

Número 1 | Volumen 1 | Abril 2026

ISSN en trámite

# Science

de **MÉXICO**



**INNOVACIÓN | CIENCIA | FUTURO**

# Science de México

DIRECTORIO EDITORIAL

Fundador, Director General y CEO

**MTRO. JAIME ARTURO VALDEZ RIVERA**

*Visión y Liderazgo Global*

Director Operativo

**DR. NICOLÁS GONZÁLEZ CORTÉS**

Desarrollo y Planes Innovadores,

Director de Vinculación y Relaciones Institucionales

**DR. JOSÉ LIBIO ÁLVAREZ ARELLANO**

Alianzas Estratégicas e Institucionales,

Directora de Desarrollo Tecnológico e Innovación Educativa

**DRA. OLGA LÓPEZ FORTIZ**

Calidad Educativa y Pedagógica



# Science

## DE MÉXICO

### Prólogo

*Science de México* tiene el firme objetivo de desarrollar habilidades en los niños, jóvenes y adultos de México y el extranjero a través de actividades que reten sus capacidades, por ello, desarrolla **La Copa Science de México**, siendo una plataforma para jóvenes de entre 15 y 25 años y docentes en la que tienen la oportunidad de **presentar sus ideas** en cualquiera de las seis categorías de participación.

-   
CIENCIAS EXACTAS
-   
CIENCIAS BIOLÓGICAS
-   
CIENCIAS AMBIENTALES
-   
CIENCIA Y TECNOLOGÍA
-   
INNOVACIÓN E INGENIERÍA
-   
DIVULGACIÓN CIENTÍFICA

Equipo directivo de Science de México

# Science

DE MÉXICO

## ÍNDICE

<b>PANELIX, PANELA GRANULADA A PARTIR DE LA CAÑA DE AZÚCAR</b> .....	<b>2</b>
<b>ELABORACIÓN DE UN POLÍMERO ABSORBENTE BIODEGRADABLE A PARTIR DE COMPUESTOS ORGÁNICOS</b> .....	<b>18</b>
<b>ESTACIÓN ELECTRÓNICA DE APRENDIZAJE CON ARDUINO</b> .....	<b>35</b>
<b>BIODERMOPROTECTOR SOLAR A BASE DE PIGMENTOS NATURALES PARA LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES CUTÁNEAS COMO EL CÁNCER DE PIEL</b> .....	<b>58</b>
<b>DETECCIÓN DE LA IDEA SUICIDA APLICANDO HERRAMIENTAS DIGITALES</b> .....	<b>75</b>
<b>ECO-INCARTO BIOPLÁSTICO FABRICADO A BASE DE LA CELULOSA DEL CARRIZO (PHRAGMITES AUSTRALIS)</b> .....	<b>93</b>
<b>Desarrollo de unidades de aprendizaje basadas en progresiones de educación media superior usando una plataforma en línea</b> .....	<b>112</b>
<b>BEE WRAP</b> .....	<b>131</b>
<b>"El uso de especies invasoras como principio activo en cremas antiinflamatorias,</b> .....	<b>144</b>
<b>SIGET: SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA GESTIÓN EFICIENTE DE EXPEDIENTES Y PRESTACIONES DE LOS TRABAJADORES EN LA DGETI</b> .....	<b>154</b>
<b>Chaya Mix: Conciencia en la ingesta de bebidas hechas a base de Chaya en las personas de la ciudad de Merida, Yucatán</b> .....	<b>175</b>
<b>LA PARÁBOLA DE PO-SHEN LOH (UNA SOLUCIÓN A LAS ECUACIONES CUADRÁTICAS).</b> .....	<b>188</b>

*Equipo directivo de Science de México*



## INDICE

PANELIX, PANELA GRANULADA A PARTIR DE LA CAÑA DE AZUCAR .....	2
ELABORACIÓN DE UN POLÍMERO ABSORBENTE BIODEGRADABLE A PARTIR DE COMPUESTOS ORGÁNICOS .....	18
ESTACIÓN ELECTRÓNICA DE APRENDIZAJE CON ARDUINO.....	35
BIODERMOPROTECTOR SOLAR A BASE DE PIGMENTOS NATURALES PARA LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES CUTÁNEAS COMO EL CÁNCER DE PIEL ....	58
DETECCIÓN DE LA IDEA SUICIDA APLICANDO HERRAMIENTAS DIGITALES ....	75
ECO-INCARTO BIOPLÁSTICO FABRICADO A BASE DE LA CELULOSA DEL CARRIZO ( <i>PHRAGMITES AUSTRALIS</i> ) .....	93
Desarrollo de unidades de aprendizaje basadas en progresiones de educación media superior usando una plataforma en línea .....	112
BEE WRAP .....	131
“El uso de especies invasoras como principio activo en cremas antiinflamatorias, Mediplant” .....	144
SIGET: SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA GESTIÓN EFICIENTE DE EXPEDIENTES Y PRESTACIONES DE LOS TRABAJADORES EN LA DGETI.....	154
Chaya Mix: Conciencia en la ingesta de bebidas hechas a base de Chaya en las personas de la ciudad de Mérida, Yucatán.....	175
LA PARÁBOLA DE PO-SHEN LOH (UNA SOLUCIÓN A LAS ECUACIONES CUADRÁTICAS).....	188

# PANELIX, PANELA GRANULADA A PARTIR DE LA CAÑA DE AZUCAR

Colegio de Bachilleres del estado de Oaxaca, PI 16 “Estación Vicente”

*Karen Alvarado Fernández, Juan Felipe Peña Rosas, Antonio Pulido López*

## RESUMEN

PANELIX, es un proyecto ecológico, elaborado a partir de la caña de azúcar con el objetivo de promover el consumo de alimentos saludables. La problemática principal es el consumo excesivo de edulcorantes artificiales y productos ultraprocesados, los cuales han incrementado de manera significativa en la dieta cotidiana, a pesar de representar un riesgo para la salud debido a su relación con muchas enfermedades.

Ante esta situación se ofrece el proyecto de panela granulada de alta calidad, obtenida a partir de procesos responsables y conscientes. Además de que las investigaciones han demostrado que la producción orgánica de la panela puede ser una buena. Alternativa saludable y sostenible con la cual se podría disminuir el impacto ambiental ocasionado por la agricultura convencional contra la materia prima que se usa.

De esta manera, Panelix se presenta como una iniciativa que integra, sostenibilidad y salud; siendo un modelo de consumo beneficioso para las personas y el entorno

**Palabras clave:** Panela, Edulcorante, Ecológico, Orgánico, Saludable, Caña

## **INTRODUCCIÓN:**

El presente trabajo aborda el desarrollo y la validación técnica de PANELIX, un proyecto de innovación agroindustrial centrado en la obtención de panela granulada a partir de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). La panela, técnicamente definida como azúcar no centrifugado, representa una de las formas más puras de edulcoración, obtenida mediante la evaporación y concentración de los jugos de la caña sin intervención de procesos químicos de refinamiento o decoloración. La investigación se posiciona en un punto crítico de la industria alimentaria, donde la demanda de productos orgánicos y mínimamente procesados ha dejado de ser una tendencia para convertirse en una necesidad de salud pública. El eje central de este estudio es la transformación de la materia prima en una presentación granulada, una innovación necesaria para adaptar un producto tradicional a las exigencias de practicidad del consumidor contemporáneo, permitiendo una dosificación precisa y una disolución inmediata sin alterar su compleja matriz nutricional.

La motivación primordial que sustenta esta investigación es la severa crisis de salud pública que enfrenta México. Según los datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2022, más del 70% de la población adulta y aproximadamente el 35% de los niños y adolescentes padecen sobrepeso u obesidad. Este fenómeno está vinculado al consumo excesivo de azúcares refinados y edulcorantes artificiales, factores determinantes en la prevalencia de enfermedades crónicas. PANELIX surge como una respuesta proactiva que busca mitigar estos riesgos ofreciendo un edulcorante que conserva minerales esenciales como calcio, magnesio, potasio, hierro y zinc, elementos que desaparecen en la azúcar blanca industrial.

Más allá de la salud, el proyecto se encuentra motivado por una dimensión social y económica vinculada a la región de Vicente Camalote, Oaxaca. Al ser una zona con una vocación agrícola cañera histórica, se identificó una oportunidad para revalorizar el trabajo de los productores locales. La investigación busca demostrar que es posible generar un producto con alto valor agregado desde la propia comunidad, fomentando la autosuficiencia regional y reduciendo la dependencia de suministros industriales externos. PANELIX no es solo un avance técnico, sino un motor de desarrollo que busca dignificar las labores de quienes trabajan el campo, promoviendo una economía circular y sostenible mediante el aprovechamiento de recursos endógenos.

En cuanto a los antecedentes, el estudio se fundamenta en un marco global que cuestiona la seguridad de los endulzantes sintéticos. Investigaciones científicas recientes vinculan el abuso de ciertos edulcorantes con el deterioro cognitivo y alteraciones metabólicas. En 2023, la Organización Mundial de la Salud (OMS) desaconsejó el uso de edulcorantes no azucarados para el control del peso debido a la falta de evidencia sobre sus beneficios a largo plazo. Históricamente, la panela ha sido un pilar en la dieta latinoamericana, pero su formato tradicional en bloques ha dificultado su adopción masiva. Este estudio retoma ese conocimiento ancestral y lo perfecciona mediante procesos controlados, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, específicamente en Salud y Bienestar (ODS 3) y Producción Responsable (ODS 12).

Para orientar al lector sobre la estructura de este documento, la exposición se divide en secciones que garantizan la trazabilidad del proceso. En primer lugar, se establece el marco metodológico de enfoque mixto, integrando la investigación documental con el diseño experimental. Se detallan las etapas de la investigación: la fase exploratoria de revisión bibliográfica, la fase descriptiva basada en encuestas y entrevistas a expertos, y la fase experimental de producción de prototipos. Posteriormente, se describe minuciosamente el proceso técnico de elaboración, que abarca desde la extracción del jugo en trapiches hasta la etapa crítica de clarificación mediante el uso de lechada de cal para el ajuste de pH (estabilizado entre 5.8 y 7).

Asimismo, se profundiza en la fase de evaporación y concentración, donde el jugo alcanza el "punto de panela" a los 120°C con una concentración de sacarosa cercana al 85%, momento en el cual se inicia la granulación mediante agitación mecánica. Finalmente, el documento presenta un análisis proximal y mineral del producto final, resaltando valores significativos de potasio y calcio que lo distinguen cualitativamente de cualquier endulzante refinado. Con esta estructura, el presente escrito pretende servir como base técnica para la innovación agroindustrial con conciencia social y ambiental, demostrando la viabilidad de un modelo productivo que armoniza la tradición con la ciencia.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN:**

Los problemas de salud en México, son día a día más evidentes, relacionados con los malos hábitos alimenticios que lejos de disminuir aumentan con el paso del tiempo, a una temprana edad.

México ocupa el primer lugar a nivel mundial en obesidad infantil, mientras que en la población adulta las cifras también son alarmantes. Según la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2022, más del 70% de los adultos y alrededor del 35% de los niños y adolescentes en México padecen sobrepeso u obesidad.

La obesidad en México es un problema complejo, se puede catalogar como un trastorno crónico que aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2, algunos tipos de cáncer, problemas óseos como la artrosis y afectando negativamente la calidad del sueño y la salud mental, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Mayo Clínic.

Nuestro proyecto impulsa la producción de panela granulada en la región, ya que somos conscientes de la gran diferencia que podemos marcar a nivel de impacto ambiental pero aún más importante la manera en que podemos cuidar de nuestra salud. Actualmente la humanidad está viviendo tiempos difíciles donde es un riesgo inminente padecer una enfermedad crónica degenerativa.

Sabemos también que estaríamos reduciendo las emisiones de dióxido de carbono ya que el corte de la caña destinada para la elaboración de panela debe realizarse en crudo.

A lo anterior le podemos agregar nuestra intención de promover las siembras orgánicas; que, empleando las técnicas tradicionales de limpieza del campo, evita el uso de herbicidas y otros productos químicos.

## **OBJETIVO GENERAL:**

- Impulsar estilos de vida más sanos y conscientes del cuidado de la salud a través de productos orgánicos y sostenibles como la panela.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Cambiar la presentación típica de la panela por una más practica y fácil de emplear en diversas preparaciones.
- Informar a la población de los beneficios ligados al consumo de panela, así como del efecto dañino de los endulzantes artificiales.
- Brindar un producto alternativo sin aditivos químicos que puedan afectar la salud de los consumidores.
- Contribuir en el cuidado del medio ambiente empleando procesos de elaboración controlados y con menos emisiones de CO2.

### Objetivos de Desarrollo Sostenible (Agenda 2030).

- ODS 2. Hambre cero: Promueve una alimentación adecuada, reduciendo la malnutrición y también logra una producción agrícola sostenible.
- ODS 3. Salud y Bienestar: Ofrece una alternativa más sana para el consumo de endulzantes, mejorando la calidad de vida. La panela podría formar parte de una dieta equilibrada y más natural en las personas para apoyar en el bienestar y en el funcionamiento del cuerpo.
- ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico: Fomentar el fortalecimiento de la economía local a través del aprovechamiento de los recursos de la comunidad como la caña.
- ODS 12. Producción y consumo responsable: Impulsa practicas sostenibles en la producción y el consumo de la panela, disminuyendo la huella ambiental.
- ODS 13. Acción por el clima: Incentiva prácticas agrícolas sostenibles en la producción de caña de azúcar, reduciendo la emisión de gases de efecto invernadero para la elaboración de panela.

## MARCO TEÓRICO:

El proyecto “PANELIX” es un proyecto ecológico que tiene como propósito la elaboración de panela a partir del jugo de la caña de azúcar, mediante un proceso controlado de filtración, clarificación, evaporación y solidificación. En este se busca aportar beneficios nutrimentales y al mismo tiempo crear conciencia en las personas del impacto negativo que tienen los endulzantes y edulcorantes ultraprocesados como jarabe de maíz, sacarina, aspartamo, sucralosa, xilitol, etc. Estos están presentes en productos de alto consumo como refrescos, chicles, postres y comida rápida, que los hace nocivos para la salud.

También se busca informar de los aspectos positivos que trae consigo el consumo de panela como alternativa ecológica y saludable ante los edulcorantes ya mencionados los cuales han demostrado efectos negativos en la salud cuando se consumen en exceso.

La panela conserva nutrientes naturales propios de la caña de azúcar, lo que lo convierte en un endulzante más completo y beneficioso.

A través de este proyecto se busca no solo difundir sus ventajas nutrimentales, sino también concientizar a la gente sobre la importancia de optar por alternativas naturales que reduzcan el impacto ambiental y promuevan un estilo de vida más sano.

Por otro lado, el uso de edulcorantes artificiales y ultraprocesados como la sacarina, el aspartamo y el xilitol se ha vinculado a efectos negativos en la salud. Diversos estudios han señalado su relación con el aumento de obesidad, síndrome metabólico y diabetes tipo 2 (Elsevier, 2019). Además, algunos de estos compuestos alteran el microbiota intestinal, afectando la regulación del apetito y la tolerancia a la glucosa (ISGlobal, 2023). Incluso, investigaciones recientes sugieren que el consumo elevado de edulcorantes puede estar vinculado con un deterioro cognitivo más acelerado en adultos de mediana edad (El País, 2025).

También es importante mencionar que, aunque los endulzantes sean naturales no garantiza el hecho de que sean sanos, tal es el caso del jarabe de maíz de alta fructosa, cuyo consumo afecta la salud de manera grave, provocando enfermedades cardíacas, caries, contribuye a la obesidad y sobrepeso por la cantidad excesiva de calorías (Vidae, s. f.).

En cambio, la panela es un producto rico en minerales que contribuyen al buen funcionamiento del cuerpo, se ha encontrado que contiene cantidades apreciables de calcio, magnesio, hierro, potasio, cobre y fósforo, en proporciones hasta 50 veces mayores

que las presentes en el azúcar refinado (Agrosavia, 2011). Además, es fuente de vitaminas del grupo A, B, C, D y E, destacando la presencia de vitaminas del complejo B como B1, B2 y niacina (SENA, 2023). Asimismo, conserva compuestos fenólicos con capacidad antioxidante, lo que le otorga un potencial de protección frente al daño oxidativo (Bon Viveur, 2023). La panela también es considerada una buena fuente de energía debido a sus carbohidratos simples de rápida asimilación, lo que la convierte en un aporte inmediato en situaciones de esfuerzo físico (Bon Viveur, 2023). Sin embargo, aunque aporta nutrientes, estos se encuentran en pequeñas proporciones, por lo que un consumo excesivo puede significar una elevada ingesta de azúcares simples y contribuir a problemas metabólicos; además, posee un índice glucémico alto (Academia Española de Nutrición y Dietética, 2023).

A pesar de todo lo mencionado las personas siguen teniendo preferencia por estos endulzantes dañinos, debido a que son más accesibles por su producción masiva, económicos gracias a su proceso industrial, en sabor tienden a ser muy aditivos, además de que son sumamente fáciles de añadir a los productos y comidas, así también se tiene la idea que pueden ser más longevos, lo que presenta una gran ventaja para los productores y consumidores. Teniendo en cuenta que la presentación tradicional de la panela es en forma de cono la gente elige algo más práctico como lo son ese tipo de endulzantes, por esto “Panelix” trabaja con una versión granulada, facilitando el uso para disolverse en bebidas, comidas y postres.

Otra de las ventajas que se presentan sería que el proceso de la elaboración de este producto se cuida mucho la inocuidad del endulzante, algunas de las reglas que se tienen son:

- Lavando las manos con jabón y agua, antes de comenzar, y después de ciertas acciones donde se puedan infectar las manos y de este modo el producto también.
- Midiendo y controlando la temperatura a la hora de ponerlo en el fuego.
- Realizando procesos de filtración y evaporación para la eliminación de impurezas y bacterias que pueda traer el jugo.
- Sanitizando todos los utensilios que se utilizan.

## **METODOLOGÍA Y DESARROLLO:**

Para aprender el proceso de la elaboración hicimos muchas investigaciones, tanto en escritos como en videos, no teníamos mucha noción de cómo hacerla, por lo que toda la información que recaudamos fue sumamente útil, y con la practicas fuimos mejorando y detallando el producto final.

Los pasos para crearla fueron los siguientes.

1. Extracción del jugo de caña de azúcar: El método más común para obtener el jugo es implementando trapiches, pero también se hace con molinos manuales.
2. Filtración: En este paso como su nombre lo dice se emplean métodos de filtración (prelimpiadores y filtros) para la limpieza del jugo, antes de ponerlo al fuego.
3. Clarificación: Esto es muy importante, consiste en el curado del jugo, es básicamente agregar lechada de cal (hidróxido de calcio), para ayudar a eliminar colorantes e impurezas del jugo de la caña cuando esté en el fuego, aunque es mínima la cantidad, influye mucho en el proceso. Inicialmente el jugo tiene un PH de 5 y al añadir la lechada se obtiene un PH entre 5.8 y 7 el cual es el óptimo en base a las investigaciones. (La lechada de cal, es cal diluida en agua, 1 parte de cal por 4 partes de agua, y se agrega aproximadamente de 2 a 4 ml por litro de jugo, esto dependiendo la acidez inicial del jugo).
4. Eliminación de impurezas: Al terminar el paso anterior, es el momento de ponerlo en el fuego. En los primeros minutos, se realiza otro tratamiento en el que se eliminan todas las impurezas que no salieron en la filtración, a estas impurezas que se forman se les llama "costra". Para retirarla es importante que llegue a una temperatura de entre 85 °C y 90°C sin que alcance a hervir para purificarlo.
5. Evaporación: Lo que sigue es que hierva el líquido, aproximadamente a los 120 °C los cuales son ideales para hacerlo en menor tiempo. El propósito es que evapore la mayor cantidad de agua y así lograr quedar con la concentración de sacarosa aproximadamente de un 85%. Después de este paso es necesario estar moviendo la meladura de forma envolvente para evitar que se pegue. Al tener la concentración en el punto de la panela, debemos buscar una temperatura que ronde entre los 100 °C y 110 °C para que sea fácil eliminar lo que quede de agua sin quemar la concentración.

6. **Cristalización:** Lo siguiente es tomar una muestra de levadura sumergirla en agua, si toma una consistencia dura o se carameliza, ya está más que lista para retirarse del fuego.
7. **Enfriamiento y solidificación:** Después, tenemos que darle movimientos lentos a la mezcla para que se enfríe y posteriormente pasarla a una charola o molde para que seque.
8. **Molienda:** Por último, la panela solidificada se muele, en un mortero o molcajete para que quede pulverizada para su fácil consumo.

### **Enfoque de investigación**

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, integrando métodos cualitativos y cuantitativos. El enfoque cualitativo permitió identificar percepciones, creencias y hábitos relacionados con el consumo de endulzantes; mientras que el cuantitativo posibilitó medir la aceptación de la panela granulada PANELIX como alternativa frente a los endulzantes tradicionales.

### **Diseño de la investigación**

Se adoptó un diseño exploratorio-descriptivo-experimental, el cual comprendió tres fases:

**Exploratoria:** revisión bibliográfica y documental sobre los beneficios nutricionales, sociales y ambientales de la panela.

**Descriptiva:** aplicación de encuestas y entrevistas para conocer hábitos de consumo y disposición hacia la panela granulada.

**Experimental:** elaboración de prototipos de PANELIX y pruebas de aceptación en consumidores, considerando sabor, textura, disolución y presentación.

### **Población y muestra**

La población de estudio estuvo hecha por consumidores de endulzantes en general (hogares, jóvenes y adultos). La muestra se definió mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando a los participantes de acuerdo con su disponibilidad para responder encuestas, entrevistas y pruebas de degustación.

## **Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

- Encuestas estructuradas, dirigidas a identificar hábitos de consumo y preferencia de endulzantes.
- Entrevistas semiestructuradas, aplicadas a expertos en nutrición y sostenibilidad.
- Observación directa, enfocada en precios, presentaciones y aceptación de la panela frente a otros endulzantes en mercados locales.
- Pruebas sensoriales (degustación), para evaluar la aceptación del producto en sabor, olor, textura y facilidad de uso.

## **Procedimiento de investigación**

- Revisión documental acerca de los efectos del consumo de azúcar refinada y los beneficios de la panela.
- Diseño y aplicación de encuestas a consumidores en distintos contextos sociales.
- Entrevistas a expertos con el fin de validar información sobre salud y medio ambiente.
- Elaboración de prototipos de PANELIX bajo condiciones de higiene y estandarización.
- Degustación del producto en un grupo piloto de consumidores.
- Recolección y sistematización de datos, tanto de encuestas como de retroalimentación directa.
- Análisis comparativo entre la panela granulada PANELIX y los endulzantes tradicionales.

## **Técnicas de análisis de datos**

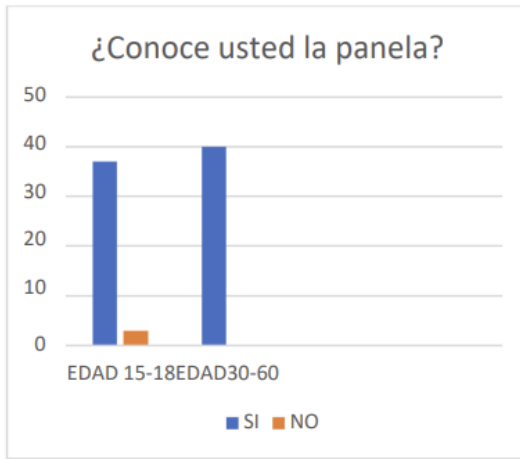
- Los datos cuantitativos se procesaron mediante tabulación, gráficas y porcentajes, con el fin de representar los niveles de consumo y aceptación.
- La información cualitativa se analizó mediante categorización de respuestas, identificando patrones de percepción y comentarios relevantes.
- Criterios de validez y confiabilidad
- Triangulación de fuentes, combinando datos bibliográficos, encuestas y entrevistas.
- Validación de expertos, consultando a profesionales en nutrición y medio ambiente.

- Pruebas piloto, aplicadas antes de la degustación final para corregir posibles fallas en el diseño de la panela o del cuestionario.

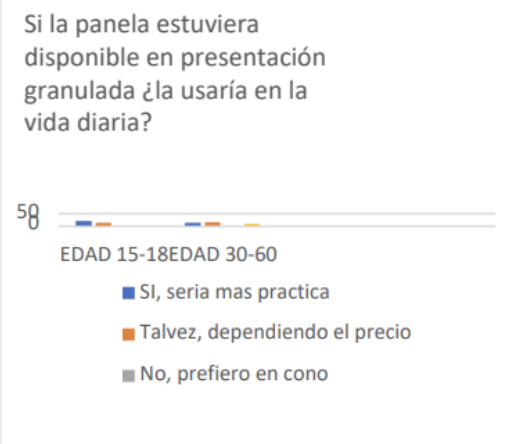
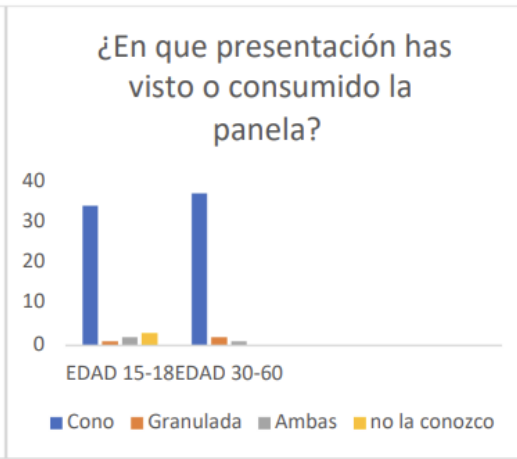
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Encuestas realizadas por el equipo de PANELIX

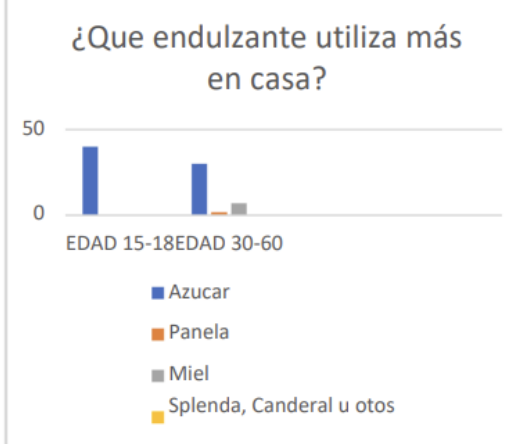
**Tabla 1.** Nivel de conocimiento sobre la panela en la población encuestada.



**Tabla 2.** Nivel de conocimiento sobre la panela en la en sus presentaciones.

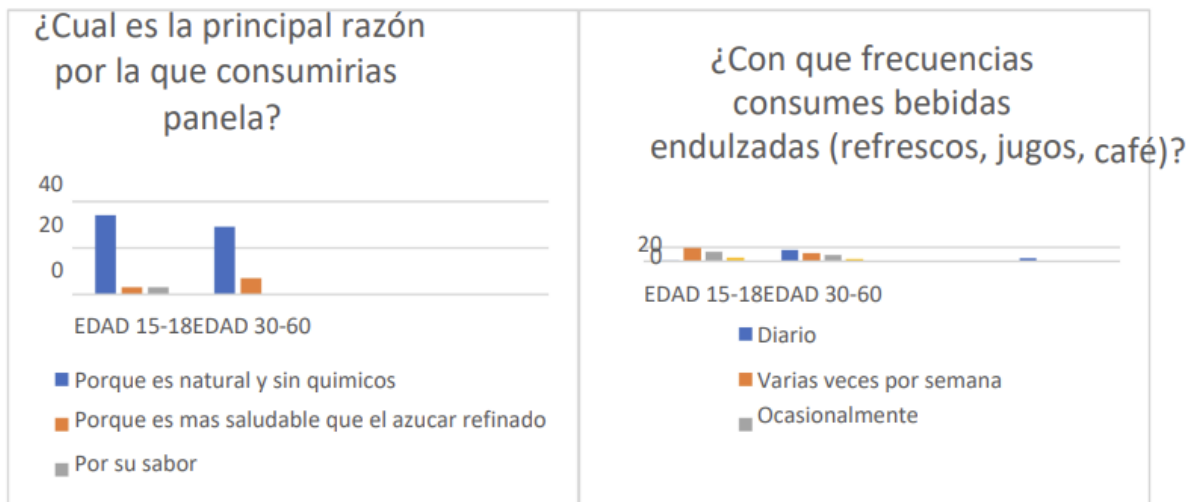


**Tabla 3.** Presentaciones de consumo de panela por grupo de edad.



**Tabla 4.** Endulzantes de uso doméstico predominantes.

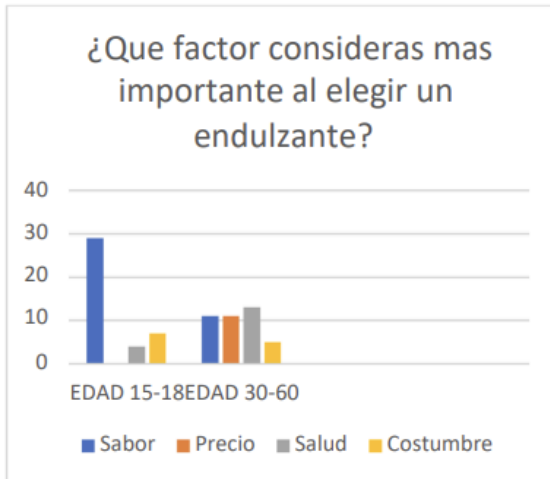
I. Aplicar las encuestas a 2 rangos de edades distintas, se observó que en su mayoría conocen la panela, en forma de cono, pero no la consumen, muchos la consideran como una opción más saludable, en comparación a los edulcorantes y la mayoría de jóvenes consume la azúcar refinada. En general todos consideraron que, si se distribuyera en forma granulada, la considerarían para el uso diario, aunque otros más consideraron seguir usando azúcar refinada, ya sea por su precio o tradición.



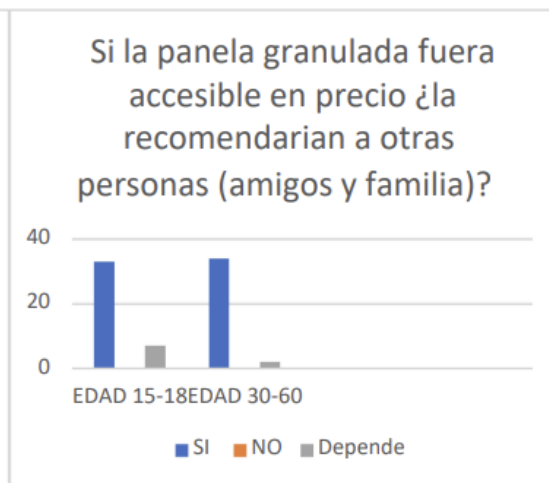
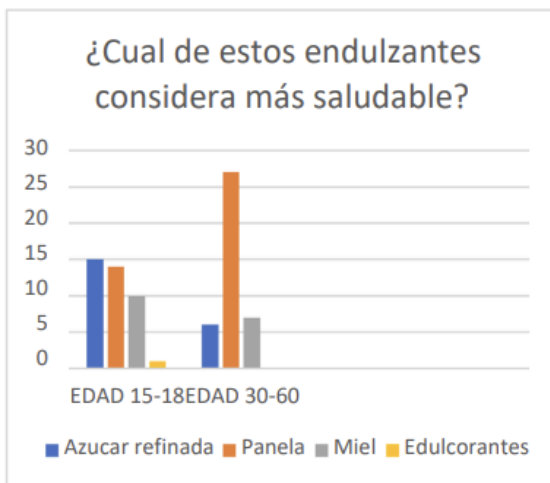
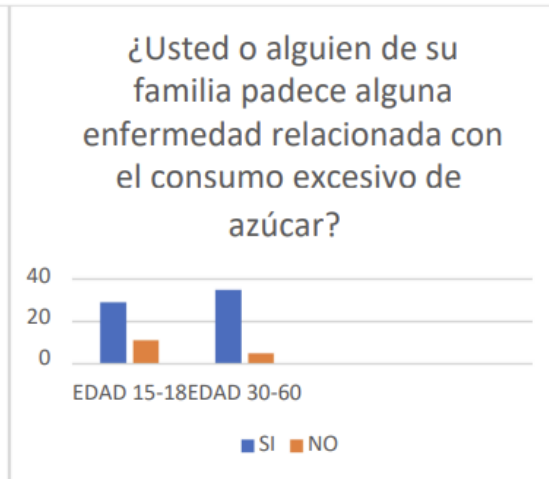
**Tabla 5.** Motivos de preferencia hacia la panela

**Tabla 6.** Frecuencia de consumo de bebidas endulzadas.

**Tabla 7.** Frecuencia de consumo de bebidas endulzadas.



**Tabla 8.** Antecedentes familiares de enfermedades asociadas con el azúcar.



**Tabla 9.** Percepción de saludabilidad de endulzantes.

**Tabla 10.** Intención de recomendación de panela granulada.

## **CONCLUSIONES:**

En definitiva, el trabajo realizado, no solo permite beneficiar a quienes los consumen sino que también genera un beneficio económico por medio del cual se puede seguir impulsando el desarrollo de una mejor calidad de vida con un endulzante natural sin aditivos químicos, saludable contando con una buena fuente minerales y vitaminas, también siendo un producto sostenible.

Es importante mencionar que, aunque es un producto artesanal, evoluciona para poder atender las necesidades de consumo actual y de este modo generar atención por todo el público consumidor, al proporcionar un producto más atractivo y fácil de adaptar en la cocina.

Por último, Panelix genera beneficios significativos en la vida de las personas y a pesar de que algunos de estos serán reflejados con el paso del tiempo, el trabajo seguirá con el compromiso de concretar los objetivos establecidos.

## **RECOMENDACIONES:**

Ampliar nuestra investigación, para poder crear productos saludables a los que se les adicione nuestra panela granulada, que sean sanos y nutritivos para la sociedad, lo que va a implementar una mejor aceptación de nuestro trabajo realizado.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

Academia Española de Nutrición y Dietética. (2023). Panela: qué es y cómo afecta a tu salud. Recuperado de <https://www.academianutricionydietetica.org/que-comer/panela-que-es/>

Agrosavia. (2011). Composición y propiedades nutricionales de la panela. Recuperado de [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/408/38592\\_21141.pdf](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/408/38592_21141.pdf)

Bon Viveur. (2023). Panela: qué es, propiedades y usos. Recuperado de <https://www.bonviveur.es/gastroteca/panela>

Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT 2022). Un proyecto representativo del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP). Recuperado de [https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanutcontinua2022/documentos\\_analiticos.php](https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanutcontinua2022/documentos_analiticos.php)

El País. (2025, septiembre 3). Un análisis relaciona el abuso de edulcorantes con una aceleración del deterioro cognitivo. Recuperado de <https://elpais.com/salud-y-bienestar/2025-09-03/un-analisis-relaciona-el-abuso-de-edulcorantes-con-una-aceleracion-del-deterioro-cognitivo.html>

Elsevier. (2019). Impacto del uso de edulcorantes no calóricos en la salud. Revista Colombiana de Cardiología, 26(6), 451-459. Recuperado de <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-colombiana-cardiologia-203-articulo-impacto-del-uso-edulcorantes-no-S0120563319302190>

ISGlobal. (2023). Artificial sweeteners: Are they a health risk?. Recuperado de <https://www.isglobal.org/healthisglobal/-/custom-blog-portlet/artificial-sweeteners-are-they-a-health-risk->

OPS. (2023, mayo 15). La OMS desaconseja el uso de edulcorantes para controlar el peso corporal. Organización Panamericana de la Salud. Recuperado de <https://www.paho.org/es/noticias/15-5-2023-oms-desaconseja-uso-edulcorantes-para-controlar-peso>

SENA. (2023). Bioquímica y propiedades nutricionales de la panela. Servicio Nacional de Aprendizaje (Colombia). Recuperado de <https://www.studocu.com/co/document/servicio-nacional-de-aprendizaje/gestion-de-empresas-agropecuarias/bioquimica-y-propiedades-nutricionales-de-la-panela/74823962>

Vidae. (s. f.). Efectos del jarabe de maíz en la salud. Recuperado de <https://www.vidae.es>

**ELABORACIÓN DE UN POLÍMERO ABSORBENTE BIODEGRADABLE A  
PARTIR DE COMPUESTOS ORGÁNICOS  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIUDAD JUÁREZ**

*Ricardo Alvarez Campos*

**RESUMEN**

En los últimos años, México ha sido azotado por la sequía, que ha ocasionado que disminuyan las precipitaciones, asimismo que disminuyan las reservas de agua, lo que ha afectado a distintas actividades económicas, una de las más afectadas la agricultura. Para contrarrestar la sequía, en la última década se han implementado polímeros absorbentes, pero, así como benefician, también perjudican. Por eso, se elaboró un polímero absorbente biodegradable a partir de compuestos orgánicos, para que pueda reducirse la frecuencia de riego, favorecer el crecimiento de las plantas, pero sin impactar negativamente en el ambiente. Por ello, se utilizaron biopolímeros como; el almidón, la celulosa y el mucilago del nopal modificado para implementarlos en el polímero absorbente y no solo mejorar sus cualidades de retención de agua si no mejorar su biodegradabilidad. Se realizó una prueba en un cultivo de rábano para evaluar el crecimiento de un metro cuadrado con y sin polímeros absorbentes, donde a lo largo de 40 días se observó cómo no solo germinaron más rápido, sino que también tuvieron un mejor crecimiento, con una menor frecuencia de riego.

