias de las propuestas antes mencionadas en este mismo trabajo. Además, de acuerdo con lo propuesto por Trippodi y cols. (2015), al ser esta una propuesta experimental, al aplicarse con los estudiantes, puede contribuir a que los alumnos comprendan de mejor forma el tema de actividad enzimática.

## **Conclusión**

De acuerdo con lo encontrado en los resultados, la papaína fue encontrada en la cáscara de la papaya ya que la presencia de esta causo un efecto semejante al encontrado en el control positivo. Por otra parte, la actual propuesta presenta una alternativa de bajo costo, practica y fácil para mejorar la comprensión de los estudiantes en el tema de actividad enzimática. Esta propuesta consta de 5 pasos que se pueden resumir en: obtención de las partes de la papaya, extracción de la papaína, formación de las unidades experimentales, incubación y resultados; los cuales son sencillos y requieren poco material especializado, por ello, esta propuesta resulta accesible para cualquier institución. Por lo tanto, se concluye que el objetivo del presente trabajo se cumplió al presentar una propuesta accesible y sencilla para la enseñanza de la actividad enzimática. La divulgación de trabajos como el que aquí se presenta es vital ya que contribuyen a facilitar el conocimiento de los estudiantes, por lo tanto, resulta prioritario la generación de más propuestas como esta, no solo para el tema de actividad enzimática, sino para todos aquellos cuyo entendimiento pudiera ser complicado para los estudiantes.

## **Referencias**

FDA, 2023. Enzyme Preparations Used in Food (Partial List). GRAS. Fecha de consulta: 30 de junio de 2024.

Tomado de: <https://www.fda.gov/food/generally-recognized-safe-gras/enzyme-preparations-used-food-partial-list>

Gil Garzón, M. A.; Bedoya Mejía, V.; Millán Cardona, L. J. y Benavides Paz, Y. L. (2012). Papaína extraída a partir de la cáscara de la papayuela perteneciente a la especie (*Carica papaya* L.), por medio de microondas con aplicación en el ablandamiento de la carne bovina. *J. Eng. Technol.* Vol.1, N°2. (2012) - ISSN: 2256-3903. Fecha de consulta: 01 de agosto de 2024. Tomado de:

<http://revistas.unilasallista.edu.co/index.php/jet/article/view/200/408>

Gonzales Gómez, Luisa Fernanda; Monguí Aponte, Laura Yuliana y Hernández Guzmán, Tania Daniela (2020). Enseñanza aprendizaje de los conceptos coenzima y Apoenzima asociados al estudio de actividad enzimática: una mirada desde el modelo de aprendizaje basado en problemas mediante la metodología Flipped Classroom. Universidad Pedagógica Nacional. Facultad De Ciencia y Tecnología. Licenciatura en Química. Tesis de grado. Fecha de consulta: 30 de junio de 2024. Tomado de:

[http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/12512/ensenanza\\_aprendizaje\\_de\\_los\\_conceptos\\_coenzima\\_y\\_apoenzima\\_asociados\\_al\\_estudio\\_de\\_actividad\\_enzimatica\\_una\\_mirada\\_desde\\_e\\_l\\_modelo\\_de\\_aprendizaje\\_basado\\_en\\_problemas\\_mediante\\_la\\_metodologia\\_flipped\\_classroom.pdf](http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/12512/ensenanza_aprendizaje_de_los_conceptos_coenzima_y_apoenzima_asociados_al_estudio_de_actividad_enzimatica_una_mirada_desde_e_l_modelo_de_aprendizaje_basado_en_problemas_mediante_la_metodologia_flipped_classroom.pdf)

Leksmono, C. S., Manzoni, C., Tomkins, J. E., Lucchesi, W., Cottrell, G., & Lewis, P. A. (2018). Measuring Lactase Enzymatic Activity in the Teaching Lab. *Journal of visualized experiments : JoVE*, (138), 54377.

<https://doi.org/10.3791/54377>

Lewis, T., & Stone, W. L. (2023). *Biochemistry, Proteins Enzymes*. In StatPearls. StatPearls Publishing.