**Palabras clave:** Agricultura; Polímeros absorbentes; Biopolímeros.

## **INTRODUCCIÓN:**

Los recientes fenómenos meteorológicos, la sequía y la recurrente disminución de los recursos hídricos en México, han afectado a distintas actividades productivas, pero una de las más afectadas es la agrícola.

En México, la agricultura se practica en todo el país, aunque no todo el territorio tiene las características para llevar a cabo los cultivos, estos fenómenos meteorológicos han provocado pérdidas y disminución del rendimiento de los cultivos, lo cual dificulta la práctica de esta actividad económica en nuestro país.

Por ello, los polímeros absorbentes pueden ser una solución ya que pueden mejorar las cualidades de retención, pero la mayoría de los polímeros absorbentes que se distribuyen actualmente no pueden ser sintetizados por el ambiente, por lo tanto, se busca generar un polímero que ayude a aumentar la capacidad de retención de agua en el suelo, reducir frecuencias de riego y al mismo tiempo gracias a la adición de compuestos orgánicos, lograr que pueda ser sintetizado por el medio ambiente, creando un producto que beneficia y no perjudica a la agricultura, ni a nuestro medio ambiente.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN:**

En los últimos años, México ha sido afectado por distintos fenómenos meteorológicos que afectan el desempeño de una de las principales actividades económicas, la agricultura. La sequía, los climas áridos y semiáridos, los suelos secos y la pérdida de cultivos.

Durante varios años, se ha pensado en nuevas estrategias de cultivo que puedan favorecer su crecimiento y rendimiento, y sean capaces de mitigar los efectos del cambio climático. Estrategias exitosas como; el riego por goteo, una gran estrategia que ayuda a usar eficientemente el agua.

También se ha implementado la búsqueda de otra mejor estrategia, para poder favorecer a la agricultura de nuestro país, por ello hace más de 10 años se ha intensificado la implementación de polímeros en la agricultura, ya que son ideales para aumentar la capacidad de retención de agua en el suelo, manteniendo la humedad óptima en la planta, favoreciendo su crecimiento.

Pero mientras que en algunas regiones del país fue implementada, en otras fue descartada, ya que fue el responsable de contaminar los suelos, ya que salinizaban los suelos y debido a que se elabora con productos sintéticos no era sintetizable por el medio ambiente, por lo que podía permanecer desde 100 hasta 1000 años en los suelos, modificando su estructura a su paso.

Por lo tanto, también una de las principales cuestiones de que los polímeros absorbentes no se hayan implementado en todo el país, es que la falta de conocimiento sobre su uso, propiedades, beneficios y además que la resistencia por cambiar sus métodos anticuados, por unos mejores reduce la expansión de estas tecnologías a distintas zonas del país.

Por ello, se comenzó a evaluar como diseñar un polímero absorbente con las siguientes características; que sea biodegradable, barato, fácil de usar y que beneficie, pero no perjudique a nuestro medio ambiente.

Como se mencionaba anteriormente los polímeros absorbentes mas utilizados en la actualidad es el poliacrilato de sodio, pero no es biodegradable. Así que, se buscara utilizar lo menos posible materias primas sintéticas, para que pueda ser sintetizado por el ambiente. Los polisacáridos siendo pieza clave en esta investigación ya que además de ser abundantes, aportarían propiedades a el producto final, ya que podrían mejorar la capacidad de retención y biodegradabilidad.

La metilcelulosa ampliamente utilizada en la industria alimentaria y farmacéutica, pero que al implementarla en un polímero absorbente puede mejorar su estructura y además aumentar su capacidad de retención en agua.

El almidón es un polisacárido de reversa más común en plantas, compuesto por amilosa y amilopectina, por ello en el polímero absorbente gracias a sus enzimas puede favorecer a degradarse, siendo pieza fundamental en el polímero absorbente ya que no solo ayuda a poder ser sintetizado si no también aporta energía a la planta mientras se degrada.

El nopal es una planta originaria de nuestro país, por lo que no solo aporta identidad, sino que también aporta características a él polímero absorbente, ya que esta planta puede retener agua en periodos secos, por lo que también esta investigación abarca como el extraer el mucilago del nopal y modificarlo puede abrir la puerta a crear polímeros

absorbentes con una capacidad de retención de agua similar a la de los sintéticos, pero este siendo 100% natural.

Por ello, la implementación de almidón, metilcelulosa y mucilago de nopal modificado en un polímero absorbente puede favorecer a poseer todas las ventajas de un polímero absorbente comercial; retención en agua, acelerar el crecimiento y rendimiento de las plantas, ahorro de agua ya que mantiene la humedad del suelo y disminuye la lixiviación de nutrientes, además que disminuir los efectos que el cambio climático provoca.

Pero, con los compuestos orgánicos se mejoran las propiedades del polímero y se favorece su degradación en los suelos, sin alterar las condiciones naturales de los suelos.

#### **OBJETIVO GENERAL:**

- Elaborar un polímero absorbente biodegradable a partir de compuestos orgánicos.

#### **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Diseñar un polímero absorbente biodegradable con una capacidad de retención de hasta 150 veces su peso.
- Generar un polímero capaz de reducir en al menos 50% la frecuencia de riego.
- Crear un polímero absorbente que acelere la germinación y mantenga la humedad optima en el suelo, favoreciendo a un aumento del crecimiento y rendimiento del cultivo.
- Elaborar un polímero, que prevenga la salinización del suelo y que pueda ser sintetizado gracias a la implementación de la celulosa, almidón y el mucilago del nopal modificado.

## MARCO TEÓRICO:

Las sequías son fenómenos meteorológicos que se caracterizan por una disminución de precipitaciones, en periodos considerados lluviosos, que se han intensificado y provocado la escasez de agua en las grandes ciudades. (Esparza, M. 2014).

Como menciona (Rodríguez, F. S. S), México es vulnerable a sequias e inundaciones, debido a su ubicación geográfica, además que más de la mitad del territorio nacional cuenta con zonas áridas y semiáridas que condicionan la severidad de las sequias. En el año 2011, se presentó una de las peores sequias registradas en México, que incidió en el 60% del país, principalmente en los estados del norte y centro del territorio nacional.

El sector que más sufrió fue el agrícola, los campesinos en esos momentos, no lograban recuperarse de las pérdidas de años anteriores y en esta sequia registraron más de 700 000 hectáreas de pérdidas de cultivos en todo el país. Esta sequía que se presenció en 19 de los 32 estados del país, siniestro 2 700 000 hectáreas de frijol y maíz, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria, de acuerdo a (Domínguez, J. 2016).

Los escasos de agua pueden incitar a que la planta no pueda obtener la suficiente agua, a eso se le denomina estrés o déficit hídrico; que puede provocar una reducción de las actividades fisiológicas, resultando en plantas pequeñas y débiles, y en periodos largos la muerte de la planta. (de Moraes Campos et al., 2021). De acuerdo a (Conagua, 2018), las actividades agrícolas utilizan el 76% del agua que se consume en México, siendo uno de los sectores que más utiliza.

Pero (Ávila, Gracia & Velázquez, 2023), muestran que no solo son los que más utilizan, sino también los que más desperdician, debido a la infraestructura de riego ineficiente y las pérdidas que se tienen por infiltración y por la evaporación.

Existen diferentes tipos de suelos (arenoso, arcilloso y limoso), cada uno con diferentes características; el arenoso por tener una alta porosidad y baja capacidad de retención de agua, suelos arcillosos que son poco capaces de drenar el agua y se encharcan fácilmente y los suelos limosos que es un suelo muy fértil, poseen buena penetración y capacidad de filtrar el agua.

De acuerdo a un reciente estudio de la (NASA, 2021), en los últimos años en México, se han vivido una de las peores sequias, donde casi el 85 por ciento del país enfrentaba condiciones

de sequía. Muchas de las principales presas del país, disminuyeron drásticamente, poniendo en riesgo el suministro del agua.

Según (Cruz-González et al, 2024) esta situación preocupa más, cuando estos cambios y la variabilidad climática, afectan las condiciones necesarias para el establecimiento, desarrollo y crecimiento de un cultivo. Por ello, es de vital importancia que se investiguen nuevas estrategias que sean más eficientes para el desarrollo de un cultivo, que mitiguen el estrés hídrico y reduzcan impactos negativos en la productividad.

(Monar Haro, CA, 2024) menciona que los polímeros absorbentes emergen como solución, ya que son capaces de retener agua, y liberarla de manera gradual a las plantas según sus necesidades, esto permite optimizar el uso del agua, reduciendo la frecuencia de riego y mitigando los efectos del estrés hídrico en los cultivos.

La mayoría de los polímeros absorbentes que se comercializan actualmente permanecen en el medio ambiente ya que ningún microorganismo puede degradarlo o sintetizarlo, por lo que, durante su estancia producen una acumulación de sales y cambios en la estructura del suelo. (García Barrera, A. V, 2015).

(Alonzo-Martínez et al, 2025) destacan la importancia de transitar a la elaboración de polímeros biodegradables, que se descompongan fácilmente en el medio ambiente con la ayuda de enzimas. Por ello, adicionar compuestos orgánicos que puedan favorecer la degradación de él, como el almidón puede ser clave, para encaminarnos hacia un mundo más amigable con el medioambiente.

Según (Bernal y barajas, 2006), el almidón es uno de los polisacáridos más abundantes, siendo el carbohidrato de reserva más importante en las plantas. Todas las células vegetales sintetizan y degradan almidón en algún punto de su desarrollo, por lo que sus enzimas pueden favorecer a la degradación de polímeros sintéticos.

Mientras tanto, según (Lucio et al., 2006), la celulosa es uno de los polisacáridos más abundantes, pero presenta poca solubilidad debido a sus fuertes enlaces entre los grupos hidroxilos. Para superar esta limitación se puede modificar para producir metilcelulosa. Por lo tanto, la celulosa es biocompatible, biodegradable, de bajo costo y renovables, además que en su uso en polímeros absorbentes puede mejorar su estructura, estabilidad y puede llegar a influir en la capacidad de retención de él.

Según (Rodríguez, L. V. 2018), el interés por los biopolímeros ha incrementado a lo largo del tiempo, en México se origina la fuente del género *Opuntia*, una verdura mexicana de alto consumo, que se puede extraer su mucilago, ya que tiene bastantes propiedades, como la gelificación y retención de agua, que puede ser útil para la elaboración de polímeros absorbentes.

## **METODOLOGÍA Y DESARROLLO:**

Se llevo a cabo por medio de la investigación experimental aplicada, ya que se buscó resolver un problema, a través de la creación de un polímero absorbente biodegradable. Al inicio se pensó en bastantes materias primas, pero lo que nos hizo elegir al ácido acrílico y al hidróxido de potasio fue su costo y su facilidad para realizar un polímero absorbente.

Se elaboro el polímero por medio de la reacción de polimerización, que se da al mezclar el ácido acrílico y el hidróxido de potasio, después de neutralizarse, se dejó secar y después fue triturado y tamizado al grosor deseado. Durante el proceso hubo cosas que se tenían que tomar en cuenta, como la concentración del ácido acrílico e hidróxido de potasio, que la temperatura a la cual se secaba la mezcla no superara los 60°C durante 60 minutos y que el tamiz utilizado fuera de 1-1.5mm.

Para poder obtener un producto de calidad que fuera capaz de retener agua hasta 100 veces su peso. Pero como se mencionaba al inicio, una de las principales desventajas del uso de polímeros sintéticos es que no se degradan, por lo que hacer un producto igual a los existentes en el mercado no era innovador.

Por ello, se comenzó a investigar sobre el uso de Biopolímeros para poder lograr que nuestro producto fuera diferente, buscando que tuviera mejores cualidades de retención de agua y pudiera ser sintetizado por el medio ambiente, con ello que se apegara a nuestra visión, de beneficiar y no perjudicar.

El almidón y la metilcelulosa se seleccionaron, para implementarlas en nuestro producto y hacerlo más amigable con el medio ambiente.

Se rediseño el método para elaborar un polímero absorbente, pero ahora con más capacidad de retención y degradable. Por eso, se elaboró un nuevo proceso donde los compuestos orgánicos se implementaron en el poliacrilato de potasio antes elaborado.

A partir de esta base se buscó incorporar un nuevo compuesto orgánico que buscara mejorar aún más las cualidades de nuestro producto final. Con ello, la investigación del mucilago del nopal, con la que se llevó a cabo su extracción y modificación con ayuda de un reticulante y un gelificante. El proceso para llevar a cabo su extracción fueron los mismo que se utilizaron para elaborar el poliacrilato de potasio.

Después se realizaron los análisis necesarios para ver cuál es la capacidad de retención del producto final obtenido. Para saber realmente cual es la capacidad de retención del polímero absorbente y la diferencia que tiene con la versión anterior.

Se realizo una prueba, donde se colocaron en dos envases, 1 gramo de cada uno de los polímeros, y después se le fue colocando agua, observando que mantuviera su textura de gel, con ello asegurando que si haya retenido el agua que se le colocaba.

Después de que se realizó la prueba de retención de agua, se le realizo una prueba para saber cuál es el pH que tiene cada una de las muestras, y así comprobar que no tiene un pH que puede alterar las condiciones normales del suelo.

A lo largo del año 2024 se realizaron pruebas de producto en un cultivo de tomate saladette, donde en un metro cuadrado se utilizaron polímeros y en el otro se sembró de la manera tradicional. Donde a lo largo de 28 días se obtuvieron resultados de la cantidad de plantas germinadas, el tiempo de germinación, altura promedio, y la cantidad de agua que utilizo cada uno.

Durante el año 2025 se realizó un experimento similar al anterior, pero ahora cultivando rábanos, y así evaluar los resultados de germinación, crecimiento y el tamaño de las cosechas. Utilizando el polímero absorbente con almidón, celulosa y mucilago del nopal.

Hay dos formas de colocar el polímero absorbente en la tierra, una de ellas es colocar directamente la cantidad recomendada 20-30 gramos por metro cuadrado o hidratarlo antes de colocarlo, para saber la cantidad de agua que se le tiene que agregar se multiplican los gramos que se utilizaran por la capacidad de retención que tiene el polímero absorbente (150 veces su peso). Se observaron por 40 días el cultivo de rábanos sin y con polímero absorbente donde el que tenía polímero absorbente se regaba con una frecuencia de cada dos días y el otro de cada día.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Los cultivos de tomate llevados a cabo en el año 2024, en el uso del polímero absorbente adicionado con compuestos orgánicos, fue en un lapso de 28 días donde se evaluaron el crecimiento, rendimiento y el consumo de agua que tuvo un cultivo de forma tradicional y otro dónde se usó el polímero absorbente.

Se puede observar en la figura 1, la diferencia de semillas que lograron germinar hasta el día 28 fue: del lado izquierdo 54 y del lado derecho 48, aunque la diferencia parece mínima, no solo destaca en que germinaron más rápido, sino que también se desarrollaron más rápido con una menor cantidad de agua.

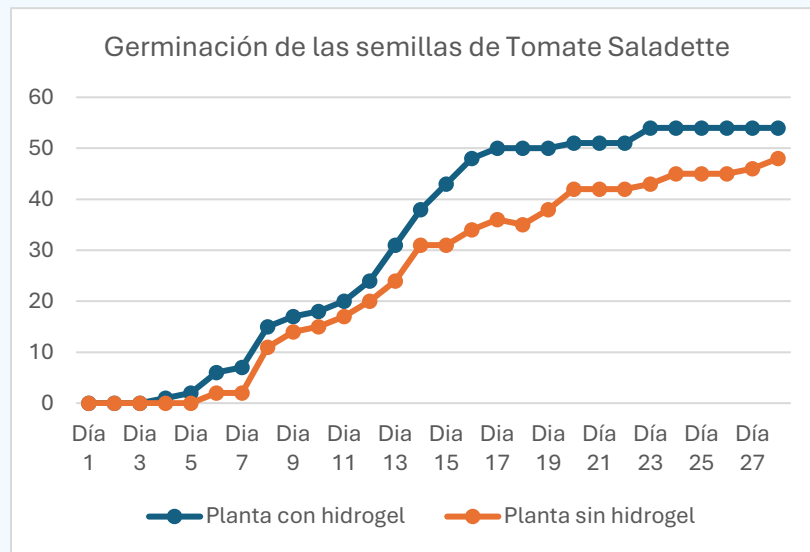


Figura 1. Grafica sobre la diferencia de germinación de las semillas de tomate saladette con y sin polímeros absorbentes

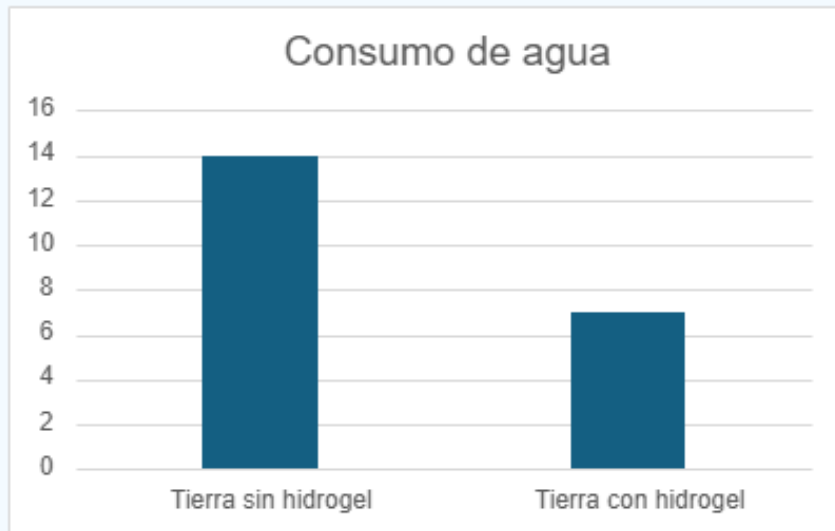


Figura 2. Consumo de agua de las plantas de tomate saladette, en tierra con y sin polímeros absorbentes.

Se puede observar el consumo de agua durante los 28 días, donde de acuerdo con la frecuencia de riego, se ahorró agua en un 50%. Donde en el cultivo de tomate saladette se obtuvo que se aceleró la germinación un 14%, también se aumentó el rendimiento un 25% y se ahorró agua en un 50%, a comparación con el que fue cultivado de la manera tradicional.

Los resultados de la capacidad de retención de agua del producto que se elaboró en 2025, se compararon con la versión anterior creada en 2024.



Figura 3. Imagen de las dos versiones de polímeros absorbentes, uno solo con almidón y metilcelulosa y el otro también con mucilago del nopal modificado.

Donde la versión actual logro retener 150 veces su peso, a diferencia de la anterior que solo logro retener hasta 120 veces su peso. No solo es que logro retener más, si no que lo hizo en menos tiempo mientras la versión actual le tomo 69 segundos en retener 120 veces su peso, a la versión anterior le demoro 201 segundos.

Además, se le realizaron pruebas de pH a las muestras de los polímeros absorbentes, donde salieron en un pH aproximado de 7, teniendo un pH neutro que no representa un peligro para el suelo.

Como se mencionó en el año 2025, se llevaron a cabo dos cultivos de rábanos, uno utilizando polímeros absorbentes y otro cultivado de la manera tradicional.



Figura 4. Imagen de los sitios de prueba de cultivo, el lado izquierdo sería con polímeros absorbentes y el derecho sin polímeros absorbentes.

En los días siguientes se comenzaron a ver diferencias en el crecimiento de las plantas de rábanos, aunque también fue un factor el clima ya que las plantas no se lograban adaptar al calor intenso y tolvaneras que estuvieron presentes en su crecimiento.

Así que se obtuvieron como resultado en el día 40, unas plantas muy desarrolladas de un lado y unas plantas más pequeñas del otro, además que las plantas más grandes hasta ese momento se cosecharon, para poder observar los resultados.



Figura 5. Imagen del lado izquierdo del sitio de cultivo, de las plantas de los rábanos cultivados con polímeros absorbentes.



Figura 6. Imagen del lado derecho del sitio de cultivo, de las plantas de rábanos cultivados sin polímeros absorbentes.

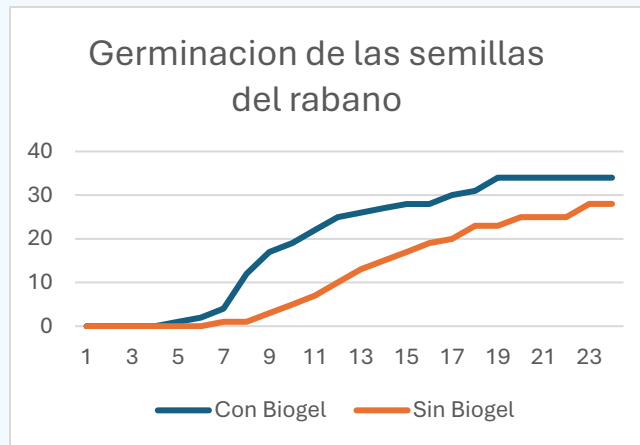


Figura 7. Grafica del tiempo de germinación de las semillas de los rábanos, cultivados con y sin polímeros absorbentes.



Figura 8. Imagen de la cosecha de rábanos en el día 40, como se puede observar en la imagen, el rábano cosechado del lado izquierdo esta más grande y más bonito, mientras tanto el del lado derecho se mira más pequeño.

## **CONCLUSIONES:**

Los resultados obtenidos a lo largo de esta investigación, nos demuestran que el uso de este polímero absorbente biodegradable ayuda a acelerar la germinación, crecimiento y mejorar el rendimiento de las plantas con una menor cantidad de agua, ya que durante los cultivos realizados se observó una diferencia notoria entre su aplicación y la ausencia de esta. Por lo tanto, los polímeros son una alternativa viable para optimizar el uso de agua en la agricultura.

Esto abre una puerta para que el uso de polímeros absorbentes biodegradables sea indispensable para mejorar el cuidado de nuestras reservas de agua, sin perjudicar a nuestro medio ambiente ya que esta implementado con compuestos orgánicos que facilitan su degradación y reducen el costo de producción, volviendo el producto más accesible.

## **RECOMENDACIONES:**

Esta investigación abre las puertas a adentrarse al mundo de los polímeros absorbentes biodegradables para su uso en agricultura y las grandes ciudades, es de gran importancia siempre ir centrado en dos posibles caminos, crear productos que nos beneficien, pero que no se altere el equilibrio en el ambiente.

La creación de polímeros absorbentes totalmente naturales es el camino para no solo beneficiar a las plantas, si no también a los agricultores, ya que el uso de compuestos sintéticos aumenta el precio, por ello al usar productos totalmente naturales, pero con la misma eficacia que los sintéticos ayudara a combatir uno de los grandes problemas del campo, disminuir perdidas de cosechas, pero sin alterar demasiado el precio.

La implementación de estos polímeros absorbentes biodegradables, busca reemplazar los polímeros sintéticos sin descuidar los beneficios que estos aportan, por ello un gran obstáculo, seria ese.

Cuando ese obstáculo pueda ser superado, los biopolímeros provocaran una disrupción en el mercado de los polímeros absorbentes sintéticos, revolucionando el sector mediante alternativas más sostenibles.

## BIBLIOGRAFÍA:

Alonzo-Martínez, A. G., Cepeda, L. F., Céspedes, R. I. N., & Medrano, F. J. E. (2025). El futuro nos alcanza, la meta: la transición de los polímeros sintéticos a los biodegradables para un futuro sostenible. *Cienciacierta*, 21(81), 1-21.

Ávila, D. D., Gracia, T. J. H., & Velázquez, M. D. R. G. Los retos del agua en el siglo XXI: un análisis en perspectiva. *Agua para la vida*, 13.

Bernal, L., & Barajas, E. M. (2006). Una nueva visión de la degradación del almidón. *Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle*, 7(25), 77-90.

CONAGUA. Estadísticas del Agua en México 2018.

Cruz-González, A., Arteaga-Ramírez, R., Sánchez-Cohen, I., Soria-Ruiz, J., & Monterroso-Rivas, A. I. (2024).

de Moraes Campos, A. J., Santos, S. M., & Nacarath, I. R. F. F. (2021). Estresse hídrico em plantas: uma revisão. *Research, Society and Development*, 10(15), e311101523155-e311101523155.

Domínguez, J. (2016). Revisión histórica de las sequías en México: de la explicación divina a la incorporación de la ciencia. *Tecnología y ciencias del agua*, 7(5), 77-93.

Esparza, M. (2014). La sequía y la escasez de agua en México: Situación actual y perspectivas futuras. *Secuencia*, (89), 193-219.

García Barrera, A. V. (2015). Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz.

Lucio, E. O., Cruz, R. A., Gómez, J. C., & Mendoza, A. M. (2006). Síntesis y caracterización de hidrogeles obtenidos a partir de acrilamida y metilcelulosa. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 7(4), 247-253.

Monar Haro, C. A. (2024). Uso de hidrogel para la retención del agua en suelos áridos (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2024).

NASA. (2021, 17 de junio). Sequía generalizada en México. *Ciencia de la NASA*. <https://ciencia.nasa.gov/ciencias-terrestres/sequia-generalizada-en-mexico/>

(Rodríguez, F. S. S. La crisis del agua en México: preparándonos para los impactos del cambio climático. Fabiola S. Sosa Rodríguez Roberto M. Constantino Toto, 167).

Rodríguez, L. V. (2018). Mucilago de nopal y su aplicación en la obtención de biopolímeros.

# ESTACIÓN ELECTRÓNICA DE APRENDIZAJE CON ARDUINO

## CETis No. 115

*Kevin Bautista Pérez<sup>1</sup>, Carlos Alfonso Hernández Villanueva<sup>2</sup>, Sandra Bermúdez Ramírez<sup>3</sup>*

### RESUMEN

En este artículo, se presentan los resultados de la investigación llevada a cabo en el CETis No. 115 de la DGETI, en la que se analiza la implementación de la metodología pedagógica STEAM como apoyo al modelo de la Nueva Escuela Mexicana, con el propósito de fortalecer la calidad educativa y la mejora continua en la formación de los alumnos, el estudio propone el diseño y construcción de una Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino como herramienta didáctica orientada a la especialidad de Telecomunicaciones.

La investigación parte del análisis de antecedentes sobre el uso de la metodología STEAM, la cual ha mostrado resultados favorables en el aprendizaje mediante el uso de la robótica educativa, a partir de ello, se plantea un prototipo basado en la tarjeta Arduino UNO, de dimensiones compactas y portátiles, que facilite la realización de prácticas de electrónica, robótica y programación, por lo que la estación está diseñada para ser de fácil uso, mantenimiento y comprensión, permitiendo que alumnos y docentes participen activamente en su operación y conservación, prolongando su vida útil sin necesidad de reemplazo total del equipo.

Asimismo, se desarrolla un estudio comparativo cuantitativo y cualitativo, con una muestra de estudiantes para evaluar el impacto de la estación en el aprendizaje de contenidos disciplinares y transversales, así como su posible contribución a la disminución de la deserción escolar, finalmente, se concluye que la estación representa una alternativa viable y factible para el equipamiento de laboratorios y talleres en distintos planteles.

**Palabras clave:** STEAM, Arduino, robótica, aprendizaje significativo.

---

<sup>1</sup> Docente del CETis 115, Celaya, Guanajuato;kbautistap@cetis115.edu.mx

<sup>2</sup> Docente del CETis 115, Celaya, Guanajuato;chernandezv@cetis115.edu.mx

<sup>3</sup> Docente del CETis 115, Celaya, Guanajuato;sandrabr@cetis115.edu.mx

## INTRODUCCIÓN:

La presente investigación se fundamenta en los principios de la Nueva Escuela Mexicana (NEM), particularmente en el enfoque de trabajo por progresiones de aprendizaje, el cual promueve la articulación de saberes disciplinares y transversales para el desarrollo integral de los estudiantes, bajo este contexto, se propone el diseño e implementación de la Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino (ELECTRÓNICA CON ARDUINO) como herramienta didáctica para la especialidad de Telecomunicaciones en educación media superior, alineada con las progresiones curriculares y con la metodología STEAM, este enfoque favorece la transversalidad entre asignaturas y submódulos, permitiendo integrar conocimientos de ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas de manera significativa (SEP, 2024).

La carrera de Telecomunicaciones en el Cetic 115 pertenece al área físico- matemáticas, lo que favorece la integración de contenidos de estudio vinculados a la robótica educativa en combinación con la metodología STEAM, no obstante, se identificó la necesidad de desarrollar una herramienta equivalente, que resultara viable y accesible para su implementación en los talleres, que nos permitiera ofrecer las ventajas de un kit de robótica comercial, que promoviera prácticas o proyectos dinámicas, interactivas, interesantes, atractivas y retadoras, es por ello que decidimos desarrollar y proponer como prototipo la Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino, comercialmente, existen varios tipos de módulos, al hacer una investigación de diferentes páginas web, se detectaron módulos de electricidad, de electrónica, de cinemática, y así, pero un módulo o estación como tal, para robótica educativa no lo hay, solo encontramos dos propuestas que se acercan a la nuestra, pero en sí, son muy diferentes; no hay por el momento una estación de trabajo para robótica educativa, y el adquirir kits robóticos, que son de marcas como Lego, MakeBlock, Abilix, entre otras, es costoso y de difícil mantenimiento.

Al observar el aprendizaje en los jóvenes, actualmente se les facilita el uso de herramientas tecnológicas, así como los alumnos desean clases con metodologías activas, y la robótica educativa es una alternativa, para usarla en la implementación de estrategias de enseñanza transversales para que los alumnos estén actuando cognitivamente en crear e imaginar formas nuevas de resolver los problemas de la vida

cotidiana (Castillo, 2023), ante este panorama surge la necesidad de replantear las estrategias didácticas en el aula, la presente investigación propone el diseño y construcción de una **Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino**, como una alternativa innovadora y funcional a los kits de robótica educativa tradicionales, esta propuesta se ordena con lo requerido en sus lineamientos del nivel medio superior de la Nueva Escuela Mexicana, lo que garantiza su pertinencia curricular y su viabilidad de implementación en los planteles de la DGETI.

La Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino que se propone, su diseño y funcionalidad está soportada por la plataforma de Arduino en hardware y software, ya que este tendrá dos ventajas principales: una, que se puede acceder a mucha información en libros y en la Web, y la segunda ventaja es el diseño, contará con sensores y actuadores, que se pueden adquirir por internet o en tiendas de robótica, reduciendo costos, los robots de marca son costosos en adquisición y las piezas de repuesto en ocasiones no se encuentra reemplazo lo que resulta elevado para adquirir en un plantel.

Al investigar, en el campo de la robótica educativa, se puede encontrar un sin número de opciones para trabajarla, para empezar con las bases iniciales e intermedias de la robótica, una opción es emplear elementos como tarjetas programables, sensores, motorreductores, y dispositivos electrónicos, con estos se puede construir un robot o un móvil robótico, aportándoles a los alumnos, los mismos conceptos y principios de la robótica; equivalentes o mejores que los que proporciona un Kit Robótico de las empresas mencionadas arriba, además, aportarían conocimientos más útiles al permitirnos realizar el diseño mecánico-electrónico, la creación de la circuitería electrónica y la elaboración de la programación del móvil o elemento robótico a crear, es decir, los alumnos tendrían la misma experiencia, de un aprendizaje más dinámico y motivador.

Para validar, se desglosará un estudio comparativo, con una muestra estadística, que será un grupo de alumnos de la especialidad, para saber si el uso de la Estación, aporta una mejoría en el aprendizaje de los alumnos, basada en temas de la especialidad, y otros campos disciplinares transversales, que nos permitirá determinar si podrá ayudar a la no deserción de la carrera de Telecomunicaciones.

El equipamiento de laboratorios y talleres en los planteles educativos, resulta fundamental para favorecer los procesos de enseñanza-aprendizaje, en este sentido la construcción integral de la Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino, representa una alternativa viable y factible para su fabricación, al ofrecer una opción confiable que pueda ser replicada en otros planteles de nivel básico y medio superior, ampliando así los beneficios de su uso en diferentes contextos educativos.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN:

Los planteles pertenecientes a la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI) han iniciado la implementación de los principios de la Nueva Escuela Mexicana (NEM), cuyo propósito central es garantizar una educación de calidad, sin embargo, diversos instrumentos de evaluación aplicados en la educación básica y media superior evidencian un rezago en el desarrollo de conocimientos, capacidades y habilidades en áreas fundamentales como la comunicación, las matemáticas y las ciencias (Subsecretaría de Educación Media Superior, 2019), esta problemática impacta directamente en la formación académica de los estudiantes y limita su preparación para enfrentar los retos educativos y tecnológicos actuales.

De esta forma, al observar el contexto en nuestro plantel se identifica la necesidad de transformar las estrategias de enseñanza-aprendizaje para fortalecer el logro académico de los estudiantes, en este sentido, la metodología STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) se presenta como una oportunidad pedagógica relevante, al ser reconocida internacionalmente por su contribución a aprendizajes integrales y por promover la articulación de contenidos disciplinares de manera transversal, es reconocido en varios países por su aportación en aprendizajes integrales, uniendo los diferentes contenidos disciplinares, esta metodología se ve presente en los niveles educativos de primaria, secundaria y media superior de México, esto es debido a que: “La robótica educativa tiene sus orígenes alrededor de los años 60’s, a partir de las investigaciones del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) que construyó los primeros robots para ser manipulados y programados por los niños. Esto se ha popularizado en la última década, para el aprendizaje activo y la enseñanza interdisciplinaria como matemáticas, ciencia, tecnología y últimamente el desarrollo de la creatividad y arte (STEAM). La integración de la robótica educativa en los currículos escolares de educación básica, incentiva el conocimiento tecnológico, para elevar la calidad de la educación. Se destacan los esfuerzos por integrar la robótica educativa en países como Alemania, Inglaterra, Italia, España, Canadá y Estados Unidos de América. Mientras que México ha iniciado en adoptar dicha tecnología” (González Fernández, 2021).

La robótica educativa constituye una de las principales herramientas asociadas al enfoque STEM, por lo que se considera que se puede trabajar de manera transversal los diferentes

contenidos temáticos, durante los cinco semestres que se cursan en los planteles de la DGETI; ayudando a fortalecer las metodologías favoreciendo la construcción progresiva del conocimiento de forma transversal con otras asignaturas, permitiendo al alumno adentrarse en su aprendizaje, fortaleciendo su pensamiento lógico matemático, y la aplicación de saberes en contextos cercanos a la realidad profesional, de este modo, se refuerza el principio pedagógico de “aprender haciendo”, promoviendo aprendizajes significativos y duraderos (Universidad Europea, 2022).