Fecha de consulta: 30 de junio de 2024. Tomado de: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32119368/>

NIH, 2024. Talking Glossary of Genomic and Genetic Terms. Fecha de consulta: 30 de junio de 2024.

Tomado de: <https://www.genome.gov/genetics-glossary>

Rodríguez Rey, José Carlos; León Serrano, Javier; Delgado Villar, Ma. Dolores y Navas Méndez, Jesús. (2011). *Práctica 2 Actividad Enzimática Y Determinación De Proteínas Totales*. Universidad de Cantabria.

Open Course Ware. *BIOQUÍMICA ESTRUCTURAL Y BIOLÓGICA*. Fecha de consulta: 30 de junio de

2024. Tomado de: [https://ocw.unican.es/pluginfile.php/2983/course/section/2861/practica\\_02.pdf](https://ocw.unican.es/pluginfile.php/2983/course/section/2861/practica_02.pdf)

Shin, D., Mukherjee, R., Grewe, D., Bojkova, D., Baek, K., Bhattacharya, A., Schulz, L., Widera, M., Mehdipour, A. R., Tascher, G., Geurink, P. P., Wilhelm, A., van der Heden van Noort, G. J., Ovaa, H., Müller, S., Knobeloch, K. P., Rajalingam, K., Schulman, B. A., Cinatl, J., Hummer, G., ... Dikic, I. (2020).

Papain-like protease regulates SARS-CoV-2 viral spread and innate immunity. *Nature*, 587(7835), 657–662.

<https://doi.org/10.1038/s41586-020-2601-5>

Tacias-Pascacio, V. G., Castañeda-Valbuena, D., Morellon-Sterling, R., Tavano, O., Berenguer-Murcia, Á., Vela-Gutiérrez, G., Rather, I. A., & Fernandez-Lafuente, R. (2021b). Bioactive peptides from fisheries residues: A review of use of papain in proteolysis reactions. *International journal of biological macromolecules*, 184, 415–428.

<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.06.076>

Tacias-Pascacio, V. G., Morellon-Sterling, R., Castañeda-Valbuena, D., Berenguer-Murcia, Á., Kamli, M. R., Tavano, O., & Fernandez-Lafuente, R. (2021a). Immobilization of papain: A review. *International journal of biological macromolecules*, 188, 94–113.

<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.08.016>

Trípodi, K., García, G., & Machado, C. (2015). Avances en el estudio de las dificultades en la enseñanza de actividad enzimática en el nivel superior. *IV Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*. Fecha de consulta: 30 de junio de 2024. Tomado de:

[https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab\\_eventos/ev.8170/ev.8170.pdf](https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.8170/ev.8170.pdf). ISSN 2250-8473

## 19.- Solución nutritiva con incorporación de nanopartículas de plata aplicadas en hidroponías

Derian Michelle Reyes Gasca

Meredith Jaqueline Hernández Martínez

Orcid 0009-0006-9727-9408

Orcid 0009-0008-6320-3725

Jorge Alberto Granados Olvera

Orcid 0000-0003-0546-5328

Recibido: julio, 01, 2024; Aceptado: agosto, 15, 2024

### Resumen

El uso de las hidroponías como método de agricultura sostenible ha dado resultados eficaces a lo largo de su constante perfeccionamiento, conforme la tecnología avanza se han ido implementado más métodos de riego, soluciones nutritivas mejoradas, extensos sustratos acorde a las diferentes estructuras de hidroponías y necesidades de las plantas, llegando a conclusiones útiles para su expansión como proyectos educativos. Se tienen en cuenta las diferentes aplicaciones que intervienen dentro de la nanotecnología, generando la necesidad de unión para un amplio conocimiento y preparación, de esta urgencia nace la bionanotecnología; rama de la nanotecnología que se origina al unirla con la biotecnología. (Cerón Quispe, W. 2010). Gracias a esto se puede implementar el siguiente proyecto en enseñanza, que genera concienciación sobre el medio ambiente, ya que reduce el consumo de agua, obtiene alimentos orgánicos, ahorra espacio para cultivos, reduce plagas, entre otros. A lo largo de este proyecto, se explorará el mundo de la bionanotecnología obteniendo nanopartículas de plata a partir de la síntesis verde utilizando extracto de manzanilla (*Chamaemelum nobile*), incorporándolas a una solución nutritiva para finalmente aplicarla en hidroponías. El objetivo será comprobar e identificar el beneficio de las hidroponías como método sostenible de siembra, aprovechando en la solución nutritiva las nanopartículas de plata añadidas con el funcionamiento de potenciar el desarrollo de las de hortalizas elegidas: Espinaca (*Spinacia oleracea*), Lechuga francesa (*Lactuca sativa*) y Tomate Ace (*Solanum lycopersicum*). Para obtener resultados eficaces se hizo una comparativa añadiendo nanopartículas de plata en diferentes concentraciones a dos de tres recipientes con solución nutritiva, omitiendo el uso en la restante.

**Palabras Clave:** Hidroponías, solución nutritiva, nanopartículas, síntesis verde.

### Abstract

The use of hydroponics as a method of sustainable agriculture has given effective results throughout its constant improvement. As technology advances, more irrigation methods have been implemented, as well as improved nutrient solutions, extensive substrates according to the different hydroponics structures and plant needs, reaching useful conclusions for their expansion as educational projects. The different applications that intervene within nanotechnology are considered to generate the need for a union of extensive knowledge and preparation. Bionanotechnology was born from this urgency and is considered a branch of nanotechnology

that originates from joining it with biotechnology. (Cerón Quispe, W. 2010). Thanks to this, the following project can be implemented in teaching, to generate awareness about the environment, since it reduces water consumption, obtains organic food, saves space for crops, reduces pests, among others. Throughout this project, the world of bionanotechnology will be explored, from the obtention of silver nanoparticles from green synthesis using chamomile extract (*Chamaemelum nobile*), to their incorporation into a nutrient solution to finally apply it in hydroponics. The objective will be to verify and identify the benefit of hydroponics as a sustainable planting method, taking advantage of the silver nanoparticles added in the nutrient solution to enhance the development of the chosen vegetables: Spinach (*Spinacia oleracea*), French lettuce (*Lactuca sativa*) and Ace Tomato (*Solanum lycopersicum*). To obtain effective results, a comparison was made by adding silver nanoparticles in different concentrations to two of three containers with nutrient solution, omitting the use in the remaining one.

**Keywords:** Hydroponics, nutrient solution, nanoparticles, green synthesis.

## **Introducción**

Las hidroponías son una técnica de agricultura sostenible en la cual se puede obtener cosechas eficaces sin suelo, sin dejar de lado necesidades importantes como la luz, temperatura, agua y nutrientes esenciales para su desarrollo, estos aplicados en una solución nutritiva para el beneficio de las plantas. Se cree que la aplicación de las hidroponías empezó en la antigua Babilonia, en los Jardines Colgantes, una de las Siete Maravillas del Mundo Antiguo, en un intento exitoso de cultivar plantas sin suelo. (Beltrano, J. 2015). Las hidroponías tienen abundantes ventajas; cosechas en un espacio reducido, alimento fuera de temporada, amigable con el medio ambiente, mayor control de plagas, resguardo eficiente de agua, económico, alta adquisición de productos vegetales, considerando que es una actividad que se puede realizar en jardín, casa o azotea se tiene la ventaja de ingerir alimentos orgánicos cuidando la salud y el medio ambiente. Actualmente, se elige progresivamente la síntesis verde de nanopartículas por su alta accesibilidad económica y su bajo impacto ambiental. La integración de los principios de la química verde a la nanotecnología es una de las cuestiones clave en la investigación en nanociencia. Comenzó una creciente necesidad de un proceso de síntesis de nanopartículas metálicas ambientalmente benignas. La inspiración para la química verde y los bioprocesos proviene de la naturaleza a través de hongos, bacterias y extractos de plantas en la síntesis de nanopartículas metálicas y semiconductoras biocompatibles. (Philip, 2010; Monge, 2009). Las nanopartículas de plata y su extenso uso en diferentes ramas de estudio cada vez incrementan, siendo aplicadas en biorremediación, medicina, textiles, agricultura, por mencionar algunos. Las nanopartículas al originarse de la plata tienen propiedades antimicrobianas, fungicidas, antirretrovirales, cicatrizantes, siendo potencial como herramientas médicas. Analizando las aplicaciones de las nanopartículas de plata encontramos que son eficaces en la germinación de semillas vegetales,

cambiando la morfología y fisiología de la planta, modificado por parámetros de las nanopartículas como su tamaño, composición química, reactividad y dosis, dejando claro que los efectos de las nanopartículas están relacionados con cada especie de planta. (Shalaby, 2016).