Con la investigación, se demostrará las bases conceptuales, al trabajar con un sustituto del kit de robótica educativa, la Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino, integrada a la metodología STEAM, permitirá a los estudiantes desarrollar prácticas que abarcan desde ejercicios básicos de electrónica y programación hasta proyectos aplicados con enfoque tecnológico demostrando que dichas prácticas contemplan contenidos relacionados con el diseño mecánico-electrónico, la circuitería electrónica y la programación de sistemas embebidos, aportándoles una experiencia de aprendizaje más dinámico y motivador, promoviendo aprendizajes significativos y duraderos en los alumnos de la especialidad de telecomunicaciones del plantel (Rivas, 2022), ayudando a disminuir la deserción en la especialidad.

Se pretende implementar no solo en el plantel, sino, extender en las escuelas de nivel básico, diversas investigaciones señalan que los estudiantes actualmente demandan metodologías activas y experiencias de aprendizaje vinculadas con entornos digitales que les sean interesantes, donde los alumnos participen en su armado y comprobación, favoreciendo el desarrollo del pensamiento crítico al permitir a los alumnos diseñar, construir y programar soluciones a problemas, estas características resultan especialmente relevantes en la carrera de Telecomunicaciones, donde el aprendizaje práctico constituye un eje fundamental de la formación profesional (Acaya servicios sociales, 2019).

La perspectiva de innovación para la Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino se distingue por integrar de manera sistemática los principios de la robótica educativa y la metodología STEAM en un solo dispositivo, acompañada de un manual de prácticas diseñado específicamente para la especialidad de Telecomunicaciones, a diferencia de los kits comerciales existentes esta estación no se limita a actividades prediseñada, si no que permite adaptar los contenidos curriculares a las necesidades del contexto educativo, esta diferenciación constituye un aporte original al campo de la didáctica tecnológica.

La Estación Electrónica con Arduino, tiene el potencial para beneficiar a la comunidad educativa al ofrecer una herramienta didáctica educativa con impacto potencial en la comunidad escolar, al ofrecer una herramienta didáctica accesible, portátil y de fácil uso, incluso para docentes sin formación especializada en robótica, los costos de fabricación resultan competitivos, lo que posibilita su adopción en instituciones de educación primaria, secundaria y media superior, asimismo, su implementación puede contribuir al fortalecimiento de los aprendizajes, a la disminución de la deserción escolar y a una mejor preparación de los estudiantes para la educación superior y el ámbito laboral, respondiendo así a las necesidades educativas actuales (Acaya Servicios Sociales, 2019; Universidad Europea, 2022).

Se propone una herramienta didáctica de apoyo para los docentes de especialidad de Telecomunicaciones y de Electrónica, y algunas otras, que pueden complementar el estudio de la robótica para que puedan presentar proyectos de solución a problemas del contexto de la escuela, del municipio, del estado y de México.

En síntesis, el presente proyecto de investigación se justifica por su relevancia educativa, su pertinencia institucional y su potencial impacto académico y social, la Estación Electrónica con Arduino representa una propuesta innovadora con costos de fabricación competitivos, al integrar tecnología accesible, metodología pedagógica activa y contenidos curriculares, contribuyendo así a la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje en la especialidad de Telecomunicaciones.

## **OBJETIVO GENERAL:**

- Construir y validar la efectividad de una Estación Electrónica de Aprendizaje basada en Arduino, implementada bajo la metodología STEAM, como alternativa viable a los kits comerciales de robótica educativa, demostrando que genera resultados de aprendizaje equivalentes en estudiantes de los niveles de educación primaria, secundaria y media superior, y que contribuye al fortalecimiento de los conocimientos en los campos disciplinares transversales.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Diseñar un prototipo funcional de la Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino, definiendo sus especificaciones técnicas en cuanto a dimensiones, materiales, dispositivos electrónicos y herramientas necesarias para su ensamblaje.
- Construir la Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino y verificar su correcto funcionamiento mediante la ejecución de las prácticas propuestas en un manual de apoyo diseñado para tal fin.
- Analizar el proceso de aprendizaje de los estudiantes de educación básica y media superior al desarrollar prácticas de robótica utilizando la Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino, bajo un enfoque metodológico STEAM, para identificar la adquisición de conocimientos y habilidades en robótica.

## MARCO TEÓRICO:

Los fundamentos de la robótica educativa, la cual se caracteriza por el aprendizaje práctico, la interdisciplinariedad y el desarrollo de habilidades como la creatividad, la innovación y el trabajo colaborativo, donde diversos estudios señalan que la robótica educativa contribuye a la formación de estudiantes preparados para un mundo tecnológico, fortalece el pensamiento crítico y creativo, y responde a las demandas de la industria 4.0 (Ramírez, 2023), resultando altamente atractiva e interactiva para los jóvenes al momento de intervenir en el aprendizaje de ellos en este sentido, la metodología STEAM une los aprendizajes de ciencias, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas, desarrollando proyectos de diferentes temas de la ciencia y la tecnología, los proyectos de trabajo se pueden adaptar a los tres diferentes niveles educativos, y el concepto de robótica educativa encaja muy bien, en la creación de diferentes aplicaciones, en conjunto con la metodología STEAM (Manuela Raposo Rivas, 2022), reforzando estos beneficios al promover el aprendizaje integrado mediante proyectos contextualizados, en que los estudiantes construyen conocimientos de manera activa y aplicada.

La especialidad de Telecomunicaciones, perteneciente al área físico-matemática, presenta condiciones idóneas para la integración de la robótica educativa y la metodología STEAM, no obstante, el uso de kits comerciales de robótica educativa implica altos costos de adquisición y mantenimiento, además de una limitada posibilidad de reemplazo de componentes, lo que representa una desventaja para los planteles educativos de recursos limitados, por lo que ante esta problemática, la Estación Electrónica con Arduino se plantea como una alternativa viable, sustentada en la plataforma Arduino, la cual destaca por su accesibilidad, bajo costo, amplia disponibilidad de información y flexibilidad para la integración de sensores y actuadores adquiribles en el mercado local o en línea.

Para el desarrollo del prototipo se selecciona la tarjeta Arduino UNO como núcleo de la Estación ELECTRÓNICA CON ARDUINO, considerando sus características técnicas y pedagógicas, que la hacen adecuada para estudiantes que se inician en la electrónica, la programación y la robótica, así como por el costo de su adquisición (Tienda de Robótica y Equipo de Cosas de Mecatrónica, 2012), Arduino UNO, nos ofrece un buen número de entradas/salidas digitales, entradas/salidas analógicas, tiene terminales que proveen alimentación de tierra, 3.3 volts y 5 volts, y manejan otras características de control digital como el PWM, lo que facilita para comenzar a desarrollar prácticas de nivel básico y luego

pasar a prácticas de nivel intermedio, y con esto se proveerán las bases y conocimientos adecuados que les permitirá la continuidad en los últimos semestres pasar a un nivel avanzado, teniendo claro que posteriormente se deberá continuar con el aprendizaje de manera profunda en sus conocimientos de los distintos elementos que se emplean con el Arduino para armar robots básicos (Flores, 2013), a través de estas prácticas, los alumnos adquieren las bases necesarias para comprender el funcionamiento de sensores, actuadores y sistemas de control, simulando acciones propias de un robot sin necesidad de contar con un sistema robótico móvil (Corona, 2014).

El diseño de la Estación Electrónica con Arduino contempla la integración de sensores ultrasónicos e infrarrojos, displays de siete segmentos, teclado matricial 4x4, motoreductores, servomotores, actuadores y componentes comunes en aplicaciones robóticas, la organización, instalación y aplicación de estos elementos en un módulo didáctico permite que los estudiantes comprendan, paso a paso, la lógica de funcionamiento de sistemas electrónicos y robóticos, incrementando gradualmente la complejidad de los circuitos y prácticas propuestas, así como otros elementos mecánicos para ir progresando en conocimientos adquiridos (Lequerica, 2016), por lo que para el diseño físico de la estación se apoya en herramientas de diseño gráfico para asegurar una adecuada distribución, identificación y accesibilidad de los componentes (Bordignon, 2018).

Para el desarrollo del manual de prácticas que constituye un eje central de la propuesta de la Estación Electrónica de aprendizaje con Arduino, se consideró que el desarrollo de las prácticas sencillez para ayudar a los alumnos a comprender e identificar los dispositivos, así como que fuera una guía para el estudiante desde el armado de circuitos hasta la programación y verificación de su funcionamiento (López, 2019), para ello, se utiliza el entorno de desarrollo integrado (IDE) de Arduino, basado en el lenguaje C++, el cual es reconocido por su sencillez y pertinencia para fines educativos, este software gratuito permite a los estudiantes en sus líneas de código: escribir, compilar, depurar y cargar programas en la tarjeta Arduino, favoreciendo el aprendizaje autónomo y la comprensión de la lógica de programación (Fitzgerald, 2012).

Todo este conjunto de elementos presentes en esta investigación documenta el proceso de fundamentación teórica, diseño, construcción y programación de la Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino, lo que nos permite evidenciar el potencial como herramienta didáctica innovadora para aplicación no solo en la carrera de Telecomunicaciones, sino

que, puede ser utilizada en carreras como Electrónica, robótica y Mecatrónica, Se considera que este Prototipo se perfila como una alternativa accesible y funcional para fortalecer el aprendizaje de la robótica y los contenidos de la especialidad, lo que nos permite promover la transversalidad disciplinar, el aprendizaje activo y el desarrollo de competencias acordes con las demandas educativas y tecnológicas actuales.

---

## **METODOLOGÍA Y DESARROLLO:**

La investigación de la Estación Electrónica con Arduino, se puede considerar como un proyecto de innovación tecnológica en educación, y se estructuró bajo una investigación tecnológica aplicada, el trabajo en la investigación nos permitió terminar la estación tecnológica y además, medir si mejoró de manera significativa el aprendizaje en los alumnos; al combinar la robótica educativa y la metodología STEAM, desde el punto de vista cualitativo, se realizó una investigación documental orientada a la conceptualización de la robótica educativa, su relación con el enfoque STEAM y el diseño del prototipo propuesto, bajo el enfoque cuantitativo, se realizó un trabajo de investigación comparativa, con el propósito de evaluar el impacto del uso de la Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino en el aprendizaje.

En el diseño de la investigación comparativa, no se manipuló deliberadamente la variable independiente, sino que se compararon los resultados de aprendizaje entre dos grupos que trabajaron con metodologías distintas durante un mismo periodo académico, durante la primera etapa, se desarrolló una investigación **explicativa-documental**, centrada en el análisis de los fundamentos teóricos de la robótica educativa y su vinculación con la metodología STEAM, a partir de la revisión de libros, artículos científicos y documentos normativos, en esta primera etapa permitió establecer los elementos didácticos y pedagógicos que sustentan la propuesta.

Para la segunda etapa, se llevó a cabo una investigación de tipo **tecnológica aplicada**, empezando por establecer el diseño de la estación, luego pasar a la construcción del prototipo de la Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino, durante esta fase se definieron los componentes electrónicos, la tarjeta de control, el diseño del chasis, la programación de la tarjeta arduino y los criterios de funcionalidad, considerando la vigencia tecnológica, la facilidad de mantenimiento y la pertinencia educativa, para luego pasar, a valorar si el uso de la Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino, integrada con la metodología STEAM, favorecía el aprendizaje de los estudiantes de la especialidad de Telecomunicaciones.

### **Para la consideración de la Población y Muestra:**

La población estuvo conformada por estudiantes de la especialidad de Telecomunicaciones del CETis 115, como objeto de estudio se seleccionó una **muestra no probabilística por conveniencia**, integrada por un grupo de estudiantes inscritos durante el semestre agosto 2023–enero 2024.

El grupo seleccionado se dividió, a su vez en dos subgrupos, con el mismo número de integrantes; uno trabajó con la metodología tradicional empleada en la especialidad durante los semestres anteriores, mientras que el otro utilizó la Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino bajo el enfoque STEAM, lo que nos arrojó que esta división permitió realizar un análisis comparativo del aprendizaje alcanzado mediante ambas estrategias.

### **Técnicas e instrumentos de recolección de datos utilizados:**

Las técnicas de recolección de datos utilizadas fueron la **observación directa**, la **aplicación de prácticas guiadas** y la **evaluación mediante un test final**, diseñando instrumentos para validar y verificar estos incluye el manual de prácticas diseñado específicamente para la Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino, conformado de inicio por cinco prácticas de robótica educativa, obteniéndose registros de observación del desempeño de los estudiantes durante el desarrollo de las prácticas y un test final de evaluación, aplicado al término de las actividades, con el fin de medir los conocimientos adquiridos en electrónica, programación y robótica.

### **Desarrollo del Prototipo y procedimiento:**

La investigación se desarrolló conforme a un cronograma previamente establecido, durante el inicio del semestre agosto 2023 – enero 2024, en las reuniones de academia se identificaron problemáticas comunes en el aprendizaje práctico de los estudiantes, particularmente en el trabajo en equipo, el armado de circuitos y la programación, con esto de base a partir de estas reflexiones surgió la propuesta de diseñar la Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino.

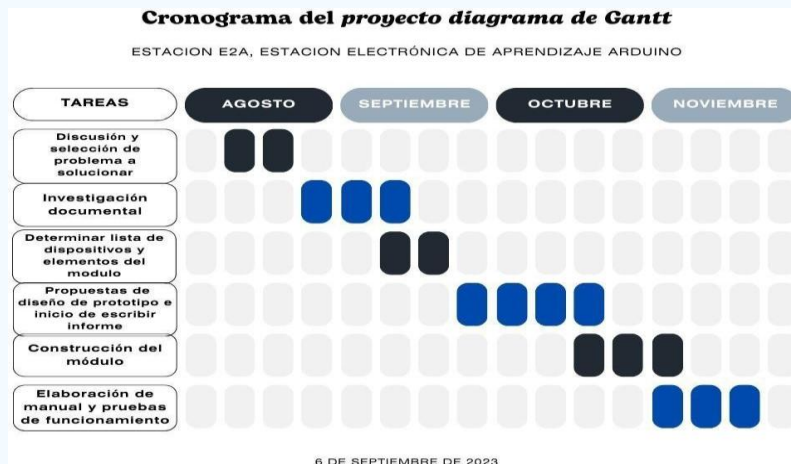


Figura 1. Cronograma de Trabajo para la implementación del Prototipo

En la última semana de agosto se inició la investigación documental relacionada con la Nueva Escuela Mexicana, la robótica educativa y la metodología STEAM, para posteriormente realizar el análisis de la relación transversal de estos enfoques con los contenidos de la especialidad de Telecomunicaciones, lo que permitió validar la pertinencia de la propuesta.

De manera paralela, se elaboró la lista de materiales y componentes electrónicos de la estación, comenzando con el diseño del chasis utilizando el software SOLIDWORKS, considerando las dimensiones y características de cada elemento, el chasis fue fabricado mediante impresión 3D con material PLA, las dimensiones proyectadas para la estación son de 30 cm de largo, 20 cm de ancho y 8 cm de altura, con un peso aproximado de 985 gramos, lo que facilita su manipulación en talleres y laboratorios.

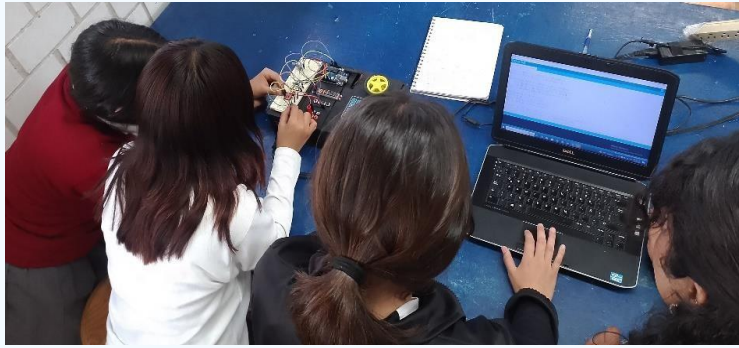
La construcción del prototipo se llevó a cabo entre mediados de octubre y la segunda semana de noviembre de 2023, durante este proceso se verificó el cumplimiento de las normas mexicanas NOM-003-SCFI-2014 y NOM-001-SCFI-2018, relacionadas con la seguridad de aparatos eléctricos y de manera simultánea, se elaboró el manual de prácticas, el cual fue probado junto con el prototipo para validar su funcionamiento, una vez concluidas ambas fases, la estación y el manual fueron entregados al grupo seleccionado para el desarrollo de las prácticas.



*Figura 2. Render de la Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino.*

### **Sistematización y análisis de datos:**

Para la sistematización de la información obtenida, los resultados de las prácticas y del test final fueron capturados en hojas de cálculo de **Microsoft Excel**, a partir de estos datos se realizaron gráficos comparativos que permitieron visualizar las diferencias en el aprendizaje entre ambos subgrupos, mostrando el análisis de los datos, el cual se llevó a cabo mediante **estadística descriptiva**, considerando porcentajes y comparaciones de desempeño académico, este tratamiento permitió identificar tendencias en el aprendizaje de los estudiantes que utilizaron la Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino en comparación con aquellos que trabajaron bajo la metodología tradicional.



*Figura 3. Equipos de Alumnos utilizando la Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino*

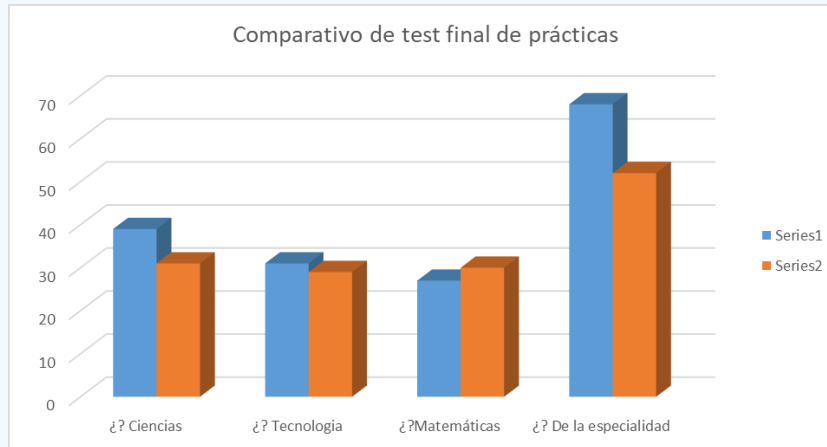
La metodología empleada permitió evaluar de manera sistemática la viabilidad técnica de la Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino y su impacto en el aprendizaje de los estudiantes, aportando evidencia empírica para sustentar la propuesta como una herramienta didáctica innovadora en el contexto de la educación media superior.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Se presentan los resultados de la investigación en conjunto con el resumen estadístico con respecto al armado final de la Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino, se realizaron las pruebas pertinentes de hardware y software, verificando su funcionamiento eléctrico y de cada uno de los elementos que contiene el prototipo, se implementaron las prácticas propuestas en el manual desarrollado, lo que nos arroja que: El Arduino UNO, está instalado en la ubicación correcta en el chasis, la conexión de los otros elementos se comprobó y se demostró su funcionamiento cuando se trabaja con la tablilla de proyectos (protoboard), se demostró que las indicaciones de cada práctica son entendibles y se arma con sencillez cada propuesta de circuito, se buscó que la práctica involucre áreas que abarca el modelo STEAM, añadimos conocimientos de la especialidad que es el equivalente al aspecto de ingeniería.

Se aprecia al trabajar con el manual de prácticas, que se establece una relación entre la planeación didáctica por progresiones y la metodología STEAM, al implementar conocimientos de ciencias, de tecnología, ingeniería y matemáticas, combinando la programación del circuito propuesto en cada práctica, redactándose con ejemplos apegados al contexto de la realidad, que dan una posible solución y que estén apegadas a las progresiones propuestas por la academia.

Para el estudio estadístico, tomamos un grupo de alumnos de 4to. Semestre, de la especialidad de telecomunicaciones, lo dividimos en dos partes iguales, la primera mitad del grupo realizó las prácticas del manual utilizando la Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino, al contar en este momento solo con un prototipo se programó por día de la semana con 4 equipos de 4 alumnos, considerando que se tenía que alternar la Estación, realizando en total cinco prácticas por equipo.



*Grafica 1. Muestra el comparativo entre los dos grupos de estudio.  
(Elaborada por autores en Excel, febrero 2024).*

La segunda mitad del grupo, dividida de igual forma con cuatro equipos de trabajo de cuatro personas, realizaron las prácticas, pero con dispositivos sueltos por separado, las prácticas redactadas bajo el sistema de trabajo que se ha mantenido, las instrucciones y propuesta de trabajo de las prácticas son armar y contestar preguntas en función del resultado final de la práctica, siendo estos los dos grupos de estudio sencillos.

Para evaluar esta parte, al final de realizar las cinco prácticas, por cada mitad de grupo, se aplicó un test, que contiene preguntas sobre ciencias, tecnología, matemáticas y contenidos de la especialidad que se esté trabajando, que son los instrumentos de evaluación y seguimiento, los resultados fueron los siguientes:

La serie 1, de color azul, el grupo que uso la Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino, por otro lado, la serie 2, es el grupo que realizó las prácticas como se han venido efectuando tradicionalmente. Como se puede visualizar, encontramos mejoría en la adquisición de conocimientos, en tecnología y especialidad si hay un incremento en respuestas correctas de 12%, en ciencias es poco de 4% más conocimientos, y en matemáticas se observa bajo en un 3%; que podemos observar con este simple análisis, que a pesar de ser un porcentaje relativamente bajo, es un incremento en conocimientos

bueno; esto nos puede conducir a deducir, que al realizar más prácticas, y mantener en ellas la metodología STEAM, el incremento en conocimientos será notable y avance en el alumno.

En contraste, en el área de Ciencias es necesario reevaluar si las prácticas implementadas están abordando de manera adecuada los conocimientos fundamentales de la disciplina, por lo que resulta especialmente relevante reflexionar sobre la adaptación y mejora de los contenidos en el campo de las Matemáticas, considerando que el bajo porcentaje obtenido sugiere que estas no han recibido un peso pedagógico suficiente dentro de las prácticas, o bien que los reactivos empleados no están adecuadamente diseñados para medir los aprendizajes esperados.

Otro resultado observado fue el nivel de participación, en los equipos que realizaron las prácticas tradicionales se detectó una participación limitada o nula de uno o dos integrantes, en contraste, en los equipos que utilizaron la estación Electrónica con Arduino, todos los estudiantes se involucraron activamente tanto en el armado como en la programación de la práctica, lo que favoreció los aprendizajes señalados previamente, observando su motivación al ser tomados en cuenta en el equipo, estas habilidades son necesarias ya que permite un mejor desempeño, para aumentar la autoestima, gusto por el área, coadyuvando a disminuir la deserción de alumnos de la especialidad de telecomunicaciones.

Se corroboró una reducción en el tiempo de ejecución de las prácticas, al contar previamente con los elementos integrados, esto permitió introducir variaciones en las actividades y optimizar el tiempo de clase, ya sea para promover procesos de metacognición, fortalecer los aprendizajes de los estudiantes o realizar un mayor número de prácticas, validando la propuesta como nueva e innovadora.

## CONCLUSIONES:

El desarrollando de la investigación, fue hecho, siguiendo el orden requerido, de otra manera no se obtendrían de manera real y confiable los logros expresados en el presente trabajo.

Partiendo de estar investigando de manera documental el tema de la robótica educativa, su importancia y alcance en los aprendizajes de los alumnos de nivel medio superior, al estar documentándonos con algunos artículos de universidades que han presentado trabajos en este campo, y de algunos libros que relatan esta área de aprendizaje, nos dimos cuenta que se aborda mucho de los niveles de la niñez, de primaria, también en alguna medida del nivel de secundaria, y que del nivel medio superior casi no hay información; además se pudo constatar, que va en aumento el uso para el aprendizaje en estos tres niveles de estos robots educativos.

Al mismo tiempo, nos adentramos de manera documental con la metodología STEAM, la cual, está vigente para el nivel medio superior, y que de hecho es parte de algunas de las estrategias de enseñanza y aprendizaje que se emplean en la nueva escuela mexicana, es así que, el considerar esta metodología permitió dar una propuesta didáctica que pueda mantenerse vigente, en su uso, por un tiempo razonable.

Con lo anterior, ahora pasamos a buscar, una herramienta didáctica, para emplearla en lograr los conocimientos de: matemáticas, física, lectura y redacción, ciencias y sobre todo de aprendizajes en tecnologías, que se manejan como especialidades en nuestro plantel, las especialidades que tenemos son: electromecánica, electrónica, programación y telecomunicaciones. Al estar sondeando en internet; no se encontró ninguna que cubriera las características que requeríamos, y es cuando nos ponemos a proponer una idea, y surge la innovación de la Estación Electrónica De Aprendizaje Con Arduino.

El diseño, desarrollo, construcción y comprobación del funcionamiento de la Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino, la ELECTRÓNICA CON ARDUINO, se efectuó de manera adecuada, en tiempos y en forma consecutiva en los pasos señalados, de esta manera logramos tener la herramienta didáctica que podría ser equivalente a un robot educativo, además de poder adecuarla para trabajar con la metodología STEAM.

Para poder establecer la metodología STEAM, con los aprendizajes de los alumnos del plantel, y la Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino, debimos elaborar un manual de prácticas, este manual lo denominamos por el momento el manual básico de aprendizaje de robótica educativa con la Estación ELECTRÓNICA CON ARDUINO; de esta manera, los alumnos contaban con la herramienta didáctica y la guía de los manuales para ir desarrollando diferentes prácticas, los manuales dentro de su contenido de cada práctica contemplan los saberes que queremos que vayan adquiriendo los alumnos de manera transversal, es decir, tienen reactivos de matemáticas, de física, de ciencias adicionales, de tecnología, y otras áreas; con esto se abarco totalmente la estrategia de la metodología STEAM.

Al realizar el comparativo de dos grupos de estudio, y emplear la estadística descriptiva nos permitió obtener valores más acertados y específicos de los test de monitoreo que estuvimos realizando con los dos grupos, tanto el de trabajo rutinario normal, como del grupo de alumnos que trabajo bajo la estación electrónica con Arduino, y el manual de prácticas, con esto se aseguró que los resultados y las gráficas obtenidas son del todo ciertas.

Todo lo desarrollado en esta investigación didáctica, ha conducido a establecer que las herramientas didácticas como puede ser una Estación, un Kit educativo u otro, que son un apoyo muy bueno, para poder otorgarle a los alumnos de nuestros planteles de nivel medio superior, aprendizajes más significativos; que les pueden permitir tener un mejor desempeño en su trayecto de los diferentes niveles educativos que pueda cursar; se les facilitaran el mejor entendimiento de los temas, con esto se puede apreciar que se aportó en la calidad de los aprendizajes de los alumnos, y que el docente puede manejar una opción más de enseñanza.

El uso de herramientas didácticas actuales, junto con la metodología STEAM, impulsa aprendizajes más significativos, fortalece el interés de los alumnos y crea experiencias que conectan la teoría con la práctica. Integrarlas al aula no solo mejora resultados, también renueva la enseñanza y motiva a los docentes a transformar su práctica con innovación y propósito.

## **RECOMENDACIONES:**

Para fortalecer el impacto de la Estación Electrónica con Arduino, se recomienda ampliar la línea de investigación hacia la escalabilidad y adaptabilidad curricular, se considera pertinente evaluar cómo este prototipo puede integrarse en otras especialidades técnicas, como la mecatrónica o las energías renovables, ajustando los reactivos del manual de prácticas para cubrir competencias específicas de esos sectores, esto permitiría validar si la Estación Electrónica de Aprendizaje con Arduino puede sostener por más tiempo una aportación pedagógica en contextos de aprendizaje intermedios y avanzados de cada especialidad, de esta manera se podrá sostener por más tiempo su aportación didáctica.

Otra vertiente fundamental es el estudio del impacto socioemocional y la permanencia escolar a largo plazo, donde se sugiere profundizar en el análisis estadístico para determinar si el aumento en la motivación y el trabajo colaborativo observado durante el uso de la Estación Electrónica de aprendizaje con Arduino se traduce directamente en una disminución medible de la deserción por grado escolar, así como investigar la relación entre el aprendizaje basado en retos tecnológicos y el sentido de pertenencia de los estudiantes aportaría datos valiosos para la Nueva Escuela Mexicana, enfocándose no solo en la adquisición de conocimientos técnicos, sino en la formación integral del alumno.

Para finalizar se considera crucial investigar la formación docente y la sostenibilidad pedagógica como una línea de estudio necesaria es el desarrollo de programas de capacitación para profesores, que les permitan no solo operar la estación, sino diseñar sus propias secuencias didácticas bajo la metodología STEAM y evaluar la capacidad de los docentes para adaptar el manual de prácticas a sus contextos locales garantizará que la herramienta no sea un recurso estático, sino un ecosistema vivo que evolucione conforme a las necesidades cambiantes de la educación tecnológica actual.

## BIBLIOGRAFÍA:

Acaya Servicios Sociales. (2019, 16 de enero). *Robótica y educación*. <https://acaya.es/robotica-educacion/>

Castillo, G. (2023, 8 de junio). *Robótica educativa: qué es, beneficios y áreas de aplicación*. Innovación Digital 360. <https://www.innovaciondigital360.com/industria-4-0/robotica-educativa-que-es-beneficios-y-areas-de-aplicacion/>

Flores, O. O. (2013). *Aprende Arduino: guía teórico-práctica*. San Salvador.

González Fernández, M. O., & Álvarez Rodríguez, Y. A. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(2), 230101–230119. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/5827>

Lequerica, J. R. (2016). *Arduino para jóvenes y no tan jóvenes*. Anaya Multimedia.

López, J. (2019). *Libro de prácticas*. ArduinoBlocks.

Ramírez, L. (2023, 17 de noviembre). *Robótica educativa: transformando la educación para el futuro*. Poderedomex. <https://poderedomex.com/robotica-educativa-transformando-la-educacion-para-el-futuro/>

Raposo Rivas, M., & González Sanmamed, M. (2022). La robótica educativa desde las áreas STEAM en educación. *Prisma Social*, (38). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8532275>

Rivas, Á. (2022, 30 de agosto). *Cómo hacer una hipótesis paso a paso*. Normas APA. <https://normasapa.in/como-hacer-una-hipotesis/>

Scott Fitzgerald, M., & Shiloh, M. (2012). *Arduino libro de proyectos*. Arduino.

Secretaría de Educación Pública. Dirección General de Bachillerato. (2024). *Taller de Ciencias I: progresiones de aprendizaje*. <https://dgb.sep.gob.mx/storage/recursos/2024/01/HNRptL6Slj-Taller-de-Ciencias-I-Progresiones-de-Aprendizaje.pdf>

Secretaría de Educación Pública. Subsecretaría de Educación Media Superior. (2019, 8 de agosto). *Nuevo modelo educativo: principios y orientación pedagógica*. <https://educacionmediasuperior.sep.gob.mx/work/models/sems/Resource/13516/1/images/NEMprincipiosyorientacionpedagogica.pdf>

Universidad Europea. (2022, 18 de febrero). *Robótica educativa: una herramienta del siglo XXI*. <https://universidadeuropea.com/blog/robotica-educativa/>

# BIODERMOPROTECTOR SOLAR A BASE DE PIGMENTOS NATURALES PARA LA PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES CUTÁNEAS COMO EL CÁNCER DE PIEL

Centro de Bachillerato Tecnológico industrial y de servicios No. 165 “Leona  
Vicario”

*Marely Colorado Zapata<sup>1</sup>*

## RESUMEN

En los últimos años se ha evidenciado el surgimiento de una nueva etapa de contaminación con el aumento en producción de agentes contaminantes, generando mayores afectaciones a la capa de ozono, lo que deriva un incremento en la penetración de radiación solar en los tejidos cutáneos. Por ello, se plantea como objetivo elaborar una crema a base de activos químicos extraídos de vegetales (*Fragaria x ananassa*, *Aloe vera* y *Vaccinium corymbosum*) que no sean tóxicos, no generen contaminación, y sobre todo, logren conjuntar su aporte biomédico con funciones de limpieza, cuidado, protección e hidratación de la piel, además de prevenir enfermedades cutáneas provocadas por la exposición intensa al sol, permitiendo una producción amigable con el medio ambiente sin generar contaminantes.

De acuerdo a los resultados obtenidos y en base a las normativas de seguridad y sanidad, este producto es adecuado para la mayoría de la población, ya que, es un producto completamente natural elaborado con fresa, arándano y sábila, las cuales exhiben diversas propiedades que benefician al cuidado del área cutánea, atribuibles a su actividad fitodermoprotectora, aunando a su mayor accesibilidad económica a diferencia de los productos similares que se encuentran en el mercado.

Por lo anterior, se busca ofrecerle a la sociedad una alternativa en respuesta a las enfermedades cutáneas provocadas por una exposición solar en la vida diaria con la elaboración de un protector solar natural, que beneficia a la sociedad, su economía y al medio ambiente.

**Palabras clave:** Dermoprotector solar, pigmentos naturales, enfermedades cutáneas, prevención, piel.

<sup>1</sup>Docente Ismael Rivera Barragán del CBTis 165 “Leona Vicario” Coatepec, Veracruz; i\_riverab@yahoo.com.mx

## INTRODUCCIÓN:

Actualmente, la humanidad enfrenta una etapa de alta contaminación, lo cual contribuye al deterioro progresivo de la capa de ozono ocasionando que los rayos del sol, lleguen directamente a la piel generando varios causantes, como lo son: quemaduras, hiperpigmentación y el de mayor afectación, el cáncer de piel; todo esto se deriva a que las personas que no cuentan con los recursos suficientes para adquirir un buen dermoprotector solar quedan expuestos a sufrir enfermedades en la piel, mientras que las personas que cuentan con los ingresos, no tienen un conocimiento previo del producto adquirido, llevando con ello el mal uso o la aparición de enfermedades cutáneas en la sociedad. Estas enfermedades provocadas por los rayos UV generan efectos en el aspecto físico de las personas como lo son: manchas y decoloración en la piel, características de las personas que lo padecen, causando baja autoestima.

Esto se debe a que la piel no cuenta con un protector o bloqueador solar que la proteja. Sin embargo, las que si cuentan con algún protector solar, en su mayoría llegan a ser demasiado fuertes e irritables para la piel dejándola enrojecida, causando alergias o en su mayoría provocando resequedad en el área cutánea, todo ello, a consecuencia del contenido de elementos químicos dañinos para la piel, como lo son el *octinoxato* y *oxibenzona*, por lo anterior el presente proyecto se adapta a las necesidades de la piel aportando de manera favorable un dermoprotector en una presentación en crema, elaborada a partir de activos vegetales libres de químicos que dañen el tejido cutáneo para prevenir la problemática citada. Generando una alternativa biomédica natural para evitar el cáncer de piel. (Colorado, 2023).

En este sentido, la presente biotecnología es desarrollada a base de activos orgánicos extraídos de: *Fragaria x ananassa* (antioxidantes, tales como: ácidos fenólicos, antocianinas, vitamina C y poli fenoles que le dan propiedades anticancerígenas), *Aloe vera* (que aporta la vitamina C y E), y *Vaccinium corymbosum* (qué contienen vitamina C, antioxidantes y propiedades fitoprotectoras) utilizados con la finalidad de emplear activos anticancerígenos, antioxidantes naturales y vitaminas, logrando el cuidado del órgano más grande del cuerpo humano (la piel). Los trabajos experimentales de la investigación fueron realizados en los laboratorios y talleres del CBTIS 165, cumpliendo con las medidas de sanidad y las normas oficiales mexicanas (NOM-089-SSA1-1994). Fig. 1



Figura 1. Conjunto de imágenes sobre la elaboración del dermoprotector solar.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Hace cien años la mayoría de los puestos de trabajo exigían trabajar al aire libre, sin embargo, no existían protectores solares y la gente que padecía cáncer de piel era escasa, pero es interesante ver como con la llegada de una nueva etapa de contaminación provocada por la revolución industrial, se da inicio a un mayor deterioro ambiental causando afectaciones a la capa de ozono, lo cual trajo consigo una mayor penetración de los rayos del sol, causando mayores alteraciones químicas con daños en la piel (Mannise, 2023) y el aumento drástico en las últimas décadas de la incidencia del cáncer de piel, convirtiéndose en la problemática cutánea mayormente diagnosticada en el mundo. Todo a consecuencia de la exposición excesiva al sol en la vida diaria, por lo que se considera que más del 80% de la exposición humana a la radiación UV ocurre antes de llegar a la edad adulta (Salgado, 2017). En la actualidad se ha demostrado, que, las quemaduras solares durante la niñez incrementan el riesgo de contraer alguna enfermedad cutánea en años posteriores (Eline, 2017).

Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo es prevenir dicha problemática, por lo que se buscó elaborar una crema utilizando técnicas que no generen contaminación, sean amigables con el ambiente y no afecten la salud humana. Así también ayuden, en la sustitución del uso de protectores solares tóxicos en su aplicación y además que no

contengan sustancias contaminantes como el *octinoxato* que, al combinarse con la luz solar, desencadena reacciones alérgicas; de igual manera se evitó el uso de la *oxibenzona*, puesto que este compuesto en realidad absorbe los rayos UV causantes de problemas en la epidermis (parte superficial de la piel), lo que da origen a enfermedades futuras. Al mismo tiempo un estudio realizado por Pinedo-Vega et al. (2016) han demostrado que en México 958 casos de cáncer de piel: 63.6 % de carcinoma basocelular, 25.8 % de espinocelular y 10.6 % de melanoma. Se observa una mayor prevalencia de mujeres: 60.4 % en carcinoma basocelular y 53.4 % en carcinoma espinocelular, mientras que en el melanoma prevalecieron los hombres (55.9 %). La incidencia estimada fue 20 casos por cada 100 000 habitantes. El análisis de regresión lineal mostró que el cáncer de piel se incrementa 10.5 % anualmente (Pinedo-Vega et al., 2016).

A partir de esta problemática se plantea la pregunta de investigación: ¿Será eficaz el uso de activos vegetales en el dermoprotector para prevenir y tratar los efectos negativos que el sol causa a la piel con la aplicación de una crema?

## **JUSTIFICACIÓN:**

El interés de realizar la presente investigación obedece a los resultados que se reportan el sector salud aportando una biotecnología, “biodermoprotector solar” elaborado a base de activos vegetales para la protección de la piel y prevención de enfermedades cutáneas con una mayor eficacia y protección; como una estrategia biomédica para el control de cáncer de piel. Por lo que se ofrece como alternativa una crema natural que no dañe la piel, que no provoque irritaciones, manchas en el área cutánea y sin elementos altamente químicos; del mismo modo siendo amigable con el ambiente (Servín, 2014).

Los beneficios directos que aporta la investigación al sector salud son debido a que en la actualidad existe una gran variedad de protectores solares, que no son tan eficientes ante su objetivo principal que es la protección de la piel. En el informe publicado por el Environmental Working Group afirma que el 73% de los 880 protectores solares probados, no funcionan tan bien como se anuncia y/o contienen productos que podrían llegar a causar un daño en este órgano tan importante que es la piel. (EWG, 2015).

Es por eso que se tomó la iniciativa de elaborar una crema a base de activos vegetales que además de proteger la piel contra los rayos (UV) mantendrá el área cutánea hidratada sin tener efectos adversos a la piel, al igual que esta tendrá como ventaja el ser capaz de utilizarse en niños y adultos ya que en su fórmula de elaboración se utilizan elementos naturales que no dañan la piel a diferencia de los que se encuentran en el mercado agregándole que este sería un biodermoprotector solar económicamente accesible en el mercado y una producción amigable con el ambiente, esto se debe a que en nuestra crema se utilizan los activos vegetales a nivel regional siendo así más accesibles.

Uno de los beneficios para la economía y ecología del país al utilizar activos vegetales (*Fragaria x ananassa*, *Aloe vera*, *Vaccinium corymbosum*) es dar apertura nuevas estrategias biotecnológicas como lo son diseño de los huertos medicinales para siembra y cosecha de materia prima.

#### **OBJETIVO GENERAL:**

- Elaborar una crema a base de activos químicos extraídos de vegetales (*Fragaria x ananassa*, *Aloe vera*, *Vaccinium corymbosum*) que no sean tóxicos, no generen contaminación, y sobre todo, logren conjuntar su aporte biomédico con funciones de limpieza, cuidado, protección e hidratación de la piel, además, de prevenir enfermedades cutáneas provocadas por la exposición intensa al sol, logrando una producción amigable con el ambiente sin generar contaminantes.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Seleccionar y obtener las plantas con los activos vegetales requeridos para la extracción de los activos químicos citados de (*Fragaria x ananassa*, *Aloe vera*, *Vaccinium corymbosum*).

- Elaborar las mezclas correctas para obtener una crema que sea amigable con el medio ambiente y a un precio accesible.
  
- Supervisar el cumplimiento de las normas y recomendaciones establecidas para la elaboración de estos productos médicos (NOM-141-SSSA1/SCFFI-2012 e ISO 24443: 2012).

## MARCO TEÓRICO:

La belleza es un concepto cultural que ha cambiado a lo largo del tiempo, el cuidado de la piel a los rayos del sol y sus efectos han ido evolucionando según la época. Los egipcios recurrían al uso de arcilla y cremas como el barro del Nilo que se aplicaban sobre las zonas de la piel que querían proteger (Shaath, 2010).

No obstante, no fue sino hasta 1938 que el Doctor suizo, Franz Greiter se interesó en crear un producto que protegiera la piel de los efectos dañinos de las radiaciones solares después de haber sufrido una terrible quemadura durante una jornada de escalada. Ese producto fue la crema glaciador, primera crema de protección solar comercializada que contaba con un Factor de protección de 2, el cual estaba muy por debajo de los FPS actuales que van desde los 15 a 50+ (Diffey & Robson, 1989).

Posteriormente, Greiter introdujo el Factor de Protección Solar, nivel estándar mundial que determina la efectividad de los protectores solares y el tiempo de exposición indicado para no sufrir quemaduras. (Greiter, 1974).

Es entonces hasta 1944 cuando Benjamín Green, aviador y farmacéutico de Florida, estudió las lesiones que sufrían los aviadores americanos en la Guerra del Pacífico, e inventó el primer protector solar eficaz, llamado Red Pet Vet, debido a su color rojo y textura parecida al petróleo, pues su loción estaba elaborada con aceite de parafina. En la Segunda Guerra Mundial, cuando los gobiernos beligerantes necesitaban cremas que protegieran la piel con fin de que las atender las tropas estacionadas en el Pacífico (FDA, 2019).

Para la elaboración del protector solar, se tomaron en cuenta 2 parámetros a seguir, las NOM; NOM-141-SSA1/SCFI-2012 (norma hecha para el etiquetado de cosméticos) (NOM-141-SSA1/SCFI-2012, 2013) e ISO 24443: 2012 (la cual según las NOM nos refiere a su determinación in vitro del factor de protección solar) (ISO, 2012); y análisis microbianos para descartar posibles contaminantes en el producto terminado (NOM-210-SSA1-2014, 2014).

El Environmental Working Group afirma que el 73% de los 880 protectores solares probados no funcionan tan bien como se anuncian o contienen ingredientes "preocupantes" (oxibenzona, octinoxato, dióxido de titanio, antioxidantes artificiales, entre otras). (EWG, 2015); Los cuales llegan a dañar la piel, ya que la mayoría contiene químicos en su estructura los cuales pueden provocar alergias, hiperpigmentación.

Una de las problemáticas que afecta mundialmente en relación con enfermedades cutáneas es el cáncer de piel, esto es en consecuencia de que, en esta enfermedad los agentes ambientales es el deterioro de la superficie cutánea (Lambert, 2017).

Los activos empleados en la elaboración de la crema son: óxido de zinc, el cual es empleado en filtros solares naturales gracias a su capacidad de repeler a los rayos UV (Caicedo, 2013); la cera de abeja contiene propiedades hidratantes y equilibra el tono de piel (De Agricultura Y Desarrollo Rural, s. f.); aceite de coco: propiedades antioxidantes, ácidos grasos de cadena media (Nivea, 2023), la fresa: posee propiedades anticancerígenas y antioxidantes (Giampieri et al., 2012), la sábila, su utilización permite una limpieza e hidratación profunda de la piel; efectos dañinos de la exposición solar (rayos UVA, UVB e IR), evitando quemaduras solares y minimizando el enrojecimiento (Mademoiselle Organic, 2022).

## METODOLOGÍA Y DESARROLLO

**Metodología:** Las actividades realizadas en el proyecto se programaron en el período comprendido de septiembre 2023 a mayo 2025, se describe a continuación como se fueron desarrollando las actividades para poder llegar a la obtención del biodermoprotector, como se comenta a continuación. Complementándose en dos etapas, la primera fue de investigación documental para fundamentar teóricamente el contenido de la investigación y la segunda para seleccionar la parte técnico-metodológica, como se describe a continuación:

**1) Investigación documental para la fundamentación teórica del proyecto:** En este primer punto se busca adentrarse al tema y lograr una fundamentación metodológica, buscando información en tesis con un proyecto similar al nuestro, en documentos de información básica, artículos, etc. Todo esto para elaborar una crema protectora eficaz y segura para la sociedad.

**2) Determinación del equipo, materiales e insumos:** En prioridad los materiales de laboratorio básicos y los insumos presentes en la elaboración:

**Material:** Parrilla de calentamiento, pipeta, centrifuga, cajas Petri, matraces Erlenmeyer, balanza analítica, vaso de precipitado, espátula y cuchillo.

**Insumos:** Fresas, arándanos, cera de abeja, sábila, alcohol de caña, óxido de zinc, aceite de coco, etc. Para llevar a cabo la elaboración de una crema protectora a base de pigmentos naturales.

**3) Preparación del material vegetativo para realizar una maceración a base de alcohol:** Extraer las concentraciones de antocianinas, propiedades y vitamina C y E, las cuales son propias de la fresa, arándanos y la sábila, utilizando alcohol de caña a al 21%, para después del tiempo establecido (6 días) el material vegetativo suelte los antioxidantes, vitaminas y

pigmentos, para continuar con el proceso de filtración ayudándonos de un embudo y un papel filtro, siendo este un proceso más tardado.

**4). Análisis cualitativo y cuantitativo de antocianinas en fresa por medio de un análisis espectrofotométrico a 508 RPM por medio de centrifugación:**

Centrifugación del resultado de una filtración previa de la maceración realizada los días anteriores para obtener un extracto más limpio, debido a la densidad de esta muestra, quedando en la parte inferior parte de la materia más densa.

**5) Elaboración de una crema por calor indirecto a 70 °C a baño maría, la temperatura no debe superar los 120 °C debido a la temperatura que soporta el aceite de coco, continuando con una agitación mecánica.**

Se coloca la cera de abeja y el aceite de coco a baño maría hasta que ambos estén disueltos, para retirarlos del calor y comenzar a mezclar continuamente, mientras este se va enfriando y se va generando una crema con textura agradable, es ahí en donde colocamos los extractos de fresa, arándano y sábila con ayuda de una pipeta, para continuar mezclando, añadiendo el zinc y un conservador natural.

Todo esto para la preparación de una mezcla base, que debe de someterse a calor para que material como la cera de abeja pueda incorporarse a la mezcla, ya que es elemento esencial para lograr la elaboración de un dermoprotector y para la obtención de una crema homogénea.

**6). Prueba microbiológica para la determinación de Salmonella spp.** En el producto terminado, incubado a 36 °C: se incubaron 4 placas para su vire.

Se esterilizaron las cajas Petri y un matraz Erlenmeyer de 250 mL, para continuar con la preparación del agar nutritivo, se calienta agua destilada con ayuda de una parrilla eléctrica hasta ebullición, agitamos muy bien hasta que el agar este disuelto, posteriormente podemos colocar en cada caja Petri la mezcla.

Se deja solidificar el agar y podemos sembrar la crema con ayuda de un asa en zigzag y se deja por 48 hrs para visualizar si hay alguna aparición de bacterias, en este caso de Salmonella spp.

Todo esto con el mayor cuidado e higiene posible para no alterar los resultados.

#### **7). Evaluación de la crema elaborada VS una comercial.**

Se busca comparar una crema común en el mercado contra la crema que hicimos con los extractos de activos vegetales (Fresa, Sábila y Arándanos).

#### **8) Análisis de evaluación in vitro de resultados aplicado a un grupo de amigos, familiares y conocidos.**

Se aplicó en familiares y amigos con distinto color de piel, todo esto para verificar que no se tenga ninguna reacción alérgica en la piel de algún individuo. Tomando en cuenta los diferentes fototipos y la protección de dicho producto.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Respecto a los resultados obtenidos, se puede decir que, en la fase experimental, la hipótesis del trabajo es aceptada, en virtud de que al lograr hacer la conjunción de los activos orgánicos (fresa, arándanos y sábila) se logró una protección hacia los rayos UV; todo esto en relación al cumplimiento de propiedades fisicoquímicas y al mismo tiempo, haber concluido la metodología hecha por ensayo y error, obteniendo como porcentajes finales los resultados logrados que se observan en la comparación in vitro del DPS y el protector solar comercial, los cuales dieron favorables, al obtener un factor de protección solar FPS de 45 en comparación del comercial que obtuvo un 50, obteniendo resultados aceptables para el uso de biotecnologías para el cuidado cutáneo (Maydelin, 2014).

Intervalos de aplicación	Presencia de algún signo
10 minutos	Nula
20 minutos	Nula
30 minutos	Nula
1 hora	Nula
2- 3 horas	Nula

Tabla 1. Resultados.

Respecto a la prueba de cobertura y protección bajo una simulación de rayos UV, se toma en cuenta que no se visualizan con amplitud grandes diferencias, ya que se encontró en una investigación exhaustiva que al ser un protector solar natural y sin químicos que penetren la piel, no se presenta una reacción que genere calor en la zona aplicada haciendo difícil la aparición de dicho “cambio” bajo la luz UV.

En base a los análisis de toxicidad in vitro de la crema, considerando a las personas a las que se les aplico, obtuvimos que el grado de toxicidad fuera nulo. En relación con el análisis de salmonella spp. en la crema, esta no presentó ninguna colonia de microorganismos en las 4 placas que se incubó. No se presentó algún signo de alergias e irritaciones en la piel

de las personas a quienes se les aplicó esta crema. La interpretación de resultados respecto a la presencia de antocianinas en los extractos y el producto terminado se determinó en la conjunción favorable de dichos productos.

## **CONCLUSIONES:**

En base a los resultados obtenidos hasta la fecha se concluye que:

**1).** Los materiales vegetales seleccionados empleados resultaron tener las propiedades medicinales investigadas para la elaboración de dicho protector, dándole un factor de protección solar aceptable, en el uso de la crema para el cuidado cutáneo hacia la exposición UV de los rayos del sol.

**2).** El equipo, herramientas y materiales e insumos programados de acuerdo con las técnicas y métodos investigados para la realización de la investigación, resultaron técnicamente suficientes para el cumplimiento de los objetivos planeados.

**3).** También se concluye que la crema biodermoprotectora es eficiente de acuerdo con los resultados obtenidos, así como resultó ser más económica, sin causar daños al ambiente en su proceso de elaboración y aplicación teniendo un costo de venta de \$145.00 MXN en comparación con protectores solares del mercado \$300 MXN Aprox.

**4).** Este producto obtenido mediante los procesos técnico-metodológicos aplicados en la elaboración de la crema y la presentación final de DPS cumplió con las normas estandarizadas: NOM-141-SSA1/SCFI-2012, y NOM-259-SSA1-2022, Productos y servicios, y las normas de salud.

**5).** Con los resultados logrados, se puede decir que la hipótesis planteada en el proyecto es verdadera y los objetivos de la investigación se cumplieron.

**8).** Respecto al costo del producto se está iniciando el funcionamiento de una plataforma web en donde se muestran los productos con precios accesibles para la promoción y difusión del biodermoprotector solar natural.

7). Con relación a los análisis de protección y algún signo de alergia fue nulo, ya que se comprobó al aplicar la crema alrededor 100 personas, no se presentó alergia y a su vez se obtuvo una protección considerable. En lo que respecta a los análisis microbianos realizados no se observó presencia alguna de microorganismos tras haber transcurrido el periodo de incubación.

#### **RECOMENDACIONES:**

El cuidado de la piel es de vital importancia, es por esta razón por la cual se ha presentado este proyecto que tiene como iniciativa prevenir enfermedades cutáneas causadas por la radiación UV, por tal motivo, se recomienda evitar la exposición excesiva a los rayos del sol y reaplicar el producto cada 2 hrs aproximadamente, así mismo, complementar el cuidado de la piel con una buena alimentación, consumiendo frutas altamente ricas en antioxidantes que pueden ayudar a prevenir la aparición de enfermedades dérmicas.

## BIBLIOGRAFÍA:

Mannise, R. (2023, mayo 2). Protector solar natural casero. Pantalla, filtro, bloqueador. Ecocosas; Raul Mannise. <https://ecocosas.com/salud-natural/protector-solar-natural/>

Salgado, M. (27 de Julio de 2017). El daño del sol en la infancia es el que genera tumores en edad adulta. Obtenido de La Region: <http://www.laregion.es/articulo/ourense/dano-sol-infancia-genera-tumores-edad-adulta/20170727080833726111.html>

Eline, B. (19 de abril de 2017). Prevención y detección temprana del cáncer de piel. Recuperado el 03 de septiembre de 2017, de American Cancér Society: <https://www.cancer.org/es/cancer/cancer-de-piel/prevencion-y-deteccion-temprana/que-es-la-radiacion-de-luzultravioleta.html#es>

Pinedo-Vega, J. L., Castañeda-López, R., Dávila-Rangel, J. I., Mireles-García, F., Ríos-Martínez, C., & López-Saucedo, A. (2016). Incidencia de cáncer de piel en Zacatecas. Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social, 52(3), 282–289. [https://revistamedica.imss.gob.mx/index.php/revista\\_medica/article/view/671](https://revistamedica.imss.gob.mx/index.php/revista_medica/article/view/671)

Servín, R. M. (2014). Cáncer de piel, segundo lugar de incidencia en México: FMD. Ciudad de México, México: El Financiero.

EWG. (octubre de 2015). Environmental Working Group. Recuperado el 11 de diciembre de 2018, de Group, Environmental Working:

Diffey, B. L., & Robson, J. (1989). A new substrate to measure sunscreen protection factors throughout the ultraviolet spectrum. Journal of the Society of Cosmetic Chemists, 40(3), 127–133.

Food and Drug Administration. (2019). Sunscreen: How to help protect your skin from the sun. U.S. Department of Health and Human Services.

Greiter, F. (1974). Sun protection factor: Introduction of a universal standard. International Journal of Cosmetic Science, 1(2), 67–74.

Shaath, N. A. (2010). Evolution of modern sunscreen chemicals. En N. A. Shaath (Ed.), Sunscreens: Regulations and commercial development (pp. 3–33). Taylor & Francis.

Caicedo, M. A. (2013). Elaboración de una crema dermoprotectora para contrarrestar los daños causados por los rayos UV. Bogotá, Colombia: CEAD Arbeláez.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (s. f.). La cera de abeja está... donde no te lo imaginas. Gobierno de México. Recuperado de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-cera-de-abeja-esta-donde-no-te-lo-imaginas>

Nivea. (2023, 18 julio). 8 Beneficios del aceite de coco » Tips y consejos | NIVEA ®. <https://www.nivea.es/consejos/piel-bonita/beneficios-aceite-de-coco>

Giampieri, F., Álvarez-Suárez, J. M., Tulipani, S., González-Paramás, A. M., Santos-Buelga, C., Bompadre, S., Quiles, J. L., & Mezzetti, B. (2012). Photoprotective potential of strawberry (*Fragaria × ananassa*) extract against UV-A irradiation damage on human fibroblasts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(9), 2322–2327. <https://doi.org/10.1021/jf205065x>

Mademoiselle Organic. (2022, 21 de junio). Can you put aloe vera on before going in the sun? Recuperado de <https://mademoiselleorganic.com/2022/06/21/can-you-put-aloe-vera-on-before-going-in-the-sun/>

# DETECCIÓN DE LA IDEA SUICIDA APLICANDO HERRAMIENTAS DIGITALES

**Centro de Bachillerato Tecnológico  
Industrial y de Servicios No. 110**

*Liliana Simental Salazar, Julieta Emelia Pérez Velarde*

## RESUMEN

El suicidio es un problema de salud pública que tiene alarmado al país en general, la intervención oportuna es de suma importancia para detectar de forma masiva a los alumnos con altos niveles de reprobación, deserción y rezago con estas características.

La metodología del proyecto consiste en la vinculación de una aplicación digital como una herramienta tecnológica y un cuestionario de la escala de desesperanza de BECK el cual redujo el tiempo de aplicación y detección de la ideación suicida; disminuyendo costos, recursos e insumos, de fácil acceso para los jóvenes, interpretación inmediata para los responsables del proyecto, con estadísticas y resultados alcanzables, medibles y cuantificables.

La innovación de este proyecto de impacto social ayudó a detectar alumnos con ideación suicida, canalizándolos con los profesionales de la salud, cuyo resultado final fue reducir el riesgo de un posible acto de suicidio.

En este artículo se presentan los resultados de una investigación llevada a cabo en el Centro de Bachillerato Tecnológico, Industrial y de servicios No. 110 en el que los resultados evidencian la importancia de la detección temprana de señales de alerta, para una intervención oportuna que reduzca significativamente la probabilidad de conductas suicidas.

**Palabras clave:** Detección, tecnología, suicidio, herramientas.

## INTRODUCCIÓN:

El presente proyecto prototipo tecnológico, consiste en la detección de la ideación suicida utilizando la tecnología digital en línea basada en un cuestionario de la Desesperanza de Beck (1961) que se aplica a los jóvenes, ya que en el estado de Durango cada año crece el número de suicidios, así como los intentos de este. Según estadísticas en el año 2023 fueron 166 casos de suicidios consumados, así como más de 3,000 intentos.

Los docentes constituyen un aliado importante en la cadena preventiva del suicidio al incorporar estrategias que protejan y desarrollen integralmente a sus alumnos.

Al detectar la ideación suicida en los estudiantes el trabajo realizado se justifica debido a que esto nos permite conocer específicamente que alumnos están en riesgo de autolesionarse, los beneficios que se observan son: el tiempo de detección es corto de 10 a 15 minutos, se puede aplicar de forma masiva a la totalidad de los alumnos de una escuela o de una comunidad al mismo tiempo, los costos y recursos para su aplicación son mínimos, la información que se obtiene es de fácil interpretación para la pronta respuesta de quien lo aplique. Los resultados se muestran por colores de acuerdo con los resultados del cuestionario de la desesperanza de Beck, siendo los de color rojo los que se necesitan de su pronta atención por los profesionales de la salud.

Con el abordaje del problema, el diagnóstico, la detección oportuna la escuela o comunidad estará en la posibilidad de implementar programas para fomentar la salud mental y emocional de los adolescentes, disminuyendo con ello los índices de reprobación, deserción y abandono en los planteles, así como evitar futuros suicidios.

Los docentes y la sociedad en general seremos la parte fundamental para en una formación integral y un aprendizaje significativo con un valor agregado que será la implementación de estrategias o técnicas orientadas a soportar estas condiciones.

Al aplicarse posteriormente a todos los planteles y comunidades del estado de Durango se contribuirá a aumentar la eficiencia terminal y por ende la inserción de los alumnos al nivel educativo superior o al sector laboral de personal felices y conscientes de sus fortalezas y áreas de oportunidad.

Este proyecto busca demostrar si la aplicación del cuestionario de Beck mediante la herramienta digital permite detectar de forma masiva el nivel de ideación suicida en menor tiempo y sin costo en estudiantes de 13 a 18 años en el CBTIS 110.

Adicionalmente también busca demostrar que la aplicación muestra una facilidad de acceso para contestar el cuestionario y un rápido análisis e interpretación de resultados, ya que

cada sujeto de estudio es separado por colores que van del verde al rojo dentro del procedimiento de acuerdo con el nivel de ideación suicida arrojado.

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

El suicidio y la tentativa de éste comprenden una variedad de problemáticas mentales, cognitivas, familiares y sociales, las cuales pueden ser generadas por una situación desequilibrada dentro de algún ambiente social tal como rechazo por parte de uno de los padres o ambos, sentirse solo, impulsividad descontrolada, incomprensión, desesperanza, crisis económica, pérdida de algún ser querido, rupturas o conflictos amorosos. Lo anterior, causa diversas sensaciones de estrés, ansiedad, impotencia, incertidumbre y demás sensaciones negativas que se experimentan a lo largo de las problemáticas dentro de la adolescencia lo que conlleva a que a largo plazo se inicien con pensamientos relacionados al suicidio.

En nuestro contexto, con grupos numerosos de jóvenes estudiantes que van de los 13 a los 18 años, pensar en la prevención de un acto suicida, quizás contemplaría numerosos y costosos recursos, además de tiempo. La propuesta innovadora es qué mediante las herramientas digitales y tecnológicas, dichos recursos, costos y tiempo se minimicen, y se pueda aplicar de forma masiva atendiendo al mayor número de jóvenes de nuestras escuelas o comunidades, ya que al obtener los resultados de forma inmediata mediante la información proporcionada por los encuestados se generan estadísticas reales y oportunas para la toma de decisiones.

La formulación del problema de este proyecto es si la aplicación del cuestionario de Beck mediante la herramienta digital permite detectar el nivel de ideación suicida y poder prevenir en menor tiempo y sin costo a estudiantes de 13 a 18 años.

## **JUSTIFICACIÓN:**

El presente proyecto prototipo tecnológico, consiste en la prevención mediante la detección de la idea suicida utilizando la tecnología digital en línea basada en un cuestionario de la Desesperanza de Beck (1961) que se aplica a los jóvenes, ya que en el estado de Durango cada año crece el número de suicidios, así como los intentos de este. Según estadísticas en el año 2023 fueron 166 casos de suicidios consumados, así como más de 3,000 intentos. Los docentes constituyen un aliado importante en la cadena preventiva del suicidio al incorporar estrategias que protejan y desarrollen integralmente a sus alumnos.

Al detectar la ideación suicida en los estudiantes el trabajo realizado se justifica debido a que esto nos permite conocer específicamente que alumnos están en riesgo de autolesionarse, los beneficios que se observan son: el tiempo de detección es corto de 10 a 15 minutos, se puede aplicar de forma masiva a la totalidad de los alumnos de una escuela o de una comunidad al mismo tiempo, los costos y recursos para su aplicación son mínimos, la información que se obtiene es de fácil interpretación para la pronta respuesta de quien lo aplique. Los resultados se muestran por colores de acuerdo con los resultados del cuestionario de la desesperanza de Beck, siendo los de color rojo los que se necesitan de su pronta atención por los profesionales de la salud. Con el abordaje del problema, el diagnóstico, la detección oportuna la escuela o comunidad estará en la posibilidad de implementar programas para fomentar la salud mental y emocional de los adolescentes, disminuyendo con ello los índices de reprobación, deserción y abandono en los planteles, así como evitar futuros suicidios.

Los docentes y la sociedad en general seremos la parte fundamental para en una formación integral y un aprendizaje significativo con un valor agregado que será la implementación de estrategias o técnicas orientadas a soportar estas condiciones.

Al aplicarse posteriormente a todos los planteles y comunidades del estado de Durango se contribuirá a aumentar la eficiencia terminal y por ende la inserción de los alumnos al nivel educativo superior o al sector laboral con personal felices y conscientes de sus fortalezas y áreas de oportunidad.

### **OBJETIVO GENERAL:**

- Implementar una aplicación digital útil y práctica para detectar de forma masiva el nivel de ideación suicida con un mínimo de costo, de recursos y reduciendo el tiempo tanto de aplicación como de análisis de resultados en estudiantes de 13 a 18 años en el CBTIS 110.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Comparar el tiempo de análisis de los resultados de la aplicación del cuestionario de la desesperanza de Beck de forma individual y de forma masiva
- Comparar el tiempo que se ocupa con la aplicación de forma individual y de forma masiva.

## MARCO TEÓRICO:

El suicidio es un grave problema de salud pública y se calcula que cada año se suicidan más de 800.000 personas en el mundo y por cada una de ellas se realizan muchos más intentos de suicidio. Además, los suicidios y los intentos de suicidio afectan, tanto directa como indirectamente a otras personas y generan un grave impacto sobre quienes sobreviven “survivors”, como cónyuges, madres y padres, hijos e hijas, familia, amistades, personas del ámbito laboral y coetáneas, tanto a corto como a largo plazo. Se estima que cada suicido afecta de forma directa de seis a catorce familiares o amistades (Jordan&Mcintosh 2011).<sup>4</sup> “Se entiende por suicidio el acto deliberado e intencional realizado por una persona para quitarse la vida.”<sup>5</sup> Salud mental es el estado de bienestar físico, emocional y social en el cual el individuo consciente de sus propias capacidades puede afrontar las tensiones de la vida, ser productivo y contribuir a la comunidad, está determinado por componentes históricos, socioeconómicos, culturales, biológicos y psicológicos, cuya preservación y mejoría implica una dinámica de construcción social vinculada al respeto de los derechos humanos y sociales y a la dignidad de toda persona. La conducta suicida es cualquier acción individual con la intención de terminar con su vida, independientemente de la letalidad, método empleado, se produzca o no la muerte del individuo; Personal de salud mental son los Profesionales (psicólogos, psiquiatras, neurólogos, trabajadores sociales y enfermeros), especialistas, técnicos, auxiliares y demás personas que laboren en la prestación de los servicios de salud mental; Es importante contar con una Red de Salud Mental que se entiende como la organización y vinculación de instituciones y organismos del sector público, privado y social, cuyos recursos y acciones en los diferentes niveles de atención, se orientan a la promoción, prevención, tratamiento, rehabilitación y reintegración social de las personas que padezcan o estén en riesgo de padecer una condición de salud mental.

Las ideas de suicidio se refieren a los pensamientos relacionados con querer quitarse la propia vida. El comportamiento suicida se refiere a las acciones tomadas por alguien que está considerando o preparando la causa de su propia muerte de manera voluntaria. El intento o gesto de suicidio por lo general se refiere a un acto enfocado en causar la propia

---

<sup>4</sup> Jordan & Mcintosh. (2011). El suicidio y sus implicaciones. Revista de Psicoterapia, 2011 vol. 20, No 89.

<sup>5</sup> Ley de salud mental para el estado de durango publicado en el periódico oficial N° 54 de fecha 7 de julio de 2022. Decreto 140 de la LXIX Legislatura.

muerte que no resulta exitoso. “El suicidio constituye un problema de salud pública muy importante, pero en gran medida prevenible”.<sup>6</sup> “El suicidio en el Estado de Durango ha dejado de ser un tema tabú debido a que desde enero de 2019 a finales de 2023, han sucedido más de 790 casos de personas que desafortunadamente han logrado su cometido.”<sup>7</sup>

SUICIDIOS EN EL ESTADO DE DURANGO	
2019	153
2020	131
2021	171
2022	169
2023	166

Tabla No. 1. Instituto de Salud Mental del Estado de Durango.

“Representa la segunda causa de muerte entre jóvenes de entre 15 y 29 años”<sup>8</sup>, “El suicidio es considerado un problema de salud pública que conlleva una tragedia para las familias y para la sociedad”<sup>9</sup>. “Estas pérdidas pueden prevenirse si se interviene de manera oportuna, por lo que es debido centrarse en la comprensión de estos sucesos para crear estrategias adecuadas de intervención”<sup>10</sup>.

<sup>6</sup> OMS. Centro de Prensa. Ginebra. 8 de Septiembre de 2004.

<sup>7</sup> Instituto de Salud Mental del Estado de Durango.

<sup>8</sup> Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado | 11 de septiembre de 2020 | Comunicado.

<sup>9</sup> Organización Mundial de Salud (OMS). (2018). Suicidio. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/suicide>

<sup>10</sup> Organización Panamericana de Salud (OPS). (2020). Prevención del suicidio. <https://www.paho.org/es/temas/prevencion-suicidio>

## **METODOLOGÍA Y DESARROLLO:**

Para poder perpetuar un suicidio se debe pasar por tres fases:

- 1.- La ideación suicida que en la mayoría de los casos es desde temprana edad, en este momento es cuando la persona empieza a planear la forma en que puede quitarse la vida.
- 2.- El intento suicida es cuando la persona se autolesiona.
- 3.- El suicidio consumado

Para el estudio y la investigación confirmatoria y tecnológica, nuestro proyecto se centra en la primera etapa, que es la ideación suicida, ya que los alumnos de entre 13 y 18 años se encuentran la gran mayoría de ellos en esta primera fase, permitiendo la posibilidad de la aplicación de un cuestionario para conocer el nivel de la desesperanza del estudiante en tiempo real y darle la ayuda y canalización por parte de los profesionales de la salud mental. El intento suicida está determinado por la idea fija de desesperanza y hay que brindarle atención para poder evitar que ese sentimiento de negatividad crezca, ya que los adolescentes se ven con poca o nula capacidad para pedir ayuda. Por lo anterior, la evaluación del estado de ánimo del alumno dentro del aula o comunidad permitirá medir el nivel de riesgo en el que se encuentra el estudiante y en caso de ser un nivel alto intervenir en el momento. Son muchas las escalas existentes, pero el instrumento utilizado para esta investigación es el cuestionario de la escala de la desesperanza de Beck para medir el riesgo de suicidio de alumno, por medio de ésta se detecta la situación emocional y de crisis que pueda tener. Esta escala tiene aceptación científica como herramienta y se considera una buena alternativa por ser fácil y rápida en su aplicación. Se plantea como un paradigma cuantitativo.

Tiempo: Se postula la aplicación del cuestionario digital a los alumnos una vez cada mes en la clase de tutorías o en cualquier momento que se necesite. La aplicación del cuestionario en promedio es de 10 a 15 minutos y consta de 20 preguntas. El Procesamiento de los datos es muy fácil de trabajar ya que solo se configura una fórmula, por lo que el tiempo utilizado es de 25 minutos solamente la primera vez. El análisis de los resultados se facilita debido a que salen los sujetos encuestados con colores para su rápida identificación, el tiempo estimado es de 20 minutos incluye descargar las estadísticas en Excel y su análisis. La identificación de los alumnos es rápida debido a que en el mismo informe salen los nombres de todos los estudiantes ya que el correo se compone por el nombre y los dos apellidos, o el correo se encuentra en una base de datos donde especifica a quien corresponde por lo

que solo se revisan los sujetos de análisis que presentan ideas de suicidio los cuales están divididos por colores. La base de datos es proporcionada por la misma escuela o comunidad.

Recursos materiales: Para este proyecto se necesita solamente una computadora donde se generará la encuesta que se va a realizar a los alumnos, en ella también se analizarán los resultados obtenidos en la encuesta escala de BECK. Los resultados de cada mes se almacenarán también en la nube.

Computadora Escritorio Completa Intel Dual Core 8gb ssd 240gb +2tb Wifi monitor Led 18.5 con un costo variable desde los \$8,000 pesos.

### **Descripción de la computadora**

1.-Gabinete: ACTECK 500 W. 2.-Tarjeta Madre: INTEL CELERON 3.-Procesador: Intel® Dual Core Celeron J1800 4.-Gráficos: Intel® UHD Graphics. 5.- Disco Duro: 2 TB SATA. 6.- Memoria Ram: 8 GB DDR4. 7.-WiFi: USB. 8.- Monitor: Led 18.5", VGA/HDMI. La marca varía según la disponibilidad. 9.-Kit: Teclado, Mouse y Bocinas USB, Español. 10.- Unidad de Estado Sólido 240GB (sistema operativo). 11.- Software Instalado: Windows 11 Home 64 Bits y Office.

En el caso de la mayoría de las escuelas o de las comunidades la computadora ya se encuentra trabajando en cada sede por lo que no se requiere comprarla.

El internet que se requiere es el normal ya que no se necesitan especificaciones especiales. Existe un internet gratuito proporcionado por el gobierno.

Un teléfono para en caso de necesitarlo comunicarse de inmediato con los padres de familia. Este servicio ya cuenta la mayoría de las escuelas o comunidades con una o más líneas. No se requiere más material, ya que todo es digital. No se requieren memorias USB debido a que todo se guardará en la nube.