### **Fundamentación teórica.**

La palabra hidroponía deriva del griego *Hydro* (agua) y *Ponos* (labor o trabajo) lo cual significa literalmente trabajo en agua. Hoy se usa para referirse al cultivo sin suelo. (Beltrano, J. 2015). En las hidroponías usamos un sistema con solución recirculante, genera el aporte de oxígeno ya que la solución se encuentra en movimiento. El sistema más conocido es el denominado NTF: el cultivo se realiza en tubos o canalones fabricados a estos fines o adaptados para ello. (Beltrano, J. 2015). Una solución nutritiva es acuosa con oxígeno disuelto y todos los nutrientes minerales esenciales, necesarios para el normal crecimiento de las plantas, disociados. El éxito del cultivo hidropónico está determinado por la constitución de dicha solución nutritiva ya que las plantas a través de su sistema radicular obtienen oxígeno, agua y los nutrientes minerales necesarios para su normal crecimiento y desarrollo. Los nutrientes esenciales son aquellos imprescindibles para la vida del organismo vegetal Nitrógeno (N), Fósforo (P), Azufre (S), Potasio (K), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) cuya función en la célula es tan específica que no pueden ser reemplazados por otros. (Beltrano, J. 2015). La síntesis verde se basa en la reducción de metales mediante especies naturales con poder antioxidante, es una técnica alternativa de obtención de nanopartículas junto con material metálico (oro, plata, hierro y óxidos metálicos), que busca ser amigable con el medioambiente. (Gómez-Garzón, M. 2018). En nuestro caso la especie natural que utilizamos para reducir la plata fue Manzanilla (*Chamaemelum nobile*) la cual es una hierba perenne que por medio de un rizoma muy ramificado va extendiéndose por el suelo. Algunos de los componentes químicos encontrados en las flores de manzanilla son los flavonoides como: apigenina, cisocriol, crisolpnetina, glucósidos y cumarina umbileferona. (UNAM, 2009). Las nanopartículas de plata dan una fuerte banda de plasmón superficial en la región visible, centrado en longitudes de onda entre 412–437 nm, lo que sugiere fuertemente que los Ag-NP tenían forma esférica. Se deben verificar los resultados del rango de absorción en espectro UV-vis para cumplir con lo ya establecido. (Shameli, K. 2012)

### **Materiales y métodos**

Estructura de hidroponías

Material utilizado para estructura de hidroponías:

- Tubo y codos de PVC blanco de 2 pulgadas,
- Pegamento para PVC
- Madera reciclada
- Hilo cáñamo

- Cinchos de plástico.

La elección estructural fue de 105 cm de alto, 102 cm de ancho y 82 cm de angosto siendo sostenida con palos de escoba reciclados. Se fabricó además una estructura de PVC en zig-zag de tres niveles, en los cuales a lo largo de cada uno se realizaron 5 hoyos que permitieron la colocación de canastillas en donde posteriormente las semillas seleccionadas fueron emplazadas. Finalmente se consideró el flujo de la solución nutritiva, sistema que funciona gracias a x bombas, para esto inclinaciones de aproximadamente 20° fueron consideradas al momento de ensamblar los tubos de PVC.



Figura 1. Estructura de hidroponía vista desde arriba.

El sistema que regula el flujo de la solución nutritiva está estructurado con bombas que permiten una circulación de 1200L/h, mangueras de plástico con diámetro de  $\frac{3}{8}$  de pulgada (Figura 2), además de recipientes con capacidad de 20L. Se elaboraron tres de estas estructuras siendo denominadas como: “Hidroponía A”, “Hidroponía B” e “Hidroponía C”.



Figura 2. Estructura de hidroponía vista de frente.

### **Elección de semillas y sustrato**

La elección de semillas se analizó tomando en cuenta que la hidroponía permite en estructuras simples o complejas producir plantas principalmente de tipo herbáceo (Beltrano, J, Gimenez, D. 2015). Finalmente optamos por Espinaca (*Spinacia oleracea*), Lechuga francesa (*Lactuca sativa*) y Tomate Ace (*Solanum lycopersicum*). El sustrato es un material sólido distinto del suelo natural que colocado en un contenedor en forma pura o en mezcla permite el anclaje del sistema radicular (Beltrano, J, Gimenez, D. 2015). Analizando las características generales del sustrato deben ser: porosidad, capilaridad, estabilidad física, peso, disponibilidad y bajo costo, tomando como sustrato tubos flotadores de espuma.

### **Solución nutritiva**

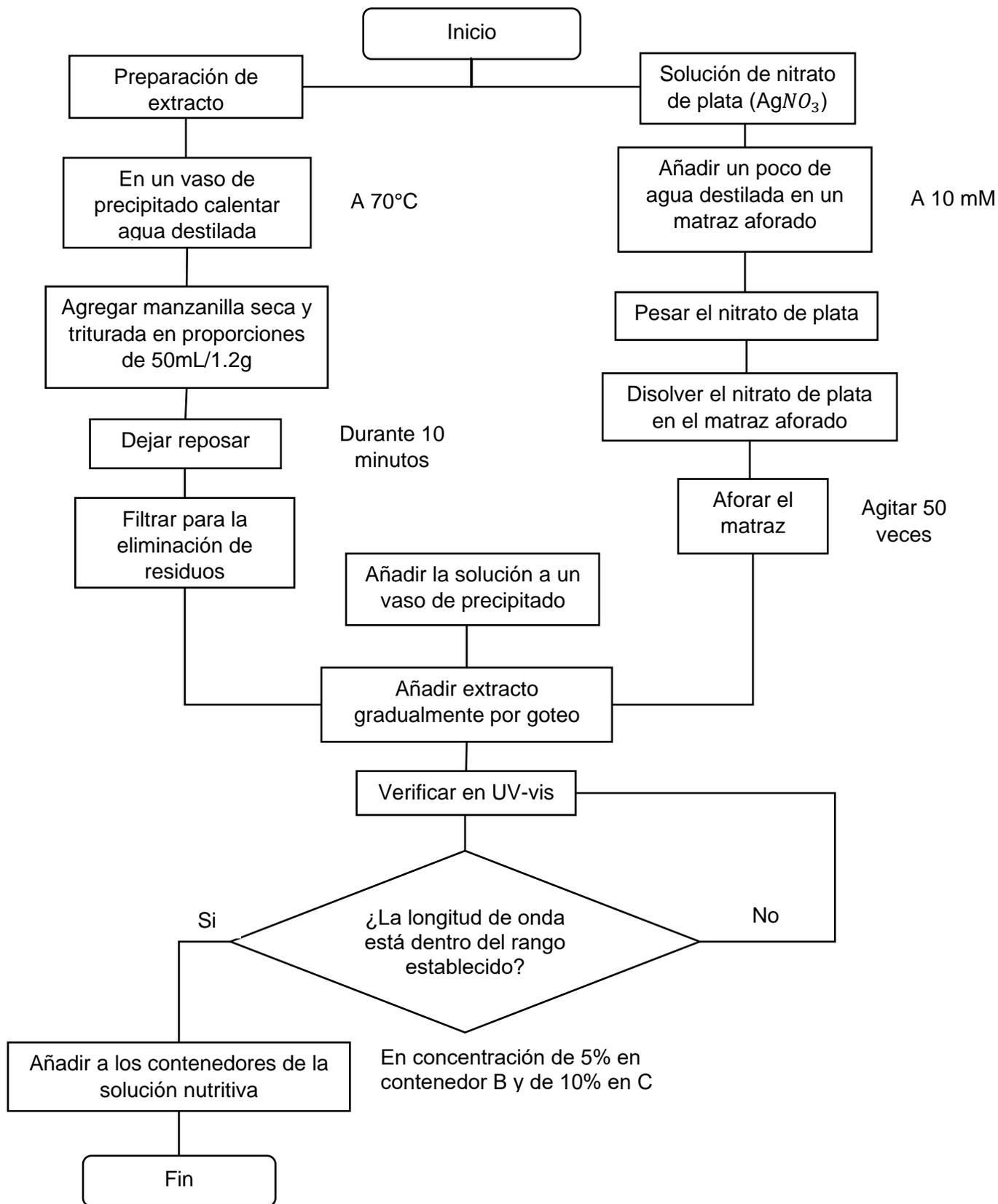
Durante el proceso de preparación del nutriente, la materia prima utilizada fueron cáscaras de plátano tabasco (*Musa paradisiaca*) y Gallina (cáscaras de huevos de *Gallus gallus*). Se consideró el aporte que daría cada desecho. En el caso de la cáscara de huevo el aporte fue boro (B), estroncio (Sr), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), azufre (S), silicio (Si) y Zinc (Zn). (Bedoya Salazar Esp. 2020). Calcio (Ca), Fósforo (P), Potasio (K), Magnesio (Mg) y Hierro (Fe). La cáscara de plátano puede aportar una alta cantidad de nutrientes que se atribuyen a los siguientes compuestos: Carbono (C), Hidrógeno (H), Oxígeno (O), Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Azufre (S). (Meza, J. A. B. 2020)