## **Recursos Humanos**

Director del plantel o comunidad para supervisar el proyecto. Subdirector del plantel o comunidad para coordinar el proyecto. Personal de orientación educativa y/o encargado para generar y compartir la liga del formulario a los docentes para la aplicación de la misma de forma digital a cada uno de los grupos de la escuela o comunidad. Psicólogos, trabajadores sociales y/o vinculadores para canalizar fuera del plantel o comunidad a los alumnos que lo necesiten.

## **Proceso o actividades clave.**

ESCALA DE BECK. Se trata de una escala autoadministrada de respuestas dicotómicas. Las instrucciones se les proporcionan a los alumnos por medio de su tutor o docente el cual les indica que ingresen a la liga y contesten de forma honesta las 20 preguntas del cuestionario, señalando si las afirmaciones se ajustan o no a su situación personal. Las opciones de respuestas son verdadero o falso. La encuesta para su consulta se encuentra en los anexos.

Se elige una población diana: Población con trastorno psicótico de inicio. Útil para identificar personas con trastorno psicótico con riesgo suicida. Se puntúa 1 las repuestas "Verdadero" de los ítems (2, 4, 7, 9, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 20) y el resto de las respuestas "Falso". El punto de corte más adecuado se sitúa en 8, una puntuación igual o superior indica un grado de desesperanza alto. El cuestionario se realizó en la aplicación de Googleforms, para poder tener acceso a toda la comunidad estudiantil utilizando su correo institucional o cualquier correo solo que se encuentre registrado en base de datos para poder tener acceso al mismo. El correo institucional lo obtienen al momento de inscribirse a la institución esto nos asegura que toda la población puede ser encuestada. Si lo anterior no se lleva a cabo solo necesita proporcionar el alumno un correo y registrarse en una base de datos para poder identificar de quien se trata. Finalmente se genera una liga de acceso a la encuesta de BECK para después ser enviada a los alumnos que vamos a encuestar por medio de WhatsApp ó correo electrónico institucional o personal. Al momento de terminar dicha encuesta de Beck los datos se bajan a Googlesheet (hojas de cálculo) para poder ser analizados, dar una respuesta inmediata de los alumnos más propensos al suicidio y dar el resultado a la autoridad correspondiente. En esa hoja de cálculo, podemos graficar (grupos, pregunta o general) así poder analizar los datos más específicos según se requieran. Los

procedimientos de mantenimiento del prototipo requerido para este proyecto son mínimos, ya que solamente es tener la computadora limpia de algún virus, toda la información se guardará en la nube para que este siempre respaldada y pueda ser utilizada en cualquier momento si así se requiere, realizar limpieza de cada encuesta que se va realizando para poderla hacerlo de forma mensual y realizar limpieza a correos institucionales que ya no son utilizados por alumnos (egresados o dados de baja). Coordinación y supervisión. La supervisión estará a cargo del director y la Coordinación del subdirector del plantel o de la comunidad.

Ruta metodológica de acopio y análisis de información obtenida (Bardin, 2002) y el manejo de ésta. Se aplicó la encuesta a 18 personas mayores de edad de forma voluntaria en el centro educativo. Una vez realizada la encuesta se abrió el GoogleSheet y se analizó los resultados con gráficas y se envió al director y subdirector con los nombres de las personas que requieren atención inmediata, el mismo día de la aplicación. Se Determinó la validez y confiabilidad de la Escala de Desesperanza de Beck<sup>11</sup> en las encuestas aplicadas para poder prevenir el suicidio.

Método: El método fue a través de una encuesta de la prueba de la Escala de Desesperanza de Beck. La muestra estuvo compuesta por 18 personas mayores de edad.

Resultados del análisis de datos: Permitió sostener que la escala de la desesperanza es un instrumento confiable y válido para detectar el nivel de ideación suicida en la población, así como probar que los resultados aplicando la herramienta digital propuesta se obtuvieron de forma masiva, inmediata, con mínimo de tiempo y recurso.

Conclusiones: La presente investigación permitió suponer que esta herramienta tecnológica digital fue fácil de administrar y ayudó en la detección eficaz y temprana de la ideación suicida, siendo un aporte a la prevención del suicidio en los planteles o comunidades.

---

<sup>11</sup> Aguilar E, Hidalgo M, Cano R, López J, Campillo M, Hernández J. Estudio prospectivo de la desesperanza en pacientes psicóticos de inicio: características psicométricas de la escala de desesperanza de Beck en este grupo. *Anales de psiquiatría*. 1995; 11(4): 121-125.

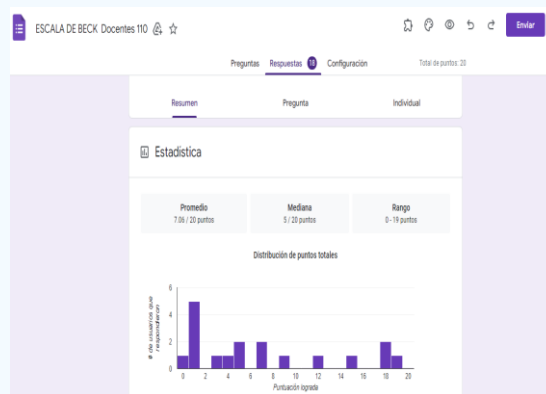
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

La innovación y modernidad de este proyecto de impacto social, desarrollado por medio de la tecnología, con un diseño y uso fácil y accesible, con un mínimo costo, reúne una combinación de elementos para la detección masiva oportuna del nivel de la ideación suicida cuyo resultado final es reducir el riesgo de un posible acto de suicidio de jóvenes adolescentes de 13 a 18 años, lo anterior con resultados obtenidos automáticamente y al momento de contestar el cuestionario de la desesperanza de Beck e identificándolos con colores que van de verde a rojo, siendo éstos últimos los que necesitan canalización inmediata. Los alumnos con color verde son alumnos que se encuentran equilibrados. Los de color amarillo tienen algún síntoma de negatividad. Los estudiantes en naranja son alumnos canalizables en los siguientes 3 días. Los alumnos en color rojo se les tiene que dar canalización y seguimiento de inmediato. El cuestionario de la desesperanza de Beck consta de preguntas que no son tan directas, pero a la vez son precisas y concisas realizadas de manera en la que se pueda detectar alguna problemática, como comportamientos o ideaciones suicidas. Este cuestionario es usado como herramienta por profesionales de la salud desde 1961. Es importante recalcar que la idea y planificación de este prototipo se dirige hacia jóvenes y adolescentes, ya que, según nuestra investigación previa, las enfermedades mentales, problemáticas sociales y el acto del suicidio predomina de manera más elevada en los mismos.

Esta aplicación puede ser útil para escuelas o comunidades donde sus aprendientes oscilan en edades de entre 13 a 18 años, lo cual sería de gran utilidad para la detección de alumnos con alto grado de reprobación, deserción y abandono, que se derive dicha problemática de un alto grado de desesperanza y tengan ideación suicida. Cabe recalcar que no existe una aplicación que se esté utilizando en la actualidad con las características ofrecidas. Este proyecto abre paso hacia la reflexión acerca de la importancia de atención, comprensión y abordaje de la ideación suicida. Al centrarnos en el cuidado integral del alumno se contribuirá en fomentar la resiliencia, la autoestima, la empatía y disminuir los índices de reprobación, deserción y abandono, así como el disminuir de manera eficaz las tasas de suicidio.

## CONCLUSIONES:

Se determinó la validez y confiabilidad de la Escala de Desesperanza de Beck <sup>12</sup> en las encuestas aplicadas para poder detectarla ideación suicida. Respuesta de la encuesta de BECK estadística con un total de 18 respuestas. Una vez que se realizó la encuesta se abrió el GoogleSheet y se analizó los datos en general, en las respuestas se puso un formato condicional para poder poner en colores el punto de corte más adecuado se situó en 8, una puntuación igual o superior indicó un grado de desesperanza alto (ideas suicidas) considerando que a partir de 8 se puso en color rojo y de ahí descendió el color a naranja, amarillo hasta llegar al verde donde la desesperanza fue baja.



- Gráfica de las 20 preguntas en donde el promedio de las respuestas es de 7.06/20 puntos. La mediana es 5/20 puntos. Rango del 0-19 puntos.

<sup>12</sup> Aguilar E, Hidalgo M, Cano R, López J, Campillo M, Hernández J. Estudio prospectivo de la desesperanza en pacientes psicóticos de inicio: características psicométricas de la escala de desesperanza de Beck en este grupo. Anales de psiquiatría. 1995; 11(4): 121-125.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Marca temporal	Dirección de correo elect	Puntuación	Espero el futuro	Puedo darme por	Cuando las cosas	No puedo imagin	Tengo bastante tem	En el futuro
2	20/11/2023 14:57:59	julieta.perez@cbtis110.edu.mx	9/20	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero
3	20/11/2023 14:58:22	liliana.simental@cbtis110.edu.mx	19/20	Falso	Verdadero	Falso	Falso	Falso	Falso
4	20/11/2023 15:50:40	charleso24@gmail.com	17/20	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
5	20/11/2023 16:58:48	16040824@durango.edu.mx	17/20	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero
6	20/11/2023 17:28:16	aliameriva2207@gmail.com	3/20	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero	Verdadero
7	20/11/2023 17:30:07	lscapeda1971@gmail.com	11/20	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero
8	20/11/2023 18:13:12	arigtmot22@gmail.com	4/20	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero
9	20/11/2023 18:14:12	mhbzd@gmail.com	5/20	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero
10	20/11/2023 18:26:09	allen.danae1@gmail.com	17/20	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero
11	20/11/2023 18:28:32	miqulmuvive@gmail.com	7/20	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso
12	20/11/2023 18:37:46	lmonesndalia@gmail.com	12/20	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Falso	Falso
13	20/11/2023 18:48:14	lilmones73@gmail.com	15/20	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero
14	20/11/2023 19:43:56	glomene21@gmail.com	7/20	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Falso	Falso
15	20/11/2023 21:14:28	yazhicarrasco@gmail.com	17/20	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero
16	20/11/2023 22:29:55	miqulmuvive@gmail.com	5/20	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Falso	Falso
17	20/11/2023 22:31:48	barbosahht@gmail.com	18/20	Falso	Verdadero	Falso	Falso	Falso	Falso
18	21/11/2023 9:27:14	sagch10cuz@gmail.com	9/20	Falso	Falso	Falso	Falso	Falso	Falso
19	21/11/2023 11:07:43	rosa.simental@cbtis110.edu.mx	18/20	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero	Falso	Falso

- Graficas por pregunta. Se puntúa 1 las repuestas "Verdadero" de los ítems (2, 4, 7, 9, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 20) y el resto de las respuestas "Falso". El punto de corte más adecuado se sitúa en 8, una puntuación igual o superior indica un grado de desesperanza alto.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Marca temporal	Dirección de correo	Puntuación	Espero el futuro	Puedo darme por	Cuando las cosas	No puedo imagin
3	20/11/2023 14:58:22	liliana.simental@cbtis110.edu.mx	19/20	Falso	Verdadero	Falso	Falso
17	20/11/2023 22:31:48	barbosahht@gmail.com	18/20	Falso	Verdadero	Falso	Falso
19	21/11/2023 11:07:43	rosa.simental@cbtis110.edu.mx	18/20	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero

- 3 personas en color rojo que representa el 17% de los encuestados. Con las estadísticas se puede concluir que las personas de este rango se sienten solos y tienen pensamientos suicidas, se canalizan de inmediato a Orientación Educativa después de contestar el cuestionario, para su derivación con profesionales de la salud mental.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Marca temporal	Dirección de correo	Puntuación	Espero el futuro	Puedo darme por	Cuando las cosas	No puedo imagin
12	20/11/2023 18:37:46	lmonesndalia@gmail.com	12/20	Falso	Falso	Verdadero	Verdadero
13	20/11/2023 18:48:14	lilmones73@gmail.com	15/20	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero

- 2 personas en el color naranja que representa el 11% de los encuestados. Con los resultados de la escala de la desesperanza se puede concluir que los alumnos en este rango están deprimidos, con estrés y ansiedad, por lo que se canalizan con el tutor de su respectivo grupo para su intervención y en su caso canalización.

1	Fecha temporal	Dirección de correo elec	Participación	Espero el futuro	Puedo dormir por	Cuánto las cosas	No puedo imaginar	Tengo bastante
2	20/11/2023 14:57:50	julietaperez@cdta110.edu.ar	0/20	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero
4	20/11/2023 15:50:40	charlitos24@gmail.com	1/20	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero
5	20/11/2023 16:50:46	16040824@baurango.edu.ar	1/20	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero
6	20/11/2023 17:28:16	albermuniu2207@gmail.com	3/20	Verdadero	Falso	Verdadero	Verdadero	Verdadero
7	20/11/2023 17:30:07	lucapedra1971@gmail.com	1/20	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero
8	20/11/2023 18:13:12	artightmold2@gmail.com	4/20	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero
9	20/11/2023 18:14:12	mhdtz@gmail.com	5/20	Verdadero	Falso	Falso	Verdadero	Falso
10	20/11/2023 19:26:09	alben.damas1@gmail.com	1/20	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Falso
15	20/11/2023 21:14:28	yajzicantonza@gmail.com	1/20	Verdadero	Falso	Verdadero	Falso	Verdadero
16	20/11/2023 22:29:55	miquelroslasz@gmail.com	5/20	Falso	Falso	Verdadero	Falso	Falso

- 10 personas en color verde que representa que representa el 56%.

El análisis: Se aplicó la Escala de Desesperanza de Beck, a voluntarios mayores de edad y de forma voluntaria donde nos arrojó la siguiente información:

10 personas en el color verde que representa el 56% de los encuestados.

2 personas en el color naranja que representa el 11% de los encuestados.

3 personas en color rojo que representa el 17% de los encuestados.

Y el resto de color amarillo que representa el 16% de los encuestados.

A los 30 días se realizará una valoración para determinar la validez predictiva del intento suicida o suicidio.

Interpretación: Los alumnos que estuvieron en el caso de más de 8 respuestas dentro de la escala, (color rojo) fueron canalizados de inmediato a orientación educativa citando a los padres de familia para que tuvieran conocimiento de la problemática.

Los alumnos en color naranja fueron canalizados con el tutor de grupo para que tuvieran una conversación y saber el motivo por el que se sienten tristes. Dando seguimiento a la situación por parte del tutor y padres de familia.

La técnica de recolección de los datos por ser una investigación cuantitativa consistió en un cuestionario cerrado.

En el Estado de Durango se registraron en el año 2022, 169 casos consumados y dejando más de 3,000 sucesos de intentos de suicidios, y a la fecha a noviembre del 2023 se registran ya más de 160 suicidios, por lo anterior es importante reflexionar y actuar como integrantes de la comunidad escolar con estrategias viables y útiles en la detección de la primera fase del suicidio que es cuando surgen las ideas de autodestrucción.

La intervención oportuna del docente en el aula es de suma importancia para la resolución de este problema, si logramos revertir los pensamientos negativos los alumnos tendrán un equilibrio físico y mental y se reducirán por ende los altos niveles de reprobación, deserción y rezago de alumnos con estas características que les impiden desarrollar sus capacidades y habilidades. Con la herramienta digital propuesta y aplicando la tecnología, se puede detectar alumnos con ideación suicida, de forma rápida y masiva. Es viable ya que solo se necesita una computadora. Es factible, de bajo costo y manipulable por el personal del plantel o la comunidad, contribuyendo oportunamente a la toma de estrategias.

El tiempo de aplicación y análisis sin la herramienta digital por persona fue de 2 horas (2 sesiones) que tomando en cuenta las 18 personas encuestadas fue de 36 horas totales con un costo de 18,000 pesos (cada sesión 500 pesos).

Con la herramienta digital fue de 30 minutos máximo de forma simultánea para su aplicación a las 18 personas sin ningún costo.

### **RECOMENDACIONES:**

Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación, se proponen las siguientes recomendaciones y líneas de investigación que permitirán ampliar, profundizar y complementar el estudio del fenómeno del suicidio desde diversas perspectivas:

Se recomienda desarrollar investigaciones que analicen de manera diferenciada los factores de riesgo y protección según grupos etarios, especialmente en adolescentes y jóvenes, a fin de generar estrategias de prevención específicas y contextualizadas.

Resulta pertinente profundizar en el estudio de la influencia del contexto educativo en la conducta suicida, considerando variables como el clima escolar, el acoso escolar, la carga académica y el papel del personal docente y directivo en la detección temprana y canalización de casos de riesgo.

Se sugiere ampliar la investigación sobre el impacto de las tecnologías digitales y redes sociales en la salud mental, evaluando tanto sus efectos adversos como su potencial para la prevención, la orientación y el acompañamiento psicológico.

Se propone realizar estudios cualitativos que recuperen las experiencias y percepciones de personas sobrevivientes de intento suicida y de familiares, con el propósito de identificar factores protectores, necesidades de atención y áreas de mejora en los servicios de apoyo.

Es necesario impulsar investigaciones que evalúen la efectividad de programas de prevención del suicidio implementados en instituciones educativas, comunitarias y de salud, mediante estudios comparativos y longitudinales que permitan medir su impacto real.

Se aconseja profundizar en el análisis de los factores culturales, de género e interculturales, con el fin de comprender cómo influyen en la expresión del malestar emocional, la búsqueda de ayuda y la percepción social del suicidio.

Otra alternativa es fortalecer líneas de investigación relacionadas con el acceso, cobertura y calidad de los servicios de salud mental, identificando brechas estructurales, económicas y territoriales que dificultan la atención oportuna.

Resulta conveniente promover estudios interdisciplinarios que integren aportes de la psicología, la educación, la sociología y la salud pública, con el objetivo de construir modelos explicativos integrales y propuestas de intervención más eficaces.

Se considera pertinente desarrollar investigaciones enfocadas en la prevención desde etapas tempranas del desarrollo, analizando el impacto de la educación socioemocional, el entorno familiar y el apego como factores protectores a largo plazo.

Finalmente, se destaca la importancia de realizar estudios longitudinales que permitan el seguimiento de poblaciones en situación de riesgo, con el propósito de identificar trayectorias, patrones de conducta y elementos de resiliencia que contribuyan a la prevención sostenida del suicidio.

## BIBLIOGRAFÍA:

(OMS), O. M. (17 de Junio de 2021). <https://www.who.int/>. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/suicide>

Anna Ortiz. (20 de junio de 2020). Psicología y Desarrollo. Obtenido de <https://psicologiaydesarrollo.es/>: <https://psicologiaydesarrollo.es/padres-la-adolescencia-es-una-etapa-muy-estresante/>

Organización Panamericana de la Salud. (2020). [//www.paho.org](http://www.paho.org). Obtenido de <https://www.paho.org/es/temas/prevencion-suicidio>

Sánchez-Sosa, J. C. (18 de Octubre de 2010). [scielo.isciii.es](http://scielo.isciii.es). Obtenido de <https://scielo.isciii.es/pdf/inter/v19n3/v19n3a08.pdf>

Yeni Rosa Damayanti. (24 de Mayo de 2018). Naciones Unidas Derechos Humanos. Obtenido de <https://www.ohchr.org/>: <https://www.ohchr.org/es/stories/2018/05/mental-health-human-right>

Jordan & Mcintosh. (2011). El suicidio y sus implicaciones. Revista de Psicoterapia, 2011 vol. 20, no 89.

Porter, D., & Bertolote, J. (2004). El suicidio, un problema de salud pública enorme y sin embargo prevenible, según la OMS. Recuperado el, 20, r61.

Ley de salud mental para el estado de Durango. Publicado en el periódico oficial n° 54 de fecha 7 de julio de 2022. Decreto 140 de la LXIX legislatura.

Aguilar E, Hidalgo M, Cano R, López J, Campillo M, Hernández J. Estudio prospectivo de la desesperanza en pacientes psicóticos de inicio: características psicométricas de la escala de desesperanza de Beck en este grupo. Anales de psiquiatría. 1995; 11(4): 121-125.

Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado | 11 de septiembre de 2020 | Comunicado.

Sánchez-Cervantes, F. S., Serrano-González, R. E., & Márquez-Caraveo, M. E. (2015). Suicidios en menores de 20 años. México 1998-2011. Salud mental, 38(5), 379-389. Instituto de Salud Mental del Estado de Durango.

Tovar, J. A., de los Ríos, L. R., Díaz, C. R. P., León, A. F., & Enríquez, J. (2006). Escala de desesperanza de Beck (BHS): Adaptación y características psicométricas. Revista de investigación en psicología, 9(1), 69-79.

# ECO-INCARTO BIOPLÁSTICO FABRICADO A BASE DE LA CELULOSA DEL CARRIZO (*PHRAGMITES AUSTRALIS*)

Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios #62

Jose Alfredo Fiol Higuera / Maria Camila Ortega Gonzalez

## RESUMEN:

La contaminación generada por los plásticos no degradables constituye una de las principales problemáticas ambientales actuales, debido a su lenta descomposición y acumulación en ecosistemas terrestres y marinos. Ante esta situación, el presente estudio tuvo como objetivo desarrollar un bioplástico a partir de la celulosa del carrizo (*Phragmites australis*), una planta invasora presente en la región de Baja California Sur, con el fin de proponer una alternativa sostenible a los plásticos convencionales derivados del petróleo.

La metodología incluyó la recolección del carrizo en zonas estratégicas, su secado y trituración para la obtención de fibras vegetales. Posteriormente, se realizó un proceso de transformación mediante la incorporación de solventes naturales para producir láminas de bioplástico. El material obtenido fue sometido a pruebas de resistencia, flexibilidad y degradación en condiciones controladas para evaluar su viabilidad.

Los resultados indicaron que el bioplástico presentó propiedades mecánicas adecuadas para usos de baja exigencia y una degradación más rápida en comparación con los plásticos tradicionales. Asimismo, su producción contribuye al aprovechamiento de una especie invasora, lo que representa un beneficio ambiental adicional.

Se concluye que el bioplástico elaborado a base de carrizo constituye una alternativa viable y ecológica, con potencial para disminuir la contaminación plástica y favorecer el manejo sostenible de recursos en la región.

**Palabras Clave:** Bioplástico, *Phragmites australis*, contaminación plástica, biodegradabilidad, sostenibilidad.

## INTRODUCCIÓN:

La contaminación por plásticos se ha convertido en uno de los principales problemas ambientales a nivel mundial. Desde la década de 1950, la producción de plásticos ha crecido exponencialmente debido a su bajo costo, versatilidad y durabilidad (Geyer, Jambeck & Law, 2017). No obstante, estas características también representan una desventaja ambiental significativa, ya que la mayoría de los plásticos convencionales pueden tardar siglos en degradarse. Se estima que millones de toneladas de residuos plásticos ingresan cada año a los océanos, afectando gravemente la biodiversidad marina y los ecosistemas costeros (Jambeck et al., 2015). Además, la fragmentación de estos materiales en microplásticos ha incrementado los riesgos ambientales y para la salud humana al incorporarse en cadenas alimenticias (UNEP, 2021).

Ante esta problemática, la comunidad científica ha impulsado el desarrollo de alternativas más sostenibles, entre ellas los bioplásticos. Estos materiales se producen a partir de recursos renovables como almidón, celulosa o ácido poliláctico (PLA), y pueden ser biodegradables bajo condiciones específicas (European Bioplastics, 2023). Diversos estudios señalan que los bioplásticos pueden contribuir a reducir la dependencia de combustibles fósiles y disminuir la huella de carbono en comparación con los plásticos tradicionales (Ritchie & Roser, 2018).

En México, particularmente en regiones con alta sensibilidad ecológica como Baja California Sur, la búsqueda de soluciones sostenibles es especialmente relevante. En esta zona, además del problema global de los residuos plásticos, existe la presencia de especies invasoras como el carrizo (*Phragmites australis*), una planta de rápido crecimiento que altera ecosistemas acuáticos y desplaza especies nativas (Saltonstall, 2002). Aunque su expansión representa un desafío ambiental, su alto contenido de fibras y celulosa ofrece potencial como materia prima para el desarrollo de materiales biodegradables.

En este contexto, el presente estudio se enfoca en la elaboración de un bioplástico a partir del carrizo (*Phragmites australis*) recolectado en Baja California Sur. La relevancia de esta

investigación radica en que integra dos problemáticas ambientales: la contaminación por plásticos no degradables y la proliferación de una especie invasora. Al explorar la viabilidad del carrizo como materia prima para la producción de bioplásticos, se busca generar una alternativa local, sostenible y de bajo impacto ambiental.

De esta manera, la investigación no solo contribuye al desarrollo de materiales más amigables con el medio ambiente, sino que también promueve el aprovechamiento responsable de recursos disponibles en la región. El impulso de iniciativas de este tipo puede fomentar una cultura de innovación sustentable, fortalecer la investigación científica local y sentar bases para futuras aplicaciones industriales que favorezcan la reducción de residuos plásticos y la conservación de los ecosistemas.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN:

La producción y el consumo masivo de plásticos derivados del petróleo han generado una crisis ambiental de alcance global. Estos materiales, ampliamente utilizados en envases, embalajes y productos de un solo uso, presentan una alta resistencia a la degradación natural, lo que provoca su acumulación en suelos, cuerpos de agua y océanos. En México, al igual que en otros países, la inadecuada gestión de residuos sólidos contribuye a que una parte significativa de los desechos plásticos termine en el ambiente, afectando la biodiversidad, contaminando ecosistemas y generando impactos negativos en la salud humana.

En Baja California Sur, esta problemática adquiere especial relevancia debido a la fragilidad de sus ecosistemas costeros y marinos, considerados de alto valor ecológico y turístico. La acumulación de residuos plásticos en playas y cuerpos de agua no solo deteriora el paisaje natural, sino que también pone en riesgo especies marinas mediante la ingestión o el enredo en desechos plásticos. A ello se suma la limitada infraestructura para el manejo integral de residuos en algunas zonas, lo que agrava la dispersión de estos materiales en el entorno.

Paralelamente, la región enfrenta la proliferación del carrizo (*Phragmites australis*), una especie vegetal invasora que se expande rápidamente en humedales y cuerpos de agua, desplazando especies nativas y alterando el equilibrio ecológico. Su crecimiento excesivo modifica la dinámica hídrica, reduce la biodiversidad y dificulta el acceso a recursos acuáticos. Actualmente, el control de esta planta representa un desafío ambiental y económico.

A pesar de la gravedad de ambas problemáticas —la contaminación por plásticos no degradables y la expansión del carrizo como especie invasora—, no se han desarrollado suficientes estrategias que integren soluciones para ambos fenómenos de manera conjunta. Surge entonces la necesidad de explorar alternativas sostenibles que permitan reducir la

dependencia de plásticos convencionales y, al mismo tiempo, aprovechar recursos naturales disponibles en la región.

En este contexto, el problema central de investigación se formula de la siguiente manera:

¿Es viable la elaboración de un bioplástico a partir del carrizo (*Phragmites australis*) como alternativa sostenible a los plásticos convencionales en Baja California Sur?

Esta interrogante orienta el estudio hacia el análisis de las propiedades del material obtenido, su potencial biodegradabilidad y su posible aplicación en productos de baja exigencia mecánica.

La presente investigación se delimita al desarrollo y evaluación preliminar de un bioplástico elaborado a partir de fibras de carrizo recolectado en Baja California Sur. El estudio se centra en:

- La recolección y procesamiento del carrizo como materia prima.
- La elaboración experimental de láminas de bioplástico mediante métodos accesibles a escala de laboratorio.
- La evaluación básica de propiedades físicas como resistencia, flexibilidad y degradación en condiciones controladas.

No se contempla la producción a escala industrial, el análisis económico detallado ni estudios de impacto ambiental a largo plazo. Asimismo, el proyecto se limita a comparar el material obtenido con plásticos convencionales de uso común únicamente en términos generales de resistencia y degradabilidad.

La importancia de esta investigación radica en su contribución potencial a la búsqueda de soluciones sostenibles frente a dos problemáticas ambientales relevantes en la región. En primer lugar, el desarrollo de bioplásticos a partir de fuentes renovables puede disminuir la dependencia de combustibles fósiles y reducir la acumulación de residuos no degradables

en el ambiente. Aunque los bioplásticos no representan por sí solos la solución definitiva a la contaminación plástica, constituyen una alternativa prometedora dentro de un enfoque integral de sostenibilidad.

En segundo lugar, el aprovechamiento del carrizo como materia prima transforma una especie invasora en un recurso útil, lo que se alinea con los principios de la economía circular. En lugar de considerar esta planta únicamente como un problema ambiental, su uso en la elaboración de materiales biodegradables podría contribuir indirectamente a su control y manejo sostenible.

Desde el punto de vista científico, el estudio aporta conocimiento sobre la viabilidad del uso de fibras vegetales locales en la fabricación de materiales alternativos. A nivel social y ambiental, puede fomentar una cultura de innovación sustentable, incentivando el desarrollo de proyectos que integren soluciones ambientales con recursos regionales.

La finalidad de la investigación es evaluar la factibilidad técnica de producir un bioplástico a partir del carrizo y determinar si este material presenta características adecuadas para aplicaciones básicas. Con ello, se busca sentar bases para futuras investigaciones más profundas que incluyan análisis de escalabilidad, viabilidad económica e impacto ambiental.

En conclusión, este proyecto se justifica por su enfoque integral, al abordar simultáneamente la problemática de la contaminación plástica y el manejo de una especie invasora en Baja California Sur, proponiendo una alternativa que podría generar beneficios ambientales, científicos y regionales.

## **OBJETIVO GENERAL:**

Desarrollar un biopolímero, elaborado a partir de la celulosa extraída del carrizo (*Phragmites australis*) recolectado en la región de Baja California Sur y así posteriormente, elaborar eco-empaques y envases, para atender las necesidades de los consumidores, sin generar impactos negativos en el medio ambiente.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Obtener celulosa de carrizo mediante extracción en seco.
- Identificar la interacción de materiales en la elaboración del bioplástico.
- Verificar el tiempo de degradación en distintos entornos.
- Proseguir con la fabricación del biopolímero y su diseño para producción.
- Fomentar educación ambiental, tecnologías limpias y consumo responsable.

## MARCO TEÓRICO:

- Problemática ambiental de los plásticos convencionales.

La producción mundial de plásticos ha aumentado de manera exponencial desde la segunda mitad del siglo XX debido a su bajo costo, versatilidad y durabilidad. Sin embargo, estas mismas características han generado una acumulación masiva de residuos persistentes en el ambiente. Se estima que más de 8,000 millones de toneladas métricas de plástico han sido producidas desde 1950, de las cuales una gran proporción se ha convertido en desecho (Geyer et al., 2017). Una parte significativa de estos residuos termina en ecosistemas marinos, afectando la biodiversidad mediante ingestión, enredo y contaminación por microplásticos (Jambeck et al., 2015).

Además, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente señala que la contaminación plástica constituye una amenaza sistémica que impacta la salud ambiental, económica y social, especialmente en regiones costeras (UNEP, 2021). Este contexto evidencia la necesidad de desarrollar materiales alternativos que reduzcan la dependencia de polímeros derivados del petróleo.

- Bioplásticos como alternativa sostenible.

Ante esta problemática, los bioplásticos han surgido como una alternativa prometedora. Estos materiales pueden definirse como plásticos producidos total o parcialmente a partir de recursos renovables, y en algunos casos presentan características de biodegradabilidad o compostabilidad (European Bioplastics, 2023).

El desarrollo de bioplásticos responde a los principios de sostenibilidad, ya que permite disminuir el uso de combustibles fósiles y potencialmente reducir la huella de carbono asociada a la producción de materiales convencionales (Ritchie & Roser, 2018). No obstante, es importante distinguir entre biobasado y biodegradable, ya que no todos los bioplásticos cumplen ambas condiciones. Por ello, la investigación actual se enfoca en optimizar materiales que combinen origen renovable con capacidad real de degradación en condiciones ambientales controladas o naturales.

- La celulosa como biopolímero estructural.

La celulosa es el polímero natural más abundante del planeta y constituye el principal componente estructural de la pared celular vegetal. Está formada por cadenas lineales de glucosa unidas por enlaces  $\beta$ -1,4-glucosídicos, lo que le confiere alta resistencia mecánica y estabilidad estructural (Klemm et al., 2005).

Debido a su biodegradabilidad, biocompatibilidad y disponibilidad, la celulosa ha sido ampliamente estudiada como materia prima para la elaboración de bioplásticos y materiales compuestos (Nair et al., 2017). Su incorporación en matrices poliméricas puede mejorar propiedades como rigidez, resistencia a la tracción y estabilidad térmica. Además, al provenir de biomasa vegetal, su aprovechamiento se considera una estrategia sostenible dentro del desarrollo de materiales ecológicos.

La transformación de celulosa en bioplásticos generalmente implica procesos de extracción, purificación y modificación química o física, así como la adición de plastificantes naturales que mejoran su flexibilidad y procesabilidad. Estas características permiten obtener materiales aptos para aplicaciones de baja o media exigencia mecánica.

- Aprovechamiento de biomasa vegetal y economía circular.

El uso de fibras vegetales locales para la producción de materiales biodegradables se vincula con el modelo de economía circular, el cual propone reducir, reutilizar y valorizar recursos para minimizar residuos y maximizar su aprovechamiento (Geissdoerfer et al., 2017).

Desde esta perspectiva, la utilización de biomasa considerada problemática —como especies invasoras— puede convertirse en una oportunidad de innovación ambiental. Transformar estos recursos en insumos productivos no solo disminuye la presión sobre materias primas fósiles, sino que también contribuye al manejo sostenible de ecosistemas afectados.

- *Phragmites australis* como fuente potencial de celulosa.

El carrizo (*Phragmites australis*) es una gramínea perenne ampliamente distribuida a nivel mundial. En diversas regiones ha sido catalogada como especie invasora debido a su rápido crecimiento y capacidad de desplazar vegetación nativa, alterando la biodiversidad y la dinámica hidrológica de los humedales (Saltonstall, 2002).

Diversos estudios han demostrado que esta planta posee un contenido significativo de celulosa en su estructura fibrosa, lo que la convierte en una fuente potencial para la obtención de biopolímeros (Sun et al., 2002). La extracción de celulosa a partir de biomasa lignocelulósica como el carrizo implica la eliminación de lignina y hemicelulosa mediante tratamientos químicos o físicos, permitiendo aislar fibras aptas para aplicaciones industriales.

En regiones como Baja California Sur, donde el carrizo representa un desafío ambiental, su aprovechamiento como materia prima para la elaboración de bioplásticos podría generar beneficios dobles: contribuir al control de la especie invasora y ofrecer una alternativa sostenible frente a los plásticos convencionales.

- Fundamentación del objeto de estudio.

El desarrollo de **Eco-Incarto**, un bioplástico fabricado a base de la celulosa del carrizo, se fundamenta en la convergencia de tres ejes teóricos:

1. La necesidad de reducir la contaminación por plásticos derivados del petróleo.
2. El potencial de la celulosa como biopolímero estructural renovable y biodegradable.
3. El aprovechamiento sostenible de biomasa vegetal invasora dentro del enfoque de economía circular.

Desde el punto de vista científico, evaluar las propiedades físicas básicas —resistencia, flexibilidad y degradabilidad— del bioplástico obtenido permite determinar su viabilidad como sustituto de materiales sintéticos de uso común. De esta manera, la investigación se

inserta en la línea contemporánea de desarrollo de materiales ecológicos, aportando una propuesta contextualizada a la realidad ambiental de Baja California Sur.

En síntesis, el marco teórico sustenta que la fabricación de un bioplástico a partir de la celulosa del carrizo no solo es técnicamente plausible, sino ambientalmente pertinente, al integrar principios de sostenibilidad, innovación en biomateriales y gestión responsable de recursos naturales.

## **METODOLOGÍA Y DESARROLLO:**

**Tipo de investigación:** Experimental, descriptiva y aplicada.

**Población:** Carrizo (*Phragmites australis*) disponible en la región sur de Baja California Sur.

**Muestra:** Carrizo recolectado mediante muestreo no probabilístico por conveniencia.






**Instrumentos:** Observación directa, registro fotográfico, pruebas mecánicas y registros de tiempos y cambios físicos, Bitácora.

**Replicabilidad:** El procedimiento es potencialmente replicable, ya que se describen las etapas generales del proceso de elaboración del material. Sin embargo, algunos detalles técnicos específicos se encuentran en proceso de protección mediante patente, por lo que no se incluyen en este documento. Sin embargo una vez concluido el proceso de protección intelectual, el método podría describirse de manera detallada para su completa replicación.

**Materiales y equipo:** Para la elaboración del material se emplearon una estufa eléctrica, olla de calentamiento, malla de tamizado, recipientes, moldes y utensilios de mezcla, entre otros.

A Continuación, se presenta el procedimiento utilizado para la elaboración del material, descrito en forma de tabla.

**TABLA 1 Proceso de elaboración.**

Contexto	Desarrollo	Foto
Recolección.	Recolectamos el carrizo (materia prima) en la zona del sur de Baja California Sur.	 <p data-bbox="1092 562 1325 594"><b>Figura 1.2 Carrizo.</b></p>
Extracción.	Se utilizó carrizo seco que fue triturado y tamizado con una malla fina.	 <p data-bbox="1068 858 1349 890"><b>Figura 1.3 Trituración.</b></p>
Mezcla.	El material se mezcló con componentes y se calentó con agitación constante durante varios minutos.	 <p data-bbox="1076 1220 1341 1251"><b>Figura 1.4 Materiales</b></p>
Secado.	La mezcla se vertió en moldes y se dejó secar en temperatura ambiente durante 24 hrs.	 <p data-bbox="1073 1516 1349 1547"><b>Figura 1.5 Obtención.</b></p>
Pruebas.	Se realizaron pruebas mecánicas y de biodegradación para evaluar las propiedades del material.	 <p data-bbox="1060 1812 1362 1843"><b>Figura 1.6 Degradación.</b></p>

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Durante el desarrollo del proyecto se logró obtener un material a partir del carrizo, siguiendo las etapas de recolección, trituración, mezcla, moldeado y secado.

El material obtenido presentó una textura sólida, con buena cohesión y resistencia moderada a la manipulación. Durante el proceso de secado se observó una reducción del contenido de humedad, lo que permitió la consolidación del material en los moldes.

Se realizaron pruebas mecánicas básicas para evaluar sus propiedades físicas, como flexibilidad, resistencia a la ruptura y apariencia superficial.

**TABLA 1.2 Resultados del proceso de elaboración.**

<b>Etapas.</b>	<b>Observaciones.</b>
Trituración del carrizo.	Se obtuvo fibra fina de carrizo.
Mezcla.	La mezcla mostró consistencia homogénea.
Moldeado.	El material se adaptó correctamente al molde.
Secado.	Se logró solidificación después de 24 horas.
Pruebas físicas.	Resistencia alta y textura uniforme.

**TABLA 1.3 Pruebas físicas del biopolímero.**

<b>Etapas.</b>	<b>Resultado</b>
Resistencia a presión manual.	Alta.
Flexibilidad.	Material muy flexible.
Textura superficial.	Lisa con textura suave.
Apariencia.	Homogénea.
Biodegradación esperada.	Altamente biodegradable.

Los resultados obtenidos indican que el carrizo es una materia prima viable para la elaboración de materiales alternativos biodegradables. La resistencia mecánica observada sugiere que el material podría emplearse en aplicaciones de bajo impacto estructural, como envases, paneles ligeros o eco-empaques, incluso utensilios desechables y bolsas plásticas.

Diversos estudios han reportado el uso de fibras vegetales en la elaboración de biocompuestos, destacando su bajo costo, disponibilidad y carácter biodegradable (González et al., 2019). Asimismo, investigaciones sobre fibras naturales como bambú, bagazo de caña y fibras de agave muestran propiedades similares a las obtenidas en este estudio, lo que respalda el potencial del carrizo como recurso sostenible (López y Martínez, 2021).

En comparación con materiales sintéticos, el material elaborado presenta menor resistencia mecánica; sin embargo, su impacto ambiental es considerablemente menor, lo cual representa una ventaja en el contexto de la sostenibilidad y la economía circular.

La replicabilidad del proceso permite que futuros estudios optimicen las proporciones de mezcla, los tiempos de secado y el uso de aglutinantes para mejorar las propiedades físicas del material. Se recomienda realizar pruebas estandarizadas de resistencia, análisis de biodegradación y estudios térmicos para validar su aplicación industrial.

**TABLA 1.4 Comparación con otros biopolímeros.**

<b>Material</b>	<b>Origen</b>	<b>Resistencia</b>	<b>Costo</b>	<b>Aplicaciones</b>	<b>Estragos</b>
Carrizo.	Fibra Vegetal. ( <i>Phragmites australis</i> ).	Media-Alta.	Muy Bajo.	Paneles, envases, envolturas, utensilios y bolsas.	No genera estragos negativos en los ecosistemas.
PLA (Ácido poliláctico).	Maíz o caña de azúcar.	Alta.	Medio.	Impresiones 3D, Envases.	Recursos naturales consumibles.
Almidón termoplástico.	Papa, Maíz, Yuca.	Baja.	Bajo	Bolsas biodegradables.	Sobreexplotación de recursos naturales consumibles.

En la tabla se presenta una comparación entre el material elaborado a partir del carrizo y otros biopolímeros ampliamente estudiados. Se observa que el carrizo presenta alta biodegradabilidad y muy bajo costo, además su disponibilidad local y su origen natural lo convierten en una alternativa sostenible para aplicaciones de bajo impacto estructural. Sin mencionar que los biopolímeros como PLA y PHA requieren procesos industriales complejos, mientras que el material a base de carrizo puede producirse mediante técnicas simples, lo que reduce costos y huella ambiental.

## **CONCLUSIONES:**

- Se cumplió el objetivo general de elaborar un material a partir del carrizo, ya que se logró obtener un biocompuesto sólido mediante los procesos de trituración, mezcla, moldeado y secado, demostrando la viabilidad del carrizo como materia prima alternativa.
- Se caracterizaron las propiedades físicas del material obtenido, observándose una resistencia mecánica moderada, baja a moderada flexibilidad y textura homogénea, lo cual confirma su potencial para aplicaciones de bajo impacto estructural.
- Se comprobó el potencial biodegradable del material, debido a su origen vegetal, lo que representa una ventaja ambiental frente a materiales sintéticos no degradables.
- Los resultados mostraron que el carrizo es un recurso de bajo costo y alta disponibilidad, lo que lo convierte en una alternativa sostenible para la producción de biocompuestos en contextos locales.
- La metodología utilizada demostró ser replicable, ya que se describieron las etapas del proceso, materiales y condiciones de elaboración, permitiendo que otros investigadores puedan reproducir el estudio, considerando que algunos detalles técnicos se encuentran en proceso de protección intelectual.
- La comparación con otros biopolímeros evidenció que, aunque el material a base de carrizo presenta menor resistencia mecánica que biopolímeros comerciales como PLA o PHA, destaca por su bajo costo, simplicidad de producción y menor impacto ambiental.

## **RECOMENDACIONES:**

- Optimizar las proporciones de la mezcla, evaluando diferentes cantidades de fibra, agua y aglutinantes, con el fin de mejorar la resistencia mecánica del material.
- Realizar pruebas mecánicas estandarizadas, como resistencia a la compresión, tracción y flexión, utilizando equipos de laboratorio para obtener datos cuantitativos más precisos.
- Evaluar la biodegradación en condiciones controladas, mediante estudios de degradación en suelo y agua, para determinar el tiempo de descomposición del material.

- Analizar las propiedades térmicas y físicas, como conductividad térmica y densidad, para explorar su uso como aislante o material de construcción ligera.
- Comparar el material con otros biopolímeros comerciales, como PLA o almidón termoplástico, mediante pruebas experimentales para determinar ventajas y limitaciones.
- Explorar posibles aplicaciones industriales, como envases biodegradables, recipientes, paneles o productos plásticos, evaluando su viabilidad económica.
- Realizar estudios de impacto ambiental, para cuantificar los beneficios del uso del carrizo frente a materiales plásticos convencionales.
- Promover el uso del carrizo como recurso sostenible, aprovechando su abundancia local y su rápido crecimiento como alternativa a materiales sintéticos.
- Implementar proyectos comunitarios o escolares para la elaboración de biocompuestos, fomentando la educación ambiental y la economía circular.
- Buscar colaboración con universidades o centros de investigación, para mejorar la calidad del material mediante técnicas avanzadas.
- Gestionar la protección intelectual del proceso, mediante el registro de patente o modelo de utilidad, para asegurar la innovación desarrollada.
- Difundir los resultados del proyecto en ferias científicas, congresos o publicaciones escolares, para incentivar el interés en materiales biodegradables.
- Evaluar la viabilidad económica del proceso, analizando costos de producción y posibles beneficios frente a materiales convencionales.



**Figura 1.7 Equipo de Investigación.**

## BIBLIOGRAFÍA:

European Bioplastics. (2023). *Bioplastics market development update 2023*. European Bioplastics e.V.

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The circular economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), e1700782. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768–771. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>

Ritchie, H., & Roser, M. (2018). Plastic pollution. *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/plastic-pollution>

Saltonstall, K. (2002). Cryptic invasion by a non-native genotype of the common reed, *Phragmites australis*, into North America. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(4), 2445–2449. <https://doi.org/10.1073/pnas.032477999>

United Nations Environment Programme (UNEP). (2021). *From pollution to solution: A global assessment of marine litter and plastic pollution*. United Nations.

Klemm, D., Heublein, B., Fink, H.-P., & Bohn, A. (2005). Cellulose: Fascinating biopolymer and sustainable raw material. *Angewandte Chemie International Edition*, 44(22), 3358–3393.

Nair, S. S., Zhu, J. Y., Deng, Y., & Ragauskas, A. J. (2017). High performance green barriers based on nanocellulose. *Sustainable Chemical Processes*, 2(1).

Saltonstall, K. (2002). Cryptic invasion by a non-native genotype of the common reed. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(4), 2445–2449.

Sun, R., Tomkinson, J., Ma, P., & Liang, S. (2002). Comparative study of hemicelluloses from rice straw and *Phragmites australis*. *Carbohydrate Polymers*, 49(4), 415–4

**Desarrollo de unidades de aprendizaje basadas en progresiones de  
educación media superior usando una plataforma en línea  
CBTIS 89**

*Gerardo Manuel Aguilar Rueda, Jaime Alonso Barrios Villegas*

**RESUMEN**

En la actualidad, el trabajo académico en escuelas de educación media superior en México siempre está en evolución, desde planes de estudio, modelos educativos, propuestas para el desarrollo de clases, metodologías, aspectos socioemocionales hasta mejora continua. Una estrategia innovadora es el uso de plataformas en línea que facilitan la interacción entre sus usuarios, aprovechando las tecnologías de información y comunicación. Para las escuelas, las plataformas digitales representan un modelo de evidencias medibles y cuantificables para la mejora educativa continua. En la actualidad existen tecnologías que permiten fomentar el proceso enseñanza - aprendizaje en todos los niveles educativos. Aprovechar estas tecnologías permite que sus usuarios, además del conocimiento adquirido, desarrollen habilidades para la resolución de problemas para la vida diaria. La plataforma [www.mqacademico.com](http://www.mqacademico.com), con diez años de existencia, contiene cursos diseñados usando herramientas actuales tecnológicas para aprovechar mejor sus recursos, que han tenido buena aceptación. Pero, ¿El uso de esta plataforma como herramienta auxiliar fomenta el proceso de enseñanza – aprendizaje?

Este estudio es de enfoque cuantitativo, con un diseño experimental de tipo cuasi experimental, usando como muestra no probabilística por conveniencia 2 cursos que están publicados en la plataforma con una participación de 15 usuarios inscritos en los mismos. El alcance de esta publicación es descriptiva, ya que se tienen las evidencias de cada momento. Los instrumentos que se usan son como técnica las encuestas de conocimientos previos y las técnicas de satisfacción de tipo Escala Likert, así como los productos integrales que son los proyectos finales.

**Palabras clave:** Plataforma Educativa, Educación Media Superior, estrategias de educación, Tecnologías.

## INTRODUCCIÓN:

La educación media superior en México atraviesa procesos de transformación constante, impulsados por la actualización de planes de estudio, la implementación de modelos educativos flexibles y la incorporación de metodologías innovadoras que buscan responder a las necesidades de una sociedad en cambio permanente. En este contexto, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se han convertido en herramientas fundamentales para el fortalecimiento del proceso de enseñanza–aprendizaje, tanto en el ámbito presencial como en entornos virtuales (Cabero & Llorente, 2020; García-Peñalvo, 2021).

Diversos estudios destacan que el uso de plataformas digitales contribuye a mejorar la calidad educativa al ofrecer experiencias de aprendizaje más accesibles, personalizadas y orientadas al desarrollo de competencias transversales como la autonomía, el trabajo colaborativo y la resolución de problemas (Area & Pessoa, 2018; Morales, 2020). No obstante, en el nivel medio superior persisten retos importantes: la capacitación docente, la apropiación tecnológica y, sobre todo, la generación de evidencia empírica que permita demostrar el impacto real de estas plataformas en el aprendizaje de los estudiantes.

En este panorama, la plataforma MQAcadémico ([www.mqacademico.com](http://www.mqacademico.com)), creada en febrero de 2017, constituye una propuesta innovadora que ha logrado consolidarse como un recurso de apoyo para docentes y estudiantes de educación media superior. Actualmente cuenta con más de 450 usuarios, siendo empleada principalmente en el CBTIS 89 de Durango, aunque también ha alcanzado instituciones de otros estados como Tabasco, Chihuahua, Gómez Palacio y Aguascalientes. Sus cursos, centrados en el área de programación y tecnologías, han permitido no solo la adquisición de conocimientos técnicos, sino también la certificación con validez oficial, gracias a que el instructor principal está acreditado en el estándar EC0366 “Desarrollo de cursos de formación en línea”, lo que otorga legitimidad a los certificados emitidos.

La relevancia de esta plataforma se ha visto reconocida en espacios académicos de alcance nacional. Un ejemplo de ello fue la participación de MQAcadémico en la Copa Science 2024, celebrada en Los Mochis, Sinaloa, donde obtuvo el primer lugar en la

categoría de Ciencias y Tecnología, evidenciando su potencial como estrategia educativa y su capacidad de innovación.

El problema central que orienta esta investigación se formula de la siguiente manera:

¿El uso de la plataforma MQAcadémico como herramienta auxiliar fomenta de manera significativa el proceso de enseñanza–aprendizaje en la educación media superior en México?

A partir de este planteamiento, se proponen las siguientes hipótesis:

H1: El uso de la plataforma MQAcadémico mejora el aprendizaje de los estudiantes en términos de adquisición de conocimientos y desarrollo de competencias.

H2: Los usuarios de la plataforma reportan un mayor nivel de satisfacción y motivación en comparación con metodologías tradicionales.

H0 (hipótesis nula): El uso de la plataforma no genera diferencias significativas en el proceso de enseñanza–aprendizaje.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

Los contenidos de aprendizaje en el contexto de la Educación Media Superior representan una valiosa herramienta para diseñar currículos y guiar el proceso de enseñanza - aprendizaje. Para los docentes o instructores representa un enorme reto el poder desarrollarlas y aplicarlas con los alumnos, por lo que el elaborar estrategias se convierte en un trabajo fundamental y constante que debe ser actualizable e innovador, creando instrumentos que se adapten a las sociedades actuales.

Una estrategia innovadora es el uso de plataformas en línea que facilitan la interacción entre docentes y alumnos (instructores y usuarios), aprovechando las tecnologías de información y comunicación. Por lo tanto, una plataforma educativa basada en contenidos actuales tiene un alto impacto en el proceso de aprendizaje de los alumnos, además de servir como herramienta de apoyo para los docentes que también pueden contar con las evidencias de los aprendizajes obtenidos. Para las escuelas, las plataformas digitales representan un modelo de evidencias medibles y cuantificables para una mejor toma de decisiones.

En la actualidad existen tecnologías que permiten fomentar el proceso enseñanza - aprendizaje en todos los niveles educativos. Aprovechar estas tecnologías permite que los alumnos además del conocimiento adquirido, desarrollen habilidades para la resolución de problemas para la vida diaria.

Esto plantea la siguiente interrogante de investigación: ¿El uso de la plataforma MQAcadémico como herramienta auxiliar fomenta de manera significativa el proceso de enseñanza–aprendizaje en la educación media superior en México?

A partir de este planteamiento, se proponen las siguientes hipótesis:

H1: El uso de la plataforma MQAcadémico mejora el aprendizaje de los estudiantes en términos de adquisición de conocimientos y desarrollo de competencias.

H2: Los usuarios de la plataforma reportan un mayor nivel de satisfacción y motivación en comparación con metodologías tradicionales.

H0 (hipótesis nula): El uso de la plataforma no genera diferencias significativas en el proceso de enseñanza–aprendizaje.

## JUSTIFICACIÓN:

La incorporación de plataformas educativas digitales en la educación media superior se ha intensificado en los últimos años como respuesta a las demandas de una sociedad cada vez más mediada por la tecnología y orientada al desarrollo de competencias para la vida y el ámbito profesional. Sin embargo, a pesar de su uso creciente, persiste la necesidad de generar evidencia empírica que permita valorar de manera objetiva el impacto real de estas herramientas en el proceso de enseñanza–aprendizaje, particularmente en contextos educativos mexicanos. En este sentido, la presente investigación resulta pertinente al analizar de forma sistemática una plataforma educativa en línea desde un enfoque cuantitativo y con base en evidencias medibles.

Desde el punto de vista académico, este estudio contribuye al fortalecimiento del cuerpo de conocimiento relacionado con el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la educación media superior, al ofrecer un análisis descriptivo sustentado en datos obtenidos mediante instrumentos validados, tales como encuestas de conocimientos previos, escalas de satisfacción y productos integrales de aprendizaje. La investigación permite contrastar los resultados obtenidos con los planteamientos teóricos existentes sobre el aprendizaje mediado por plataformas digitales, aportando información relevante para futuras investigaciones y para la consolidación de modelos educativos apoyados en entornos virtuales.

En el ámbito educativo e institucional, la investigación cobra relevancia al proporcionar información útil para la toma de decisiones orientadas a la mejora educativa continua. Los resultados derivados del estudio permiten identificar el potencial de la plataforma MQAcadémico como herramienta auxiliar para fortalecer el aprendizaje, la motivación y la satisfacción de los estudiantes, así como para generar evidencias cuantificables del desempeño académico. Esto resulta especialmente valioso para instituciones de educación media superior que buscan implementar estrategias innovadoras alineadas con los planes y programas de estudio vigentes, sin perder de vista la necesidad de evaluar su efectividad.

Desde una perspectiva social y formativa, el estudio se justifica por su aporte al desarrollo de competencias digitales y habilidades para la resolución de problemas, aspectos fundamentales para la formación integral de los estudiantes. El uso de plataformas

educativas no solo amplía el acceso al conocimiento, sino que también favorece la autonomía, el aprendizaje autorregulado y la preparación de los jóvenes para enfrentar los retos de un entorno académico y laboral cada vez más digitalizado.

Finalmente, la pertinencia de esta investigación radica en que documenta una experiencia concreta y contextualizada del uso de una plataforma educativa con trayectoria y reconocimiento académico, lo que permite generar evidencia que puede ser replicable o adaptada en otros contextos similares. De esta manera, el estudio no solo evalúa el impacto de una herramienta tecnológica específica, sino que también aporta elementos para la reflexión sobre el papel de las plataformas digitales como estrategias complementarias en el fortalecimiento del proceso de enseñanza–aprendizaje en la educación media superior en México.

## **OBJETIVO GENERAL:**

Analizar el impacto del uso de la plataforma MQAcadémico como herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza–aprendizaje de estudiantes de educación media superior en México.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Identificar las percepciones de los estudiantes sobre la usabilidad y pertinencia de la plataforma.
- Medir el nivel de aprendizaje alcanzado mediante evaluaciones diagnósticas y finales.
- Evaluar el grado de satisfacción de los usuarios respecto a la experiencia educativa ofrecida.
- Comparar los resultados obtenidos con los de metodologías convencionales aplicadas en contextos similares.

## MARCO TEÓRICO:

Las progresiones del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior son fundamentales para guiar el proceso pedagógico en las escuelas de nivel bachillerato. Se construyeron a partir de un proyecto colectivo donde todos los actores de la Educación Media Superior tuvieron la oportunidad de participar. Se basa en tres recursos para el aprendizaje: Sociocognitivos, socioemocionales y laborales. Los cuales están desarrolladas en un equivalente a un 60% de los contenidos curriculares anteriores (Secretaría de Educación Pública, 2019). Las asignaturas ahora son conocidas como unidades de aprendizaje continuo y sus contenidos se basan en progresiones, que deben desarrollarse en clase en un tiempo determinado previamente mediante planeaciones.

Desde su creación, las plataformas educativas en línea han logrado resultados muy positivos en los procesos de enseñanza - aprendizaje. Existen universidades que ofrecen carreras en modalidad virtual, y los alumnos tienen la oportunidad de realizar sus estudios aprovechando las tecnologías de la información y comunicación (Mundana a un clic del conocimiento, 2022).

Nos encontramos actualmente en la sociedad del conocimiento. El conocimiento está en constante movimiento y transformación; no obstante, el conocimiento también está sujeto a una prematura obsolescencia, lo que obliga a todos los profesionales a estar en un proceso de formación continua, caso contrario la o el profesional corre el riesgo de rezagarse en su crecimiento profesional (Hernández, R., 2014).

Los modelos actuales de plataformas educativas cuentan con complementos muy generales, y es necesario de contar con conocimientos en programación y en tecnologías de la información y comunicación para crear cursos en línea con características muy específicas y con componentes tecnológicos actuales (García Aretio, L. 2020).

Una tecnología de gestión de contenidos web que siempre está en constante actualización es WordPress, ya que existen muchos complementos creados por empresas o incluso usuarios particulares, que publican con mucha frecuencia soluciones en forma de plugins para integrarse a una plataforma educativa y puedan ser adaptados a las necesidades que

se tengan (Instituto de Estudios Cajasol, 2022). Desde el año 2003, WordPress es el líder absoluto a nivel mundial para la creación de plataformas con contenido web que no depende solo de programadores y personas de alto conocimiento técnico, sino que cualquier persona con conocimientos básicos puede subir contenido (Vargas, W., 2022).

La plataforma [www.mqacademico.com](http://www.mqacademico.com) está basada en tecnología WordPress y utiliza el complemento LearnPress para la creación de cursos con componentes como gradebook, randomquiz y certificates que cuentan con tecnología para generar listas de usuarios, crear cuestionarios con reactivos seleccionados en forma aleatoria y otorgar un certificado a quien complete un curso en forma satisfactoria (Network Business School 2022). Además, el uso responsable del papel, que, como tesoro educativo y social que es, se utilice sólo cuando sea estrictamente necesario, es un impacto adicional de las plataformas en línea (Ecoescuela 2022).

La incorporación de Inteligencia Artificial (IA) puede mejorar significativamente el proceso de enseñanza – aprendizaje de alumnos y docentes, desde la generación de contenido, asistencia, personalización, optimización de imágenes y videos, y análisis de datos (Asfonseca 2022).

Wordpress cuenta con componentes que permiten aprovechar tecnologías de inteligencia artificial, de entre las más reconocidas son: Typli (combina escritura de inteligencia artificial y un asistente), MyCurator (proporciona contenido adaptado a intereses) y AI Images for Wordpress (generar imágenes por IA) (Asfonseca 2022).

## **METODOLOGÍA Y DESARROLLO:**

La plataforma [www.mqacademico.com](http://www.mqacademico.com) tiene 10 años de existencia, fue creada en febrero de 2017. En ese ciclo escolar, se adquiere un servicio de hosting y dominio de plan de bases de datos ilimitadas, 2GB en memoria RAM y 300 GB en disco de almacenamiento. Con el panel de control de este servicio se instala el componente WordPress y un complemento educativo llamado LearnPress. Se usa una plantilla con temática educativa en base a colores claros, y se diseñan 2 cursos: Fundamentos de programación y cómo crear un curso en línea.

Los cursos se diseñaron por el maestro Gerardo Manuel Aguilar Rueda, docente del Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 89 del estado de Durango y autor de este proyecto, para usarse como herramienta de apoyo en sus clases que, en el caso de la carrera técnica de programación, son módulos profesionales con temas especializados en la programación de computadoras, desde niveles básicos hasta desarrollo de soluciones web y móviles.

Los cursos están conformados por 3 secciones que corresponden a las 3 unidades o parciales de clase. Cada sección cuenta con lecciones identificadas por una clave única. De esta forma la primera lección es PR001, la segunda PR002 y así sucesivamente hasta completar las lecciones del curso. Dentro de estas lecciones se coloca contenido del tema a desarrollar, con la estrategia de que tenga la información suficiente que permita desarrollar los ejercicios que se plantean de forma que el alumno pueda realizar estas actividades, que se suben como evidencias en la misma plataforma.

Los contenidos cuentan con imágenes de apoyo, código de programación, videos multimedia donde se explica la resolución de los ejercicios, enlaces a otros sitios de internet de conceptos clave de los temas, foros de debate y cuestionarios de evaluación del conocimiento. Para esto se usan formatos HTML en la construcción de los contenidos. Solo es necesario contar con los conocimientos básicos de este lenguaje de marcas para su creación.

Se usan además imágenes de apoyo que se suben directamente a la plataforma y enlaces a videos de la plataforma YouTube que se integran a la lección para poder visualizarse en la lección misma. En los siguientes ciclos escolares, se diseñaron un total de 13 cursos especializados en la carrera de programación. Además, en el 2021 se creó un curso de capacitación en software ofimático, que fue llevado por personal administrativo y docente del Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 89, del estado de Durango. Estos cursos los han usado como herramientas de apoyo varios compañeros docentes de la misma carrera. Participaron 15 trabajadores de personal docente y administrativo.

También se crearon cursos con el modelo de unidades de aprendizaje basadas en progresiones se ha diseñado el curso de Cultura Digital 1, del ciclo escolar agosto 2023 a enero 2024. Las lecciones que se diseñan se identifican con las progresiones correspondientes, dosificando los temas de acuerdo a la complejidad de los mismos, si una progresión contempla varios temas, se diseñan 2, 3 o hasta 4 lecciones para desarrollar los contenidos.

En el programa de estudios del recurso sociocognitivo de Cultura Digital 1 los contenidos sugeridos para el logro de las metas indican recursos de internet que son aprovechados en el curso diseñado en la plataforma educativa [www.mqacademico.com](http://www.mqacademico.com). También se considera el trabajo colegiado de las academias estatales de la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial y de Servicios al que pertenece el Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 89.

### **Giro de la creación**

La plataforma [www.mqacademico.com](http://www.mqacademico.com) es un proyecto de servicios educativos basado en un sitio web que aprovecha las diferentes tecnologías actuales como: inteligencia artificial, asistentes virtuales, videos y enlaces de apoyo, aprovechando el actual marco curricular común diseñado en un esquema de progresiones para el aprendizaje.

### **Diferenciadores de éxito**

La plataforma está adaptada al reciente modelo educativo de la Secretaría de Educación Pública, cumpliendo con los requerimientos y estándares que pide, sirviendo además de guía para facilitar a los usuarios y a los instructores desarrollar los temas de los cursos

convirtiéndose en una herramienta indispensable para facilitar el trabajo docente. Además, tiene la capacidad de evolucionar en caso de nuevas propuestas por parte del gobierno. Las plataformas comerciales actuales no tienen esta adaptabilidad a las situaciones educativas actuales.

### **Catálogo de cursos**

Actualmente, MQ Académico ofrece 18 cursos en línea, organizados en 3 categorías: 8 de programación y 5 de tecnologías de la información y 5 de acreditación. Los servicios que ofrece cada curso son:

1. Cursos autoguiados, organizados como lecciones diseñadas para cada tema
2. Programas de certificación (en la categoría de acreditación, ya tienen validez de acuerdo al estándar EC0366).
3. Material didáctico y videos educativos.
4. E-books y recursos PDF.
5. Videos educativos.
6. Herramientas de evaluación.
7. Certificación de finalización.
8. Foros de discusión.
9. Soporte para el uso de la plataforma.
10. Integración de tecnologías.
11. Incorporación de nuevas tendencias educativas.

Entre las cualidades brindadas por el desarrollador destacan:

1. Interactividad:
  - a. Contenido multimedia.
  - b. Ejercicios prácticos y simulaciones.
2. Personalización:
  - c. Rutas de aprendizaje adaptativas.
  - d. Seguimiento del progreso del usuario.
3. Accesibilidad:
  - e. Compatible con diferentes dispositivos.
4. Comunidad:
  - f. Espacio para interactuar con otros usuarios.

5. Actualización constante:
- g. Contenido siempre actualizado.
  - h. Incorporación de nuevas tendencias educativas.

El diseño de la plataforma [www.mqacademico.com](http://www.mqacademico.com) se muestra en las siguientes figuras:

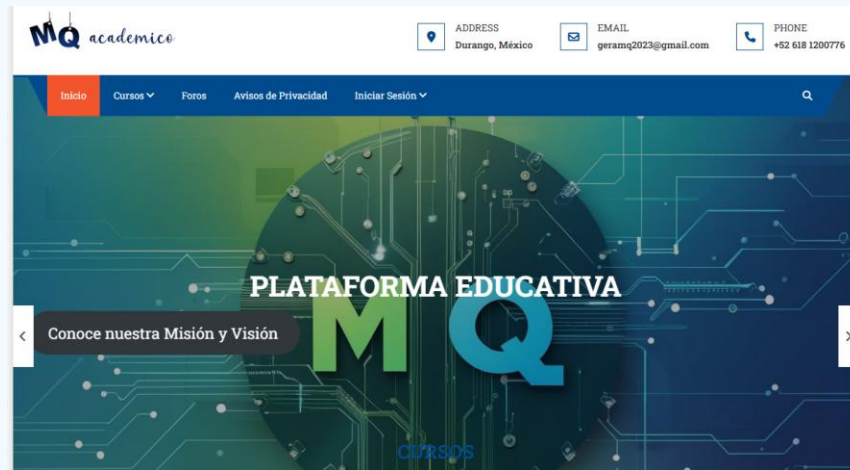


Figura 2. Portal MQAcademico

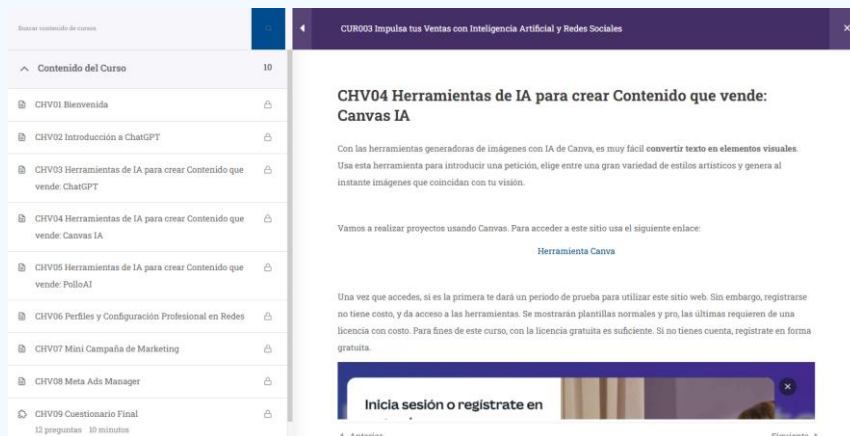


Figura 2. Estructura de los cursos

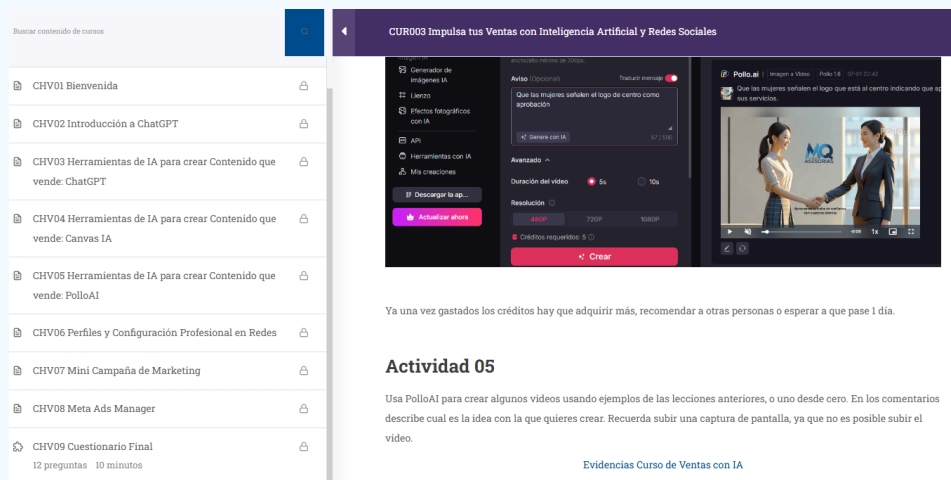


Figura 3. Diseño de Actividades

Este trabajo se sustenta en los postulados del constructivismo pedagógico, el cual plantea que el conocimiento se construye a partir de la interacción activa del estudiante con los recursos y actividades disponibles, y en la teoría del aprendizaje adaptativo, que enfatiza la importancia de personalizar los contenidos y ritmos de aprendizaje mediante el uso de tecnologías digitales. Estos marcos conceptuales permiten analizar cómo una plataforma en línea como MQAcadémico puede integrarse de manera efectiva en la práctica docente y contribuir al fortalecimiento de los procesos educativos en la educación media superior.

## Enfoque

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, dado que se emplearon instrumentos estandarizados para la recolección de datos que permitieron medir de manera objetiva tanto el nivel de conocimientos adquiridos por los estudiantes como su nivel de satisfacción respecto a la experiencia educativa.

## Método

Se utilizó un diseño cuasi-experimental de tipo descriptivo. La investigación contempló la aplicación de instrumentos antes y después de la participación en los cursos, con el fin de analizar el impacto de la plataforma MQAcadémico en el proceso de enseñanza–aprendizaje. Este diseño resultó pertinente debido a la naturaleza no aleatoria de la muestra y a que los participantes ya estaban inscritos en los cursos ofrecidos por la plataforma.

## Participantes

La muestra estuvo compuesta por 15 usuarios inscritos en dos cursos de la categoría Capacitador Experto, ofertados en la plataforma MQAcadémico durante el ciclo 2024. La selección de los participantes se realizó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando únicamente a los usuarios que concluyeron las actividades propuestas en su totalidad. Los participantes provenían principalmente del CBTIS 89 de Durango, aunque también se contó con la participación de estudiantes y docentes de otras entidades federativas como Tabasco, Chihuahua, Gómez Palacio y Aguascalientes.

Técnicas e instrumentos de obtención de información

Para la recolección de datos se utilizaron diferentes instrumentos con el propósito de obtener información tanto diagnóstica como evaluativa:

- **Diagnóstico inicial:** Se aplicaron encuestas de conocimientos previos a través de Google Forms, con el fin de identificar el nivel inicial de los estudiantes en relación con los contenidos del curso.
- **Evaluación de satisfacción:** Al finalizar los cursos, se aplicaron encuestas de satisfacción basadas en una escala tipo Likert de cinco niveles, para valorar aspectos como la claridad de los contenidos, la utilidad de los recursos y la pertinencia de las actividades.
- **Evaluación de productos finales:** Se emplearon rúbricas de desempeño, diseñadas para valorar los proyectos o trabajos integradores presentados por los participantes. Estas rúbricas consideraron criterios como la aplicación práctica de los conocimientos, la creatividad y el cumplimiento de los objetivos del curso.

## Consideraciones éticas

La investigación se llevó a cabo respetando los principios éticos de participación voluntaria, confidencialidad y uso responsable de los datos. Previamente a la aplicación de los instrumentos, los participantes fueron informados sobre los objetivos del estudio y dieron su consentimiento para el uso académico de los resultados. Los datos obtenidos se utilizaron exclusivamente con fines de investigación, garantizando el anonimato de los usuarios y la protección de su identidad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Los resultados obtenidos en esta investigación permiten reflexionar sobre el impacto que tiene el uso de la plataforma MQAcadémico en el proceso de enseñanza–aprendizaje dentro del nivel medio superior, así como en el ámbito administrativo de las instituciones educativas.