Los desechos utilizados se expusieron al exterior hasta obtener un secado en el que la materia orgánica presentara rigidez. Una vez secos estos fueron pesados dando un promedio en peso de:

- Cascaron de huevo: 5.95 g
- Cascara de plátano: 6.9 g

Los restos fueron triturados previo a la preparación de la solución nutritiva para generar un lixiviado, líquido resultante de la percolación de residuos en reposo, en el que se agregó lo equivalente a un cascaron de huevo y una cascara y media de plátano por litro de agua. El resultado del lixiviado fue separado en tres diferentes contenedores denominados con las letras A, B y C con 10L cada uno.

**Síntesis verde y caracterización de nanopartículas de plata (NP's Ag)**



## Resultados

En la Figura 4 se puede observar el espectro UV-Vis de las nanopartículas de plata sintetizados por esta vía, el cual muestra un comportamiento similar de acuerdo con lo reportado por Mulfinger, L., Solomon, la absorbancia se encuentra entre 395-430 nm atribuibles a un tamaño de partícula entre 30-50 nm.

En la figura 5 se pueden observar las tres estructuras de hidroponías armadas y en funcionamiento.

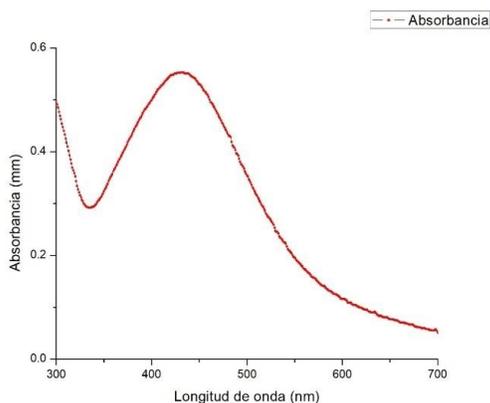


Figura 4. Absorción de espectro UV-vis en Np's de Ag.



Figura 5. Hidroponías en funcionamiento.

Tabla 1: Resultados de las semillas a la primera semana de funcionamiento de las hidroponías.

Semillas	Hidroponía A (solución sin NP's), primera semana.	Hidroponía B (5%), primera semana.	Hidroponía C (10%), primera semana.
Lechuga			
Tomate			



## Conclusiones

A partir de una práctica de laboratorio en la que se desarrolla una biosíntesis de nanopartículas de plata, se estableció una propuesta pedagógica para el reforzamiento de las competencias de Mejorar un Bioproceso, mediante la generación de nuevos procesos y productos biotecnológicos que impulsen el desarrollo sostenible del entorno, para atender una necesidad de investigación o comercial y contribuir al desarrollo tecnológico. A pesar de esta sencillez, los fundamentos técnicos y científicos explican el comportamiento tan complejo de las hidroponías. El uso de las Np's, en combinación de una solución nutritiva demostró una eficaz germinación dentro de la primera semana en las semillas elegidas. Los anteriores resultados pueden motivar a los estudiantes a profundizar en el estudio del comportamiento de la materia en escala nanométrica. A partir del instrumento de evaluación sugeridos para los diversos componentes de la competencia (conceptual, procedimental y actitudinal) puede establecerse de forma clara la evaluación del alumno, favoreciendo su autorregulación en el desarrollo de las actividades de aprendizaje haciéndolas significativas para él.