En primer lugar, en relación con la pregunta de investigación —¿El uso de la plataforma MQAcadémico fomenta de manera significativa el proceso de enseñanza–aprendizaje en la educación media superior en México? — los hallazgos evidencian una respuesta afirmativa. Durante el curso ChatGPT como Herramienta Didáctica para Profesores, impartido en febrero de 2024 con la participación de 21 usuarios (en su mayoría docentes y jefes de área), se observó un alto nivel de satisfacción y una valoración positiva respecto a la aplicabilidad inmediata de los contenidos en sus prácticas educativas y de gestión académica. De manera complementaria, el curso Excel Administrativo 360°, con 15 participantes entre personal docente y administrativo, mostró resultados similares: los usuarios expresaron haber adquirido herramientas útiles y pertinentes para sus funciones diarias.

Los objetivos específicos también encuentran respaldo en los hallazgos:

1. Percepciones de los estudiantes y docentes. El 100% de los participantes manifestó satisfacción con los cursos, destacando la claridad de las lecciones, la pertinencia de los contenidos y la facilidad de acceso desde distintos dispositivos (computadoras y teléfonos móviles). Estos resultados coinciden con estudios previos que destacan la importancia de la usabilidad y accesibilidad en el éxito de plataformas educativas digitales (Cabero & Llorente, 2020; Morales, 2020).
2. Nivel de aprendizaje. Aunque la presente investigación no se centró en pruebas estandarizadas de rendimiento académico, los proyectos y productos finales elaborados por los participantes evidenciaron un dominio funcional de las herramientas abordadas. En particular, los docentes reportaron que el curso de ChatGPT les permitió diseñar estrategias didácticas más dinámicas, mientras que el personal administrativo identificó mejoras en la gestión y análisis de datos con el uso de Excel.

3. Satisfacción de los usuarios. La totalidad de los participantes valoró positivamente la experiencia, lo cual confirma la hipótesis H2 planteada: los usuarios de la plataforma reportan un mayor nivel de satisfacción y motivación en comparación con metodologías tradicionales.
4. Comparación con metodologías convencionales. Una de las diferencias más destacadas de MQAcadémico respecto a otras plataformas radica en que los contenidos son elaborados de manera original, con el uso de elementos multimedia, gráficos, enlaces complementarios y cuestionarios interactivos. A diferencia de otras propuestas que suelen basarse en materiales externos (p. ej., videos de terceros), esta característica permitió un mayor grado de contextualización y pertinencia pedagógica, fortaleciendo la apropiación de los contenidos por parte de los usuarios.

Estos resultados respaldan la hipótesis H1, pues el uso de la plataforma se tradujo en una mejora en las competencias digitales de los participantes y en la posibilidad de transferir los aprendizajes a su práctica profesional inmediata. Asimismo, los hallazgos refuerzan la perspectiva constructivista y de aprendizaje adaptativo que fundamenta teóricamente el estudio, al evidenciar que los estudiantes y docentes no solo recibieron información, sino que interactuaron activamente con recursos diseñados específicamente para su contexto.

No obstante, es importante reconocer algunas limitaciones del estudio. En primer lugar, el tamaño de la muestra es reducido y se concentra en dos cursos, lo cual restringe la posibilidad de generalizar los resultados a toda la población de educación media superior en México. En segundo lugar, el análisis se centró en la percepción de los usuarios y en los productos finales, pero no se incluyeron evaluaciones longitudinales que permitan medir el impacto a mediano y largo plazo.

A pesar de estas limitaciones, los hallazgos aportan evidencia empírica relevante para comprender el potencial de plataformas digitales como MQAcadémico en el fortalecimiento del proceso de enseñanza–aprendizaje, y abren la puerta a futuras investigaciones con muestras más amplias y diseños comparativos con otras herramientas tecnológicas.

## CONCLUSIONES:

El desarrollo de contenidos académicos en forma de cursos de educación media superior son un tema actual, que implica el conocimiento de tecnologías de la información y comunicación. Las plataformas educativas cuentan con muchos recursos para generar estos contenidos, lo que permite a los docentes contar con herramientas para fomentar el proceso enseñanza - aprendizaje con sus alumnos. Los resultados obtenidos en las muestras descritas han ratificado el continuar creando cursos con estas características.

En acuerdos de las academias estatales de Durango de la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial celebrada en el mes de enero de 2024, se acordó que la plataforma [www.mqacademico.com](http://www.mqacademico.com) es utilizada para ayudar a disminuir el índice de reprobación en diferentes planteles (consultar plataforma [www.mqacademico.com](http://www.mqacademico.com)).

Se tiene como meta que se logren 500 alumnos registrados para el 2025 de diversos planteles (a diciembre de 2025 se tienen 480 alumnos registrados), dentro del sistema de la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial en Durango, lo que permite un crecimiento constante, así como fomentar la investigación de tecnologías actuales para que el nivel educativo de los alumnos sea competitivo para su inserción profesional en la sociedad.

Esto también genera fuentes de empleo para profesionistas en el ámbito de la programación y uso de tecnologías actuales, que apoyen en el desarrollo de los cursos (a diciembre de 2025 se han integrado 3 docentes del área de programación a desarrollar cursos).

El proyecto [www.mqacademico.com](http://www.mqacademico.com) permite a los alumnos aprender en un entorno sencillo y amigable que construye el andamiaje del conocimiento, los padres de familia se manifiestan contentos de constatar los trabajos de sus hijos, y el plantel tiene una herramienta de apoyo para rescatar alumnos en riesgos de abandono.

## BIBLIOGRAFÍA:

Ecoescuela. (2022). *La escuela puede mejorar el papel ambiental del papel*. El Diario de la Educación.

<https://eldiariodelaeducacion.com/ecoescuela-abierta/2019/04/05/la-escuela-puede-mejorar-el-papel-ambiental-del-papel/>

García Aretio, L. (2020). *LMS: Plataformas virtuales o entornos virtuales de aprendizaje. Ventajas y funcionalidades*. Pearson Educación.

<https://blog.pearsonlatam.com/en-el-aula/5-plataformas-educativas-para-tu-institucion>

Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.

Instituto de Estudios Cajasol. (2022). *¿Qué es WordPress, para qué sirve y cómo funciona?*

<https://institutocajasol.com/que-es-wordpress-y-como-funcional/>

Mundana: A un clic del conocimiento. (2022). *Los 5 beneficios que aportan las plataformas educativas al aprendizaje actual*.

<https://www.mundana.us/blog/plataformas-educativas>

Neetwork Business School. (2022). *¿Qué es LearnPress? Sistema de gestión de aprendizaje para WordPress*.

<https://neetwork.com/que-es-learnpress/>

Secretaría de Educación Pública. (2019). *Documento base del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior*. Gobierno de México.

<https://educacionmediasuperior.sep.gob.mx/work/models/sems/Resource/13516/1/images/Documento%20base%20MCCEMS.pdf>

Vargas, W. (2022). *Introducción a las plataformas virtuales educativas*. GCFGlobal.

<https://edu.gcfglobal.org/es/educacion-virtual/introduccion-a-las-plataformas-virtuales-educativas/1/>

Asfonseca. (2022). *Cómo potenciar WordPress con inteligencia artificial*.

<https://asfonseca.com/blog/wordpress-con-inteligencia-artificial/>

## **BEE WRAP**

### **CBTIS 72**

*Isaura Gracida Acosta, Zaira Jocelyn Hau Chuc, Maria Belinda Muñoz Peña*

#### **RESUMEN**

El uso excesivo de plásticos de un solo uso, particularmente el plástico tipo film, representa una problemática ambiental y de salud debido a su lenta degradación, su alta presencia en residuos urbanos y la liberación de sustancias tóxicas que pueden pasarse a los alimentos. En México, una parte significativa de estos residuos termina contaminando suelos, cuerpos de agua y ecosistemas costeros, como ocurre en varias regiones de Quintana Roo. Ante esta situación, el presente artículo describe el desarrollo de Bee Wrap, una alternativa sustentable para la conservación de alimentos elaborada a partir de tela de algodón recubierta con cera de abeja y resina de pino de origen local.

## INTRODUCCIÓN:

El uso de plásticos de un solo uso se ha convertido en una de las principales problemáticas ambientales y sanitarias a nivel mundial, debido a su alta persistencia en el ambiente y a la generación masiva de residuos difíciles de gestionar. Entre estos materiales destaca el plástico tipo film, ampliamente utilizado para el empaque y conservación de alimentos, el cual puede tardar hasta 450 años en degradarse o incluso permanecer de manera indefinida en los ecosistemas. En México, se generan aproximadamente 44.6 millones de toneladas de residuos urbanos al año, de los cuales cerca de siete millones corresponden a plásticos, siendo una proporción significativa destinada a embalajes y empaques de un solo uso (Arratibel, 2023; Solís, 2022).

Además del impacto ambiental, diversos estudios advierten sobre los riesgos a la salud asociados al uso del plástico film, ya que este material suele estar elaborado a partir de policloruro de vinilo (PVC), al cual se le añaden plastificantes que pueden migrar hacia los alimentos. Estas sustancias químicas han sido identificadas como disruptores endocrinos, capaces de alterar el sistema hormonal humano y asociarse con enfermedades como cáncer, infertilidad, diabetes y trastornos del desarrollo (Lena, 2023). A diferencia de otros contaminantes, los efectos de la exposición a estos compuestos no siempre son inmediatos, lo que dificulta su identificación y prevención a corto plazo (Gibbens, 2020).

La problemática del plástico film se intensifica en regiones costeras como el estado de Quintana Roo, donde se ha documentado una alta concentración de residuos plásticos en playas y zonas naturales, llegando a representar hasta el 60% de los desechos encontrados, e incluso el 90% en algunos casos (Valle, 2023). En comunidades como Felipe Carrillo Puerto, el uso indiscriminado de este tipo de plástico en comercios, mercados y cafeterías contribuye a la contaminación del entorno, afecta la biodiversidad local y representa un riesgo potencial para la salud de la población.

Si bien en Quintana Roo existen regulaciones que prohíben ciertos plásticos de un solo uso, estas no siempre contemplan materiales de embalaje alimentario como el plástico film o el papel aluminio, los cuales continúan utilizándose de manera cotidiana. Este contexto evidencia la necesidad de alternativas viables, seguras y sostenibles que permitan reducir el consumo de plásticos sin comprometer la conservación e higiene de los alimentos.

Ante esta situación surge Bee Wrap, un envoltorio reutilizable para alimentos elaborado a partir de tela de algodón recubierta con cera de abeja y resina de pino, materiales naturales

y biodegradables. Las telas enceradas han sido reconocidas como una opción sustentable debido a sus propiedades antibacterianas, antifúngicas e impermeables, además de su capacidad para conservar los alimentos frescos sin liberar sustancias tóxicas (Alcalde, 2019). Asimismo, el uso de cera de abeja de origen local fortalece la producción apícola, considerada una actividad relevante en México y particularmente en Quintana Roo (Rural, 2018; Sánchez, 2023).

El presente artículo tiene como objetivo describir el proceso de investigación, desarrollo y evaluación del producto Bee Wrap como sustituto del plástico tipo film para la conservación de alimentos. Bee Wrap busca aportar evidencia sobre el potencial de las telas enceradas como una alternativa sostenible que contribuya a la reducción de residuos plásticos y al fomento de prácticas de consumo responsable, en concordancia con los objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN:

En el mundo existen plásticos de un solo uso que tardan 450 años en descomponerse o hasta incluso duran toda la vida. Actualmente en México (Arratibel, 2023) se producen cerca de 44,6 millones de toneladas de residuos urbanos, de los cuales, siete son plásticos, los que contaminan el suelo, el aire y el agua. Alrededor de 40% del plástico que se produce son embalajes, empaques o envases de un solo uso, donde podremos encontrar el plástico film (Solís, 2022).

Las investigaciones realizadas basadas en (Alcalde, 2019), menciona que “las mayores concentraciones de estos componentes se registran en algunos suelos, sedimentos y alimentos, especialmente los productos lácteos, carnes, pescados y mariscos”. A lo cual las organizaciones sanitarias informan que estos componentes perduran en el organismo entre 7 y 11 años, después de ser ingeridos estos.

Los especialistas en el marco del Foro de Justicia Ambiental (Valle, 2023) advierten que las costas de Quintana Roo son evaluadas como una de las más contaminadas por plásticos a nivel fronterizo, junto con Tijuana, Matamoros, Tamaulipas; el sur de Chiapas, el norte y sur de Veracruz, Nayarit, y la zona fronteriza con Guatemala.

En la comunidad de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, la problemática del plástico film se manifiesta como un desafío significativo que afecta el entorno natural y la calidad de vida de los habitantes. La falta de conciencia sobre el impacto ambiental del uso desmedido de plástico film conduce a su uso indiscriminado en el empaque de productos en tiendas, mercados locales y cafeterías. Además, la mayoría de estos desechos terminan siendo depositados en vertederos o tirados en la naturaleza, contaminando suelos, cuerpos de agua y afectando la fauna y flora local. Esta problemática no solo impacta negativamente en el ecosistema de la región, sino que también representa un riesgo para la salud de los habitantes, debido a la liberación de sustancias tóxicas al medio ambiente por la degradación de este tipo de plástico.

Debido a la problemática expuesta, decidimos innovar el plástico de un solo uso; **el plástico tipo “film”**, sustituyéndolo a través de la incorporación de **Bee Wrap** con el objetivo de que se implemente para la conservación de los alimentos, mejorar los hábitos de la población en general y disminuir la contaminación.

**OBJETIVO GENERAL:**

- Promover el uso de la tela encerada Bee Wrap como sustituto del plástico tipo “film”, para guardar, almacenar y proteger los alimentos de manera segura e higiénica siendo reusable, sustentable y duradera, impactando así directamente al cuidado del medio ambiente.

**OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Disminuir los problemas ambientales por los que atraviesa nuestra comunidad a causa de exceso de plástico.
- Promover el reemplazo del plástico tipo film por la tela encerada en los comercios que expenden alimentos.
- Proporcionar al público en general un material que garantice el cuidado de los alimentos, a través de diferentes presentaciones.

## MARCO TEÓRICO:

Las telas enceradas son una alternativa mucho más sostenible y respetuosa con el medio ambiente en comparación con el plástico film que al ser usadas para envolver alimentos, se evita la generación de desechos plásticos no reciclables y se contribuye a la reducción de la contaminación por plásticos. Estas telas enceradas están hechas con materiales naturales como algodón y cera de abejas, que no liberan toxinas dañinas para el medio ambiente y tampoco al entrar en contacto con los alimentos. En cambio, el plástico film convencional está elaborado de PVC en general y es sumamente tóxico al momento de incinerarse ya que este componente libera dioxinas que perjudica al medio ambiente.

Aunque Quintana Roo ya prohibió el uso del plástico como bolsas de un solo uso, unicel, popotes, entre otros, esta ley parece no aplicar en los plásticos de embalaje de alimentos como el papel aluminio y el plástico film, estos son usados mayormente en áreas como cafeterías escolares, loncherías y mercados, al final estos terminan en la basura y más adelante a nuestras aguas costeras.

La representante del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (Pnuma) para México y Guatemala, María Dolores Barrientos Alemán (Valle, 2023), resaltó “El estudio nos dice que estos residuos plásticos están presentes en las playas mexicanas y constituyen el 60% de los residuos presentes y en algunos casos el 90%”.

Así como, contamina nuestras playas mexicanas, lo mismo aplica para los alimentos según el blog de Lena (Lena, 2023) el policloruro de vinilo (PVC) es un tipo de plástico al que se le agregan plastificantes para hacerlo más suave, flexible y transparente. Varios estudios han demostrado que estos plastificantes migran a la comida, causando que la comida envuelta en papel film sea una fuente de exposición a disruptores endocrinos que es una serie de sustancias químicas capaces de alterar el sistema hormonal del organismo humano y generar su disfunción, o que puede llegar a causar diferentes enfermedades como cáncer de mama, infertilidad, afecciones de próstata, diabetes, obesidad, trastornos del comportamiento, déficit de atención, entre otros.

Rolf Halden, científico medioambiental del Biodesign Institute de la Arizona State University (Gibbens, 2020) afirma que “a diferencia de los patógenos infecciosos, los efectos de la exposición a sustancias químicas tóxicas pueden tardar décadas en manifestarse”. Y

resultaría difícil vincular directamente el incremento de las tasas de cáncer, por ejemplo, a las sustancias químicas del film plástico.

Es decir, no se percibe un efecto inmediato donde el resultado de algunas enfermedades sea a causa del plástico film, sin embargo, eso no significa que sea recomendado y mucho menos saludable guardar los alimentos en plástico film.

Ante esta situación, surge la idea de proponer Bee Wrap, un envoltorio de alimentos que sustituya el plástico film, que es realizado con cera de abeja y resina de pino. Estos envoltorios ecológicos consisten en un pedazo de tela de algodón recubierto con los ingredientes antes mencionados; es un producto respetuoso con el medio ambiente que puede durar aproximadamente un año, son lavables, reutilizables y compostables, que pueden ser usados para almacenar quesos frescos, verduras, frutas, sándwiches, semillas, nueces, cubrir platos, etc.

La cera de abeja permite que los alimentos se mantengan frescos por más tiempo gracias a sus propiedades anti-bacterianas y antifúngicas, además permite que la tela se adhiera a la mayoría de los alimentos, platos o recipientes, con tan solo el calor de las manos ayuda a sellar bien los alimentos. Así mismo, después de usarlas, se pueden lavar con agua fría y un poco de jabón, para poder usarlas de nuevo sin la preocupación de que estas se dañen ya que con la resina de pino ofrece una mayor durabilidad e impermeabilidad a este producto.

De acuerdo con la información que proporciona el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en 2016 se produjeron 2 884.60 toneladas de miel y 85.38 toneladas de cera (Sánchez, 2023). Dado que nuestro estado es productor de la cera de abeja, estamos considerando este material ya que lo podemos encontrar en grandes cantidades, según la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Rural, 2018), así mismo, “La cera es considerada como el segundo producto apícola más importante y es producido por el 68.4 por ciento de los apicultores mexicanos”.

Nuestro producto Bee Wrap es elaborado usando cera de abeja 100% natural de apicultores locales y al comprar nuestro producto estaremos ayudando también a que estos apicultores continúen con su vida productiva. Por otra parte, al cambiar hábitos en casa, las nuevas generaciones estarán reduciendo el uso de plástico, beneficiando en un futuro a nuestro planeta, ya que nuestra producción es artesanal y genera cero residuos.

## **METODOLOGÍA Y DESARROLLO:**

Materiales.

- Piezas de tela 100% algodón
- Cera de abeja
- Resina de pino

Proceso de elaboración: Se llevaron a cabo diferentes pruebas, de las cuales destacaron las tres que se describen a continuación:

### **PRUEBA 1:**

En nuestra primera prueba utilizamos solamente la cera para cubrir la tela. Se derritió la cera necesaria para cubrir una pieza de tela de 23x19cm. Se extendió la tela sobre una superficie de aluminio calentada previamente y con ayuda de un rodillo de esponja se cubrió la tela con la cera. Una vez expandida la cera de manera uniforme sobre toda la superficie de la tela, se despegó de la base y se dejó secar durante 30 segundos. El resultado obtenido fue; el de una tela que no suficientemente, moldeable, por lo que no cumple al 100% con los objetivos esperados.

### **PRUEBA 2:**

Para esta prueba se fundieron los 3 ingredientes que son cera de abeja, resina de pino y aceite jojoba con lo cual se hizo el mismo procedimiento de la prueba uno, solo que, con diferentes cantidades, obteniendo como resultado una tela suave, poco moldeable y que no cumple con la función de sellar los recipientes al 100%, ya que en caso de que el recipiente se caiga no evita derrames del alimento o el líquido.

### **PRUEBA 3:**

En esta última prueba se fundió la cera de abeja y la resina de pino, se cubrió la tela con el mismo procedimiento de las 2 pruebas anteriores. En este caso nuestro prototipo cumple con las características de maleabilidad y adaptación suficiente para sellar los envases y contenedores, para así evitar derrames de su contenido. Por lo que cumple con las características esperadas de la tela Bee Wrap que es la adaptación, maleabilidad e impermeabilidad suficiente para sellar los envases y contenedores, evitando derrames de su contenido.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

En los últimos años, el uso desmedido del plástico film ha causado el consumo excesivo para la conservación de los alimentos, haciendo que la contaminación aumentara por las dioxinas tóxicas que libera al momento de incinerarse, por ello hemos buscado alternativas sostenibles en la industria textil. Este estudio se centra en la evaluación de telas hechas de cera de abeja y resina de pino dos materiales ecológicos que son buenos potenciales para el cuidado de los alimentos y el medio ambiente. Los objetivos del estudio fueron analizar las propiedades y beneficios de los materiales, así como su viabilidad en las aplicaciones comerciales y como esto beneficiara a la sociedad en general al momento de su aplicación.

Los resultados demuestran que las propiedades de la cera de abeja y resina de pino poseen propiedades antibacterianas significativas para la conservación de los alimentos, los cuales no son tóxicos para los alimentos. Este producto existe en el mercado, pero es poco conocido y están hechas con un material extra, investigamos en 4 fuentes para ver cómo era el procedimiento del producto, en Google buscamos información sobre los materiales a usar, seguidamente utilizamos las redes sociales como Instagram y Tik tok para saber cómo promocionar nuestro producto y en que podemos destacar, por último preguntamos en nuestro entorno cercano para saber si tenían conocimientos de las telas enceradas, el cual nos dio bajos resultados ya que no sabían de la existencia de dicho producto, haciéndonos saber que las telas enceradas no eran muy utilizadas en Quintana Roo y en México en general.

Una vez adquirida toda esta información empezamos a realizar diferentes pruebas para mejorar el producto, esto a base de diferentes mezclas hasta llegar a las características que queríamos con nuestro producto. Teniendo ya nuestro producto lo sometimos en una prueba de conservación que consiste en cuatro diferentes ambientes, con esto pudimos obtener más información sobre el desempeño de nuestro producto en diferentes condiciones, encontramos que sus características son aptas para su uso en cocinas, al igual que en ambientes domésticos y comerciales donde se manipulen alimentos.

Después de realizar la prueba de conservación, hicimos una tabla comparativa donde se pudo comparar las características factibles de las telas "Bee Wrap" a comparación de otros productos que tienen el objetivo de cubrir y conservar los alimentos, se logro notar que

nuestro producto es biodegradable, reutilizable, duradera y al momento de meter presión este puede soportar sin romperse.

Teniendo ya el producto listo para su venta, realizamos una estructura de costos para poder llegar a la conclusión de un precio para nuestro producto.

Tabla 1. Tabla del costo final del producto

<b>Costo final del producto</b>			
	30%	50%	
<b>Costo de mano de obra, producción y promoción</b>	<b>Administración</b>	<b>Ganancia</b>	<b>Costo total de un juego del producto de Bee Wrap</b>
\$61.65	\$18.50	\$30.83	<b>\$110.97</b>

## **CONCLUSIONES:**

Para concluir, Bee Wrap es una innovación de un producto ya antes usado para la impermeabilización de objetos a bordo de barcos, para cubrir equipos en climas húmedos, al igual que para proteger y conservar alimentos como por ejemplo en los vegetales, quesos, frutas, etc. Esto se busca adaptar a las necesidades actuales y al cuidado del medio ambiente, en nuestro proyecto estamos reincorporando la idea con nuevos materiales, nueva técnica y más adelante en nuevos usos.

El objetivo de este producto no solo se limita a la protección de alimentos, sino que busca tener una mayor aplicabilidad en otros ámbitos, beneficiando a la sociedad en general y reduciendo el impacto ambiental negativo. Este es un propósito que demuestra la visión a largo plazo del proyecto.

Gracias a la versatilidad de las telas, presenta soluciones sostenibles para la conservación de alimentos, reduciendo el consumo de plásticos de embalaje no biodegradables.

En resumen, Bee Wrap es una innovación que tiene como objetivo brindar soluciones sostenibles y ecológicas en nuestro estado a través de la incorporación de las telas enceradas, que puede tener un impacto positivo en la sociedad y en el medio ambiente a largo plazo.

## **RECOMENDACIONES:**

Con base en los resultados obtenidos en el desarrollo del Bee Wrap, se recomienda orientar futuras líneas de investigación al fortalecimiento de la resistencia y durabilidad del producto. En particular, sería pertinente analizar nuevas combinaciones y proporciones de materiales naturales, como diferentes tipos de resinas vegetales o ceras de origen apícola, que permitan mejorar la adherencia de la mezcla a la tela y aumentar su resistencia al calor y al desgaste por uso continuo.

Asimismo, se sugiere evaluar distintos tipos de tejidos de algodón, considerando variables como el grosor, el tipo de trama y la densidad del tejido, con el fin de identificar aquellos que ofrezcan mayor soporte estructural sin comprometer la flexibilidad y maleabilidad del

envoltorio. Estas pruebas podrían contribuir a prolongar la vida útil del producto y ampliar sus posibilidades de uso en diferentes contextos domésticos y comerciales.

De manera complementaria, se recomienda realizar pruebas controladas bajo condiciones más exigentes, como exposiciones prolongadas a variaciones de temperatura, humedad y manipulación frecuente, con el propósito de evaluar el desempeño del Bee Wrap a largo plazo. Este tipo de estudios permitiría identificar posibles mejoras en el proceso de elaboración y establecer recomendaciones más precisas para su uso, mantenimiento y almacenamiento, incrementando así su resistencia y funcionalidad.

## BIBLIOGRAFIA:

- Alcalde, S. (23 de Julio de 2019). *El film transparente es tan práctico como contaminante*. Obtenido de National Geographic España: [https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/film-transparente-es-tan-practico-como-contaminante\\_14549](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/film-transparente-es-tan-practico-como-contaminante_14549)
- Arratibel, A. J. (20 de Enero de 2023). *El dilema de México y sus siete millones de toneladas de basura plástica*. Obtenido de EL PAÍS: <https://elpais.com/america-futura/2023-01-20/el-dilema-de-mexico-y-las-siete-millones-de-toneladas-de-plastico-que-acaban-en-la-basura-o-en-el-mar.html>
- Gibbens, S. (24 de Junio de 2020). *El grave problema del film plástico*. Obtenido de National Geographic: <https://www.nationalgeographic.com/medio-ambiente/2019/07/el-grave-problema-del-film-plastico>
- Lena, M. d. (22 de Septiembre de 2023). *Bee wraps: el reemplazo no tóxico del papel film*. Obtenido de Lena sustentable: <https://lenasustentable.com/blog/bee-wraps/>
- Rural, S. d. (26 de Mayo de 2018). *La cera de abeja está... donde no te lo imaginas*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/la-cera-de-abeja-esta-donde-no-te-lo-imaginas>
- Sánchez, I. G. (1 de Junio de 2023). *Centro de articulación productiva apícola en Quintana Roo: análisis de la cadena de valor*. Obtenido de SciELO: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-39252022000100131](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252022000100131)
- Solís, N. (29 de Marzo de 2022). *Un océano de plástico o ¿por qué es urgente reducir su entrada a toda costa?* Obtenido de Ciudades y Transporte Sustentable: <https://ciudadesytransporte.mx/un-oceano-de-plastico-o-por-que-es-urgente-reducir-su-entrada-a-toda-costa/>
- Valle, E. d. (2 de Junio de 2023). *Costas de Q. Roo; las más afectadas por contaminación de plásticos*. Obtenido de Novedades Quintana Roo: <https://sipse.com/novedades/costas-de-q-roo-las-mas-afectadas-por-contaminacion-de-plasticos-448094.html>

**“El uso de especies invasoras como principio activo en cremas  
antiinflamatorias, Mediplant”**

**Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 144. Jose  
Emilio Grajales Moguel.**

**RESUMEN**

Analizar las propiedades naturales que contengan las especies invasoras conocidas como mala madre (*Kalanchoe pinnata*) y Tepezcohuite (*Mimosa Tenuiflora*) donde se encuentran los compuestos saponinas tripernoides, taninos condensados y fitol, para determinar la efectividad de la crema antiinflamatoria “mediplant” en hematomas, raspaduras y quemaduras de primer grado a partir del extracto etanolico al 70% de sus propiedades como principio activo de esta.

**Palabras clave:** Especies invasoras, Antiinflamatorio, *Kalanchoe Pinnata*, *Mimosa Tenuiflora*, Extracto Etanolico al 70%, principio activo.

## INTRODUCCIÓN:

En Chiapas existen diferentes tipos de especies de plantas regionales, muchas de estas son consideradas especies invasoras en distintas zonas, lo cual puede presentar un problema muy grave para la fauna y flora del estado, limitando a otras especies de la región a reproducirse, causando severas afectaciones, como extinción de especies, migración forzada y afectaciones en general del ecosistema. Una de las especies invasoras más comunes en Chiapas es conocida coloquialmente como mala madre o por su nombre científico *kalanchoe pinnata* está a pesar de las desventajas que puede traer al ecosistema, se ha vuelto una opción de investigación gracias a las propiedades naturales que contiene, así como también el tepezcohuite que puede considerarse invasora o no, dependiendo de su habita, sin embargo, es un arbusto de fácil propagación, el cual si no existe un control del mismo, se convierte en invasora, a pesar de esto, es considerada con propiedades cicatrizantes, analgésicas y de regeneración rápida en la piel. Algunos de los compuestos que más destacan son, saponinas triterpenoides, taninos condensados y fitol los cuales contienen propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas, y antioxidantes, siendo estos los principales principios activos de la crema.

El hacer uso de este tipo de plantas, ayuda a reducir la propagación invasora de estas, y permite hacer un uso no limitado de este tipo de plantas medicinales, aprovechando cada una de sus propiedades naturales, y obteniendo el beneficio de reducir la invasión y propagación no deseada de estas plantas en el estado.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN:**

Las heridas en el cuerpo como moretones, hematomas, raspaduras y quemaduras de primer grado son lesiones que suelen ser muy comunes en la población en general y se encuentran en cualquier persona en su día a día generando malestares y afectando su calidad de vida. Aunque actualmente existen diversos tipos de tratamientos para las distintas heridas, muchas de ellas no cumplen con lo prometido y no ofrecen la seguridad necesaria del producto al cliente, ya que muchas veces no son completamente efectivas o causan efectos no deseados, al mismo tiempo los resultados no suelen tener la mejor efectividad, por lo tanto no son accesibles al público en general, por lo que todos estos problemas llevan a los consumidores de este tipo de productos a tiempos prolongados de curación, posibles infecciones e incluso cicatrizaciones no adecuadas.

La mayoría de los productos para tratar este tipo de afectaciones, suelen contener un alto contenido de salicilato de metilo, el cual en grandes cantidades se considera tóxico y puede ocasionar derivadas afectaciones bastante graves, como irritación ocular, pérdida de la visión entre otras, dependiendo del lugar afectado y el tipo de producto aplicado, esto según la revista Medline plus. Es por eso mismo que el investigar opciones naturales se convierte en una opción factible y abre un campo de investigación para futuros productos en el mercado, dando alternativas accesibles y seguras para el público en general.

## **OBJETIVO GENERAL:**

- Comprobar mediante pruebas empíricas la efectividad de las propiedades naturales de las especies invasoras conocidas como mala madre y tepezcohuite como principio activo en la crema antiinflamatoria “mediplant” para su uso cotidiano.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Extracción de los compuestos saponinas tripernoides, taninos condensados y fitol mediante extracto etanolico al 70%
- Incorporar los compuestos a la formula base de la crema para obtener las propiedades antiinflamatorias, cicatrizantes, antibióticas y analgésicas
- Comprobar la efectividad de la crema, mediante pruebas empíricas en pacientes con hematomas, raspaduras y quemaduras de primer grado

## MARCO TEÓRICO:

A pesar de que las cremas y las pomadas son fármacos semisólidos y son tomados como productos que son iguales, estas no son lo mismo, las diferencias según la farmacéutica B. García, la pediatra G. García y la farmacéutica B. Roig, es que, en las pomadas se utilizan excipientes grasos hidrófilos, gracias a esto tienen una cierta capacidad de absorber agua y exudados (también conocido como pus, se refiere a un líquido del cuerpo que se filtra desde los vasos sanguíneos hacia los tejidos más cercanos que encuentra y surge a partir de infecciones o inflamaciones). Su uso es comúnmente utilizado en pieles agrietadas y secas, sin embargo, generalmente llegan a empeorar la piel inflamada debido a su efecto congestivo. Por otro lado, las cremas son el resultado de una mezcla de agua y sustancias grasas que no son miscibles entre sí, pero se logran mezclar debido a la acción de emulgentes para producir una mezcla estable; las cremas más comunes al momento de realizar algún fármaco son las cremas lipófilas, las cuales son emulsiones de agua dispersa en grasa también conocidas como cremas water in oil, estas son muy utilizadas al momento de realizar algún fármaco debido a que en cuanto la crema tiene contacto con la piel, se siente una sensación refrescante debido a sus componentes y a las reacciones químicas que se llevan a cabo. Debido a todo lo que anteriormente se mencionó, las cremas y pomadas antiinflamatorias no tienen el mismo efecto, sino que dan un resultado diferente en los moretones, inflamaciones y hematomas, por eso mismo las cremas antiinflamatorias tienen una mejor función que las pomadas antiinflamatorias. Después de realizar un estudio del mercado, se llegó a la conclusión de que las cremas que son naturales y tienen propiedades antiinflamatorias tienen un precio que va desde los \$60 pesos mexicanos por 60 ml hasta los \$430 pesos por 210 g del producto en supermercados, como lo es walmart, sin embargo, aunque existen en el mercado cremas antiinflamatorias más baratas, en muchas ocasiones llegan a deshidratar la piel por los ingredientes utilizados e incluso resultan perjudiciales para algunas heridas debido a la naturaleza de las mismas. Todo esto representa una problemática ya que según la CONASAMI (Comisión Nacional de los Salarios Mínimos) el salario mínimo en México en el año 2023 era de \$207.44, sin embargo, debido a que la cifra cambió a inicios de este año, también se aumentó el precio de muchos productos, entre ellos los fármacos. Actualmente el salario mínimo en el estado de Chiapas es de \$248.93. Teniendo en cuenta que \$130 es el precio promedio de las cremas más comerciales en el mercado, se gasta un aproximado del 52.22% del salario mínimo de una

persona en un fármaco que no entra en la canasta básica y aun así es de suma importancia. Según una revista de medicina sobre hematomas que fue revisada por última vez en abril del 2023, si un hematoma no es cuidado o atendido de la manera correcta, puede causar muchas complicaciones en la zona afectada, los síntomas más comunes son fiebre, infección cerca de la zona, enrojecimiento o exudados. Todo esto aparte de ser dañino para la salud también llega a afectar en muchas ocasiones al mundo laboral ya que las complicaciones pueden obligar a una persona a no asistir a su empleo por algunos días, todo eso complica aún más la obtención de un fármaco que sea antiinflamatorio, por eso mismo se está buscando cada día más abaratar los precios de estos fármacos.