## Referencias

- Bedoya Salazar Esp., Apolonia, & Valencia González M.Sc., Mónica Patricia. (2020). Usos potenciales de la cáscara de huevo de gallina (*Gallus gallus domesticus*): una revisión sistemática. *Revista colombiana de ciencia animal recia*, 12(2), 106-116. Epub August 29, 2021. <https://doi.org/10.24188/recia.v12.n2.2020.776>
- Beltrano, J., & Gimenez, D. O. (2015). *Cultivo en hidroponía*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). <https://doi.org/10.35537/10915/46752>
- Bijanzadeh, A. R., Vakili, M. R., & Khordad, R. (2012). A study of the surface plasmon absorption band for nanoparticles. *International Journal of Physical Sciences*, 7(12), 1943-1948. [10.5897/IJPS11.893](https://doi.org/10.5897/IJPS11.893)
- Cerón Quispe, W. (2010). Bionanotecnología. *Revista de Información, Tecnología y Sociedad*, 24.
- Gómez Ugarte, M., Reyes Rojas, S., & Paredes Choque, L. (2015). La manzanilla y sus propiedades medicinales. *Revista de investigación e información en salud*, 10, 54.
- Gómez-Garzón, M. (2018). Nanomateriales, nanopartículas y síntesis verde. *Revista Repertorio de Medicina y Cirugía*, 27(2).

- Meza, J. A. B., González, J. J. F. B., Ballesteros, J. A. H., & Moreno, C. O. D. L. C. (2020). Evaluación nutricional de la cáscara de plátano Tabasco y su efecto productivo en la alimentación de conejos Nueva Zelanda. *Educatconciencia*, 27(28), 56-66. <https://doi.org/10.58299/edu.v27i28.256>
- Morán Villacreses, E. L. (2021). Efecto de sustancias minerales altamente diluidas (smads) en el cultivo hidropónico en plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L.
- Mulfinger, L., Solomon, S. D., Bahadory, M., Jeyarajasingam, A. V., Rutkowsky, S. A., & Boritz, C. (2007). Synthesis and study of silver nanoparticles. *Journal of chemical education*, 84(2), 322. <https://doi.org/10.1021/ed084p322>
- Philip, D. (2010). Green synthesis of gold and silver nanoparticles using *Hibiscus rosa sinensis*. *Physica E: Low-Dimensional Systems and Nanostructures*, 42(5), 1417-1424. <https://doi.org/10.1016/j.physe.2009.11.081>
- Renobales, G., & Sallés, J. (2001). *Chamaemelum nobile*: morfología y ecología.
- Shalaby, T. A., Bayoumi, Y., Abdalla, N., Taha, H., Alshaal, T., Shehata, S., ... & El-Ramady, H. (2016). Nanoparticles, soils, plants and sustainable agriculture. *Nanoscience in food and agriculture 1*, 283-312. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2015.11.022>
- Shameli, K., Ahmad, M. B., Jazayeri, S. D., Shabanzadeh, P., Sangpour, P., Jahangirian, H., & Gharayebi, Y. (2012). Investigation of antibacterial properties silver nanoparticles prepared via green method. *Chemistry Central Journal*, 6, 1-10. <https://doi.org/10.1186/1752-153X-6-73>
- Shameli, K., Ahmad, M. B., Jazayeri, S. D., Shabanzadeh, P., Sangpour, P., Jahangirian, H., & Gharayebi, Y. (2012). Investigation of antibacterial properties silver nanoparticles prepared via green method. *Chemistry Central Journal*, 6, 1-10. <https://doi.org/10.1186/1752-153X-6-73>
- UNAM. (2009). Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana (manzanilla). De la Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana.



Revista

**Yolixtli**