## **METODOLOGÍA Y DESARROLLO:**

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN:**

La investigación acerca de una crema antiinflamatoria para acelerar la curación de hematomas, moretones, raspaduras y quemaduras de primer grado hecha a base de Tepezcohuite y mala madre de la empresa “mediplant” dio los siguientes resultados: Obtuvimos una crema antiinflamatoria la cual se sometió a un proceso experimental donde se realizaron distintas pruebas empíricas en distintos pacientes los cuales fueron monitoreados mediante farmacovigilancia, donde tuvimos resultados positivos en las correspondientes heridas de los pacientes, acelerando el tiempo de sanación hasta un 50% de tiempo (el tiempo de cada herida depende de cuál sea en específico) al igual que se obtuvo una piel agradable al tacto. Por otra parte, como empresa hemos establecido alianzas con una tienda naturista y una farmacia llamada “Hermanos” las cuales nos han brindado la confianza de distribuir nuestro producto en sus establecimientos, debido a nuestros resultados. Al mismo tiempo hemos realizado distintos contactos junto al jardín botánico, ya que gracias a él biólogo gallegos hemos podido ampliar nuestra investigación entendiendo y aprovechado de la mejor forma las propiedades de la mala madre y el Tepezcohuite

Gracias a factores como el uso del método científico al momento de realizar el producto, a las propiedades que se extrajeron de las plantas utilizadas como principio activo en la crema, a la ayuda de algunas personas para el proceso de prueba de esta y a las mejoras que se tuvieron que hacer. Se llegó al resultado esperado y se logró confirmar la hipótesis hecha en un inicio ya que la crema antiinflamatoria demostró una gran eficacia al momento de sanar distintos golpes. Teniendo en cuenta el tiempo que se tomaba en sanar un hematoma sin aplicarle algún producto, la media de los resultados obtenidos en las pruebas y las observaciones realizadas en cada caso de prueba se puede afirmar que la efectividad de la crema es elevada, ya que reduce el tiempo de recuperación a la mitad, se pueden llegar a notar cambios al poco tiempo de uso, no genera reacciones alérgicas a la mayoría de las pieles, en cambio, hidrata. De igual manera, se notó la preferencia de clientes ya que

el precio es menos elevado, si bien, no es tan conocida como las marcas que ya están posicionadas en el mercado, hay personas que afirman que tiene una mejor funcionalidad.

## CONCLUSION:

a utilización de la *Mimosa Tenuiflora* y la *Kalanchoe Pinnata* en combinación, han demostrado tener efectos significativos en el tratamiento de lesiones provocadas por la actividad física, reducir la resequedad en la piel, mejora el tratamiento de quemaduras y raspaduras, reduce el tiempo de curación aproximadamente a la mitad del tiempo, además de que se trata una problemática en el estado de Chiapas debido a que las plantas son especies invasoras e impiden que más flora crezca en distintos lugares. Debido a esto y a la facilidad de encontrar las plantas en la región, se logró reducir el costo a comparación de las cremas comerciales que ya se encuentran posicionadas en el mercado, el precio del producto se redujo aproximadamente un 18.9% al promedio encontrando en distintas tiendas y farmacias.

## RECOMENDACIONES:

El uso de la crema es de forma tópica, se recomienda aplicarla dos veces al día, en la mañana y en la noche.

Diario Oficial de la Federación. Recuperado el 11 de diciembre de 2023, de [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5657034&fecha=05/07/2022](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5657034&fecha=05/07/2022)

Extractos vegetales: qué tipos hay, diferencias y cómo se usan. (2021). Blog de Gran Velada. Extraído desde: <https://granvelada.com/blog/diferencias-tipos-extractos-vegetales/>

**García Bacallao, L., Rojo Domínguez, D. M., García Gómez, L. V., & Hernández Ángel, M. (2020). Plantas con propiedades antiinflamatorias. Revista cubana de investigaciones biomédicas. Extraído desde: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03002002000300012](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002002000300012)**

Mimosa Tenuiflora (2023). Extraído desde: <https://www.clarins.mx/clarins-la-vuelta-al-mundo-en-80-plantas/mimosa-tenuiflora>.

Pakopm, (2016). Extracto hidroglicérico de Tepezcohuite. El hardware de la cosmetica casera. Extraído desde: <https://hardwarecosmetica.wordpress.com/2016/02/16/extracto-hidroglicerico-de-tepezcohuite/>

Yordán, E. (2022). Kalanchoe: propiedades, beneficios y contraindicaciones - Guía completa. Extraído desde: <https://www.ecologiaverde.com/kalanchoe-propiedades-y-contraindicaciones-4133.html>

# **SIGET: SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA GESTIÓN EFICIENTE DE EXPEDIENTES Y PRESTACIONES DE LOS TRABAJADORES EN LA DGETI CBTIS 72**

*Oscar Pérez Olan*

## **RESUMEN**

La Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI) enfrenta importantes retos en la gestión administrativa de expedientes y trámites de prestaciones no ligadas, derivados de procesos manuales, centralizados y altamente burocráticos, los cuales generan largos tiempos de respuesta y elevados índices de rechazo. Ante esta problemática surge SiGET, un Sistema Automatizado para la Gestión Eficiente de Expedientes y Trámites de Prestaciones, diseñado para optimizar y digitalizar dichos procesos mediante el uso de tecnologías de la información. El proyecto se desarrolló bajo un enfoque de investigación aplicada y metodología ágil, incorporando una arquitectura de software de tipo cebolla que garantiza escalabilidad, seguridad y mantenibilidad. SiGET automatiza la validación documental, el cálculo de antigüedad, la gestión de expedientes digitales y la notificación oportuna al personal, permitiendo un seguimiento transparente de cada trámite en tiempo real.

La implementación del prototipo en planteles de la DGETI en el estado de Quintana Roo permitió evaluar su viabilidad técnica, operativa y funcional. Los resultados evidenciaron una reducción del tiempo promedio de procesamiento de trámites de 30 a 7 días, así como una disminución de la tasa de rechazo del 90% al 10%. Asimismo, se registró un alto nivel de satisfacción entre los usuarios finales.

En conclusión, SiGET demuestra ser una solución tecnológica efectiva que mejora la eficiencia administrativa, fortalece la transparencia institucional y contribuye al bienestar del personal, sentando las bases para su futura escalabilidad a nivel nacional.

Palabras clave: Proporcione cuatro o cinco palabras que servirán para identificar el tema de su artículo, separadas por comas.

**Palabras clave:** Gestión administrativa, Expedientes digitales, Automatización de procesos, Transformación digital

## **INTRODUCCIÓN:**

La Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI) es uno de los subsistemas de educación media superior más importantes de México, tanto por su cobertura nacional como por las prestaciones laborales que ofrece a su personal docente y administrativo. Estas prestaciones representan un reconocimiento a la trayectoria laboral y buscan mejorar la calidad de vida de los trabajadores, así como fortalecer su compromiso con la institución. No obstante, el acceso a estos beneficios se ha visto afectado por procesos administrativos complejos, lentos y altamente burocráticos, lo que ha generado inconformidades, retrasos y un alto índice de rechazo en los trámites.

En los planteles de la DGETI, especialmente a nivel estatal, la gestión de expedientes y trámites de prestaciones no ligadas se realiza, en gran medida, mediante procedimientos manuales. Estos procesos requieren la integración de diversos documentos físicos, la validación de información laboral y la revisión detallada de datos como antigüedad, claves presupuestales y comprobantes de pago. Esta forma de trabajo incrementa la carga administrativa, eleva la probabilidad de errores y provoca que una gran cantidad de solicitudes sea rechazada en su primera revisión. Como consecuencia, los trabajadores deben reiniciar el trámite, lo que prolonga los tiempos de respuesta y genera frustración.

A lo largo del tiempo, se han realizado algunos esfuerzos por digitalizar ciertos documentos o registros administrativos. Sin embargo, estas acciones han sido parciales y no han resuelto de fondo el problema, ya que no integran de manera completa la automatización de los procesos, la validación de datos ni el seguimiento continuo de los trámites. La falta de sistemas integrales ha limitado la transparencia y ha dificultado que el personal conozca con claridad el estado de sus solicitudes, afectando la percepción de eficiencia institucional.

Ante este escenario surge el proyecto SiGET, Sistema Automatizado para la Gestión Eficiente de Expedientes y Trámites de Prestaciones, como una propuesta tecnológica orientada a mejorar de forma integral la administración de estos procesos dentro de la DGETI. La motivación principal para abordar este tema radica en la necesidad de reducir los tiempos de respuesta, disminuir los errores administrativos y ofrecer un sistema más transparente y accesible tanto para el personal administrativo como para los trabajadores que solicitan prestaciones.

SiGET propone la digitalización completa de los expedientes laborales, la automatización de la validación de documentos y el cálculo de la antigüedad, así como la implementación de notificaciones automáticas que informen oportunamente a los usuarios sobre el estado de sus trámites. El sistema también permite el seguimiento en tiempo real de cada solicitud, lo que contribuye a mejorar la comunicación y a reducir la incertidumbre durante el proceso. Estas funcionalidades buscan optimizar el trabajo administrativo y garantizar mayor precisión en la gestión de la información.

El desarrollo del proyecto se apoya en una investigación aplicada con enfoque tecnológico y en el uso de metodologías ágiles, lo que permitió realizar ajustes continuos con base en la retroalimentación de los usuarios. Asimismo, el sistema fue diseñado bajo una arquitectura de software de tipo cebolla, que favorece la separación de responsabilidades, la seguridad de los datos y la posibilidad de escalar la solución a otros contextos o niveles administrativos.

El prototipo de SiGET fue implementado en diversos planteles de la DGETI en el estado de Quintana Roo, lo que permitió evaluar su funcionamiento en un entorno real. A través de esta implementación fue posible analizar la reducción en los tiempos de procesamiento, la disminución en la tasa de rechazo de trámites y el nivel de satisfacción de los usuarios. Los resultados obtenidos muestran mejoras significativas en la eficiencia administrativa y en la percepción del personal respecto a los procesos de gestión de prestaciones.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN:**

La Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI) atiende a una amplia comunidad de personal docente y administrativo que, a lo largo de su trayectoria laboral, tiene derecho a diversas prestaciones y apoyos económicos. Estas prestaciones forman parte fundamental del bienestar del trabajador y representan un reconocimiento a su antigüedad, desempeño y permanencia dentro de la institución. Sin embargo, el proceso para acceder a dichas prestaciones, en especial aquellas no ligadas directamente a la actividad académica, se ha convertido en una problemática constante dentro de los planteles.

Actualmente, la gestión de expedientes y trámites de prestaciones se realiza mediante procedimientos predominantemente manuales. Estos procesos requieren la recopilación de documentos físicos, la validación detallada de información laboral y la revisión exhaustiva de datos como años de servicio, claves presupuestales y comprobantes de pago. Esta forma de trabajo incrementa la carga administrativa, eleva la probabilidad de errores humanos y provoca retrasos significativos en la resolución de los trámites.

La dimensión del problema es considerable, ya que afecta directamente a un alto porcentaje del personal de la DGETI. En muchos casos, más del noventa por ciento de las solicitudes de prestaciones son rechazadas en su primera revisión debido a errores documentales o inconsistencias en la información presentada. Cada rechazo obliga al trabajador a reiniciar el proceso, lo que genera retrasos que pueden extenderse durante semanas o meses. Esta situación provoca frustración, inconformidad y desgaste tanto en los solicitantes como en el personal administrativo encargado de la revisión.

Además, la centralización de la validación y aprobación de los expedientes en instancias externas al plantel, en muchos casos ubicadas fuera del estado, incrementa los tiempos de respuesta y limita la capacidad de seguimiento por parte de los usuarios. La falta de un sistema que permita conocer en tiempo real el estado de los trámites reduce la transparencia

del proceso y genera incertidumbre en los trabajadores, quienes no cuentan con información clara sobre el avance de sus solicitudes.

Desde el punto de vista institucional, esta problemática impacta negativamente en la eficiencia operativa de los planteles y en la imagen de la DGETI como organismo público. La acumulación de expedientes físicos, el uso excesivo de papel y la repetición constante de procesos administrativos también representan un problema ambiental y económico, ya que incrementan los costos de impresión, almacenamiento y gestión documental.

Ante este contexto, se identifica una necesidad clara de contar con una solución tecnológica que permita optimizar la gestión de expedientes y trámites de prestaciones. Existe una oportunidad para desarrollar un sistema que integre la digitalización de documentos, la automatización de validaciones y el seguimiento continuo de los procesos, con el fin de reducir errores, tiempos de respuesta y cargas administrativas.

En respuesta a esta necesidad surge el proyecto SiGET, Sistema Automatizado para la Gestión Eficiente de Expedientes y Trámites de Prestaciones. La justificación de este proyecto se fundamenta en su relevancia, pertinencia e impacto tanto a nivel institucional como social. SiGET propone una solución integral que transforma los procesos tradicionales mediante el uso de tecnologías de la información, permitiendo una gestión más eficiente, transparente y confiable de los trámites.

La relevancia del proyecto radica en su capacidad para atender una problemática real y recurrente dentro de la DGETI. Al automatizar la validación de documentos y los cálculos relacionados con la antigüedad laboral, el sistema reduce de manera significativa los errores humanos, que son una de las principales causas de rechazo de los trámites. Esto se traduce en una mejora directa en la experiencia del usuario y en una reducción considerable de los tiempos de procesamiento.

La pertinencia de SiGET se sustenta en su alineación con los procesos existentes de la institución, ya que no modifica la normatividad vigente ni la estructura organizacional, sino que optimiza la forma en que se ejecutan los procedimientos administrativos. El sistema se adapta al contexto real de los planteles y puede ser implementado de manera gradual, lo que facilita su adopción por parte del personal administrativo y docente.

En términos de impacto, SiGET genera beneficios claros para distintos actores. Para el personal docente y administrativo, ofrece mayor claridad, seguimiento en tiempo real y reducción de tiempos de espera. Para los planteles, disminuye la carga de trabajo manual y mejora la eficiencia operativa. Desde una perspectiva ambiental, el proyecto contribuye a la reducción del uso de papel y al manejo responsable de los recursos. A nivel tecnológico, impulsa la modernización de los procesos administrativos y fortalece la cultura digital dentro de la institución.

La innovación del proyecto se encuentra en la integración de múltiples funcionalidades dentro de una sola plataforma, lo que lo diferencia de soluciones parciales previamente utilizadas. SiGET no solo digitaliza documentos, sino que automatiza procesos completos, incorpora notificaciones automáticas y se basa en una arquitectura de software que permite su escalabilidad y mantenimiento a largo plazo. Esta diferenciación representa un avance significativo respecto al conocimiento y las prácticas administrativas existentes.

## **OBJETIVO GENERAL:**

- Desarrollar e implementar el sistema SiGET para mejorar la gestión de expedientes y trámites de prestaciones del personal docente y administrativo de la DGETI, mediante la digitalización y automatización de los procesos administrativos, con el fin de reducir tiempos de atención, disminuir errores y aumentar la transparencia

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Analizar los procesos administrativos actuales relacionados con la gestión de expedientes y trámites de prestaciones en los planteles de la DGETI, para identificar áreas de mejora y puntos críticos.
- Diseñar un sistema automatizado que permita la digitalización de expedientes, la validación de documentos y el cálculo automático de la antigüedad del personal.
- Implementar y evaluar el funcionamiento del sistema SiGET en planteles de la DGETI, con el propósito de medir su impacto en la reducción de tiempos de procesamiento, disminución de rechazos y nivel de satisfacción de los usuarios.

## MARCO TEÓRICO:

La gestión administrativa en instituciones educativas públicas representa un área clave para el funcionamiento eficiente de los sistemas educativos. En organismos con alta cobertura y gran volumen de personal, como la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI), los procesos administrativos relacionados con la gestión de recursos humanos y prestaciones laborales adquieren una relevancia especial. La literatura especializada señala que los sistemas administrativos tradicionales, basados en procesos manuales y en el uso intensivo de documentos físicos, suelen presentar altos niveles de ineficiencia, errores y retrasos.

Uno de los conceptos fundamentales que respalda esta investigación es la automatización de procesos administrativos. La automatización se define como el uso de tecnologías de la información para ejecutar tareas repetitivas de manera sistemática, reduciendo la intervención humana. Diversos estudios indican que la automatización permite disminuir errores, optimizar tiempos de respuesta y mejorar la calidad de los servicios administrativos. En el contexto de la gestión de prestaciones laborales, la automatización facilita la validación de información, el cálculo de datos laborales y el seguimiento de trámites.

Otro concepto clave es la gestión documental digital. Este enfoque se refiere a la creación, almacenamiento, organización y recuperación de documentos en formato digital, garantizando su integridad y disponibilidad. La gestión documental digital sustituye los expedientes físicos y permite un acceso más rápido y seguro a la información. De acuerdo con la literatura, la digitalización de expedientes reduce el uso de papel, mejora la trazabilidad de los procesos y contribuye a una administración más transparente. En instituciones públicas, esta práctica se considera un elemento esencial para la modernización administrativa.

La transparencia administrativa es otro fundamento teórico relevante. La transparencia se relaciona con la capacidad de las instituciones para ofrecer información clara, accesible y oportuna sobre sus procesos. En los sistemas administrativos tradicionales, la falta de

visibilidad del estado de los trámites genera incertidumbre y desconfianza entre los usuarios. Los sistemas de información administrativos modernos integran herramientas de seguimiento en tiempo real que permiten a los usuarios conocer el avance de sus solicitudes, lo que mejora la percepción de eficiencia y fortalece la confianza institucional.

Desde el enfoque de la transformación digital, se reconoce que la incorporación de tecnologías de la información no solo implica digitalizar documentos, sino también rediseñar procesos. La transformación digital busca mejorar la forma en que las organizaciones operan y ofrecen servicios, utilizando la tecnología como un medio para generar valor. En el ámbito educativo y administrativo, este enfoque promueve sistemas más ágiles, flexibles y orientados al usuario. El proyecto SiGET se inscribe dentro de esta corriente, al proponer una solución integral que transforma la gestión de expedientes y trámites de prestaciones.

En cuanto a los modelos de desarrollo de software, la investigación se apoya en los principios de las metodologías ágiles. Estas metodologías priorizan la entrega incremental de funcionalidades, la adaptación al cambio y la colaboración constante con los usuarios finales. La literatura señala que el uso de metodologías ágiles mejora la calidad del software y permite desarrollar soluciones más alineadas con las necesidades reales de los usuarios. En proyectos institucionales, este enfoque facilita la detección temprana de errores y la mejora continua del sistema.

Otro elemento teórico relevante es la arquitectura de software de tipo cebolla, la cual propone una separación clara de responsabilidades entre las capas del sistema. Este modelo establece que la lógica de negocio debe mantenerse independiente de la infraestructura y de la interfaz de usuario. De acuerdo con estudios en ingeniería de software, este tipo de arquitectura favorece la mantenibilidad, la escalabilidad y la seguridad de los sistemas. Además, permite realizar pruebas de manera más sencilla y facilita futuras ampliaciones del sistema sin afectar su núcleo principal.

La usabilidad de los sistemas de información también constituye un aspecto fundamental del marco teórico. Un sistema usable es aquel que puede ser utilizado de manera sencilla y

eficiente por usuarios con distintos niveles de experiencia tecnológica. La literatura destaca que una interfaz clara y accesible reduce errores de uso y mejora la aceptación de los sistemas tecnológicos. En entornos educativos y administrativos, donde no todos los usuarios cuentan con formación técnica, la usabilidad se convierte en un factor determinante para el éxito de la implementación.

Finalmente, la sostenibilidad y el impacto ambiental forman parte del estado del arte en la gestión administrativa moderna. La reducción del uso de papel mediante sistemas digitales contribuye a disminuir el impacto ambiental de las instituciones. Además, la optimización de recursos y la eficiencia operativa se consideran prácticas alineadas con el desarrollo sustentable. La literatura reconoce que los sistemas digitales bien implementados generan beneficios tanto económicos como ecológicos.

En conjunto, estos fundamentos teóricos respaldan la pertinencia del proyecto SiGET como una solución tecnológica que integra automatización, gestión documental digital, transparencia administrativa y arquitectura de software moderna. El marco teórico evidencia que el desarrollo de sistemas automatizados para la gestión de trámites representa una tendencia consolidada y necesaria en las instituciones públicas, especialmente en el ámbito educativo.

## **METODOLOGÍA Y DESARROLLO:**

### **Enfoque y Diseño de la Investigación**

El proyecto SiGET se desarrolló bajo un enfoque de investigación aplicada, ya que se orienta a resolver una problemática concreta relacionada con la gestión de expedientes y trámites de prestaciones del personal docente y administrativo de la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial. El propósito principal no fue generar conocimiento teórico abstracto, sino diseñar, implementar y evaluar una solución tecnológica funcional que mejorara los procesos administrativos existentes.

El diseño de la investigación es de tipo mixto, ya que combina elementos cuantitativos y cualitativos. El enfoque cuantitativo permitió medir de forma objetiva los tiempos de procesamiento, la tasa de rechazo de trámites y los niveles de satisfacción de los usuarios antes y después de la implementación del sistema. El enfoque cualitativo se utilizó para analizar la percepción de los usuarios, identificar áreas de mejora y evaluar la aceptación del sistema en un entorno real.

### **Tipo de Investigación**

De acuerdo con su alcance, la investigación es de tipo explicativa y descriptiva. Es descriptiva porque analiza el estado actual de los procesos administrativos y documenta sus principales características y limitaciones. Es explicativa porque busca identificar las causas de los altos índices de rechazo y los retrasos en los trámites, y propone una solución tecnológica para atender dichas causas. Asimismo, el proyecto incorpora un componente tecnológico, ya que incluye el desarrollo de un sistema de información como producto final de la investigación.

### **Población y Muestra**

La población de estudio estuvo conformada por el personal docente y administrativo de los planteles de la DGETI en el estado de Quintana Roo. Esta población incluye trabajadores

con distintos años de servicio y diferentes roles administrativos, lo que permitió obtener una visión amplia del problema y de los efectos de la solución propuesta.

La muestra fue de tipo no probabilística por conveniencia, ya que se seleccionaron seis planteles de la DGETI en el estado, considerando su disponibilidad, tamaño y disposición para participar en la implementación del prototipo. Dentro de estos planteles se incluyó tanto personal solicitante de prestaciones como personal administrativo encargado de la gestión de los trámites. Esta selección permitió evaluar el funcionamiento del sistema en contextos reales y con diferentes volúmenes de solicitudes.

### **Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

Para la recolección de datos se emplearon diversas técnicas e instrumentos, con el fin de obtener información confiable y completa. Entre las principales técnicas utilizadas se encuentran la observación directa, el análisis documental y la aplicación de encuestas.

La observación directa se utilizó para analizar los procesos administrativos previos a la implementación de SiGET, identificando las actividades, tiempos y puntos críticos en la gestión de los trámites. El análisis documental permitió revisar expedientes físicos, formatos administrativos y registros históricos de solicitudes, lo que facilitó la identificación de errores recurrentes y causas de rechazo.

Las encuestas se aplicaron al personal docente, administrativo y a los usuarios del sistema, tanto antes como después de la implementación del prototipo. Estas encuestas incluyeron preguntas cerradas relacionadas con tiempos de atención, claridad del proceso y nivel de satisfacción, así como preguntas abiertas para recopilar opiniones y sugerencias de mejora.

### **Sistematización de la Información**

La información recopilada fue organizada y sistematizada mediante el uso de herramientas informáticas. Los datos cuantitativos obtenidos de las encuestas y de los registros

administrativos fueron capturados en hojas de cálculo y posteriormente procesados con software estadístico como SPSS. Este proceso permitió ordenar la información, eliminar inconsistencias y preparar los datos para su análisis.

Los datos cualitativos obtenidos a través de observaciones y preguntas abiertas fueron clasificados por categorías, de acuerdo con temas recurrentes como percepción del sistema, facilidad de uso y transparencia del proceso. Esta clasificación facilitó el análisis interpretativo de la información y la identificación de patrones relevantes.

### **Análisis de los Datos**

El análisis de los datos cuantitativos se realizó mediante técnicas estadísticas descriptivas. Se calcularon medidas como promedios, porcentajes y comparaciones entre los resultados obtenidos antes y después de la implementación del sistema. Estas métricas permitieron evaluar de manera objetiva el impacto de SiGET en la reducción de tiempos de procesamiento, la disminución de rechazos y el aumento en la satisfacción de los usuarios.

Para el análisis cualitativo se utilizó un enfoque interpretativo, basado en la revisión de comentarios, opiniones y observaciones de los usuarios. Este análisis permitió complementar los resultados numéricos y comprender de mejor manera la experiencia de los usuarios durante el uso del sistema.

### **Desarrollo del Sistema**

El desarrollo del sistema SiGET se llevó a cabo mediante una metodología ágil, basada en ciclos iterativos de planeación, desarrollo, pruebas y retroalimentación. Este enfoque permitió realizar ajustes continuos al sistema con base en las necesidades detectadas durante su uso.

El sistema fue diseñado bajo una arquitectura de software de tipo cebolla, lo que facilitó la separación de responsabilidades, la seguridad de la información y la escalabilidad del

proyecto. Durante el desarrollo se realizaron pruebas funcionales y de usabilidad para garantizar el correcto funcionamiento del sistema y su aceptación por parte de los usuarios.

### **Evaluación del Prototipo**

La evaluación del prototipo se realizó comparando los indicadores obtenidos antes y después de la implementación de SiGET. Se analizaron los tiempos promedio de resolución de trámites, la tasa de rechazo de solicitudes y los niveles de satisfacción del personal. Los resultados obtenidos permitieron validar la efectividad del sistema y su viabilidad para una posible implementación a mayor escala.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Los resultados de la investigación se obtuvieron a partir del análisis estadístico de las encuestas aplicadas al personal docente y administrativo, así como del registro de datos operativos antes y después de la implementación del sistema SiGET. Estos resultados permiten evaluar de manera objetiva el impacto del sistema en la gestión de expedientes y trámites de prestaciones, así como analizar la percepción de los usuarios respecto a su funcionamiento y utilidad.

### Resultados Cuantitativos

Uno de los principales indicadores evaluados fue el tiempo promedio de procesamiento de los trámites. Antes de la implementación de SiGET, los trámites tardaban en promedio 30 días en completarse. Después de la implementación, este tiempo se redujo de manera significativa, alcanzando un promedio de 7 días. Esta reducción representa una mejora notable en la eficiencia administrativa y se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1. Tiempo promedio de procesamiento de trámites**

Plantel	Antes de SiGET (días)	Después de SiGET (días)	Reducción (%)
CBTIS 72	30	7	77
CBTIS 28	28	6	79
CBTIS 253	32	8	75
CBTIS 214	30	7	77
CBTIS 111	35	7	80
CBTIS 272	40	8	80

Otro indicador relevante fue la tasa de rechazo de los trámites. Antes de utilizar el sistema, más del 90 por ciento de las solicitudes eran rechazadas en su primera revisión debido a errores en la documentación o inconsistencias en la información. Con la implementación de SiGET, la tasa de rechazo disminuyó de forma considerable, situándose en un promedio del 10 por ciento. Estos resultados se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 2. Tasa de rechazo de trámites**

Plantel	Rechazo antes (%)	Rechazo después (%)	Mejora (%)
CBTIS 72	90	10	89
CBTIS 28	88	12	86
CBTIS 253	92	10	89
CBTIS 214	90	9	90
CBTIS 111	85	11	87
CBTIS 272	88	12	86

En cuanto a la satisfacción de los usuarios, se aplicaron encuestas antes y después de la implementación del sistema. Los resultados muestran un aumento significativo en la percepción positiva del proceso administrativo. La Tabla 3 presenta los niveles de satisfacción medidos en una escala de 0 a 100.

**Tabla 3. Nivel de satisfacción de los usuarios**

Plantel	Rechazo antes (%)	Rechazo después (%)	Mejora (%)
CBTIS 72	60	95	58
CBTIS 28	62	93	55
CBTIS 253	58	94	62
CBTIS 214	60	95	58
CBTIS 111	55	93	69
CBTIS 272	60	95	58

### **Resultados Cualitativos y Resumen Ergonómico**

Además del análisis estadístico, se realizó un análisis cualitativo a partir de las respuestas abiertas de las encuestas y la observación directa del uso del sistema. Los usuarios destacaron que el sistema es fácil de usar, con una interfaz clara y accesible, lo que reduce errores durante la captura de información. Desde un enfoque ergonómico, se identificó que el diseño del sistema facilita la navegación, disminuye la carga cognitiva y permite realizar los trámites con menos pasos en comparación con los procesos tradicionales.

El personal administrativo señaló una reducción significativa en la carga de trabajo manual, ya que el sistema automatiza tareas repetitivas como la validación de documentos y el cálculo de la antigüedad. Esto permitió que el personal se enfocara en actividades de mayor valor, mejorando la organización del trabajo y reduciendo el estrés laboral.

### **Discusión de los Resultados**

Los resultados obtenidos confirman que la implementación de SiGET tiene un impacto positivo en la gestión de expedientes y trámites de prestaciones. La reducción de los tiempos de procesamiento y de la tasa de rechazo coincide con lo señalado en estudios previos sobre automatización de procesos administrativos, donde se destaca que la digitalización y la validación automática disminuyen los errores humanos.

El alto nivel de satisfacción de los usuarios sugiere que el sistema no solo es funcional, sino también aceptado por la comunidad, lo cual es un factor clave para la adopción de soluciones tecnológicas en instituciones públicas. Asimismo, el enfoque ergonómico del sistema contribuye a mejorar la experiencia del usuario y a garantizar un uso continuo y eficiente.

En conjunto, los resultados respaldan la pertinencia de SiGET como una herramienta efectiva para modernizar la gestión administrativa en la DGETI y demuestran su potencial para ser implementado en otros contextos institucionales.

## CONCLUSIONES:

La investigación realizada permitió analizar de manera integral la problemática asociada a la gestión de expedientes y trámites de prestaciones en los planteles de la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial. A partir del diagnóstico inicial, se identificó que los procesos administrativos tradicionales presentan limitaciones importantes relacionadas con la lentitud, la alta probabilidad de errores y la falta de seguimiento claro para los usuarios. Estas condiciones afectan tanto al personal solicitante como al personal administrativo, generando inconformidad y desgaste institucional.

El desarrollo e implementación del sistema SiGET evidenció que el uso de soluciones tecnológicas integrales representa una alternativa viable para mejorar la gestión administrativa en instituciones educativas públicas. La investigación confirmó que la automatización de procesos, cuando se diseña de acuerdo con las necesidades reales de los usuarios, contribuye a optimizar la organización del trabajo y a fortalecer la eficiencia operativa sin alterar la normatividad existente.

Uno de los aspectos más relevantes del proyecto fue la integración de la digitalización de expedientes con la automatización de validaciones y cálculos administrativos. Esta combinación permitió estructurar procesos más claros y consistentes, lo que favorece una gestión más ordenada de la información y reduce la dependencia de procedimientos manuales. Además, el acceso centralizado a los expedientes digitales facilita la consulta y el control de los trámites, lo que mejora la transparencia institucional.

Desde una perspectiva organizacional, la implementación de SiGET contribuyó a disminuir la carga de trabajo manual del personal administrativo. Al reducir tareas repetitivas, el sistema permitió que los trabajadores se enfocaran en actividades de mayor valor, lo que impacta positivamente en la calidad del servicio y en el ambiente laboral. Asimismo, la claridad en los flujos de trabajo fortaleció la coordinación entre las áreas involucradas en la gestión de prestaciones.

La experiencia de los usuarios reflejó que la aceptación de un sistema tecnológico está directamente relacionada con su facilidad de uso y accesibilidad. El diseño del sistema, basado en principios de usabilidad y ergonomía, facilitó su adopción por parte de usuarios con distintos niveles de experiencia tecnológica. Este aspecto resulta clave para la sostenibilidad del proyecto y para su posible expansión a otros planteles o niveles administrativos.

En el ámbito institucional, la investigación demuestra que proyectos como SiGET pueden apoyar los procesos de modernización administrativa y transformación digital en el sector educativo. La incorporación de sistemas automatizados no solo mejora la eficiencia, sino que también fortalece la confianza del personal en los procesos internos, lo que contribuye a una mejor percepción de la institución.

Finalmente, este proyecto sienta las bases para futuras líneas de trabajo relacionadas con la ampliación del sistema, la integración con otras plataformas institucionales y el análisis de nuevos trámites administrativos. SiGET representa una solución con potencial de crecimiento y adaptación, alineada con las necesidades actuales de la DGETI y con las tendencias de innovación tecnológica en la administración pública. En este sentido, la investigación confirma que la implementación de herramientas digitales bien diseñadas puede generar impactos positivos sostenibles en la gestión administrativa y en el bienestar del personal.

## **RECOMENDACIONES:**

A partir de los resultados y conclusiones obtenidas en esta investigación, se identifican diversas líneas de trabajo y áreas de oportunidad que pueden dar continuidad y fortalecer el impacto del proyecto SiGET. Estas recomendaciones se orientan tanto al desarrollo tecnológico del sistema como a futuras investigaciones relacionadas con la gestión administrativa en instituciones educativas.

En primer lugar, se recomienda ampliar el alcance del sistema SiGET a otros planteles de la DGETI en distintos estados del país. Esta expansión permitiría evaluar el comportamiento

del sistema en contextos administrativos con mayor volumen de usuarios y diferentes dinámicas organizacionales. Asimismo, facilitaría la comparación de resultados entre regiones y aportaría información valiosa para una posible implementación a nivel nacional.

Otra línea de investigación sugerida es el análisis del impacto del sistema en el desempeño del personal administrativo a largo plazo. Estudios futuros podrían centrarse en evaluar cómo la reducción de tareas manuales influye en la productividad, la satisfacción laboral y la calidad del servicio. Este tipo de análisis permitiría profundizar en los beneficios organizacionales derivados del uso de sistemas automatizados.

También se recomienda explorar la integración de SiGET con otros sistemas institucionales existentes, como plataformas de control de personal o sistemas financieros. La interoperabilidad entre sistemas podría mejorar la consistencia de la información y reducir aún más la duplicidad de tareas administrativas. Investigaciones futuras podrían analizar los retos técnicos y organizacionales asociados a esta integración.

Desde una perspectiva tecnológica, se sugiere incorporar herramientas de análisis de datos que permitan generar reportes automáticos y apoyar la toma de decisiones administrativas. El uso de indicadores de desempeño y tableros de control facilitaría el monitoreo continuo de los procesos y abriría nuevas oportunidades de investigación en el análisis de datos administrativos.

Asimismo, se recomienda profundizar en estudios relacionados con la usabilidad y la experiencia del usuario, con el objetivo de seguir mejorando la interfaz del sistema. Evaluaciones periódicas permitirían identificar nuevas necesidades de los usuarios y asegurar que el sistema continúe siendo accesible y eficiente.

## BIBLIOGRAFÍA:

Boehm, B. W. (1986). A spiral model of software development and enhancement. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 11(4), 14–24. <https://doi.org/10.1145/12944.12948>

DeMarco, T., & Lister, T. (2013). *Peopleware: Productive projects and teams* (3rd ed.). Dorset House.

Fowler, M. (2003). *Patterns of enterprise application architecture*. Addison-Wesley.

Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., & Vlissides, J. (1994). *Design patterns: Elements of reusable object-oriented software*. Addison-Wesley Professional.

Highsmith, J. (2009). *Agile project management: Creating innovative products* (2nd ed.). Addison-Wesley Professional.

Martin, R. C. (2008). *Clean code: A handbook of agile software craftsmanship*. Prentice Hall.

McConnell, S. (2004). *Code complete: A practical handbook of software construction* (2nd ed.). Microsoft Press.

Norman, D. A. (2013). *The design of everyday things* (Revised and expanded ed.). Basic Books.

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). *The Scrum Guide: The definitive guide to Scrum*. <https://www.scrumguides.org/scrum-guide.html>

Sommerville, I. (2015). *Software engineering* (10th ed.). Addison-Wesley.

**Chaya Mix: Conciencia en la ingesta de bebidas hechas a base de Chaya en las personas de la ciudad de Mérida, Yucatán**  
**Centro de Bachillerato Tecnológico industrial y de servicios No. 120**

*Ramirez-Ramirez, Levy David,<sup>13</sup>*

**RESUMEN**

En este artículo se presentan los resultados de una investigación llevada a cabo por Chaya Mix, proyecto innovador en el ramo de las bebidas naturales, ideado para ofrecer una alternativa saludable frente a los efectos adversos de los productos convencionales. Surge de la necesidad de crear una opción natural y funcional, inexistente en el mercado mexicano, que utilice ingredientes con propiedades benéficas como la chaya, naranja y limón.

La investigación se orienta a responder si el consumo de una bebida natural puede mejorar el rendimiento físico y mental, al mismo tiempo que previene los efectos negativos asociados con los azúcares refinados.

El objetivo general es desarrollar una bebida en polvo saludable, hecha con ingredientes como son la chaya, la naranja y el limón, que a su vez genere impacto entre la sociedad en general. La metodología empleada fue de carácter exploratorio, cuantitativo y de corte transeccional, mediante la aplicación de encuestas con escala Likert, preguntas cerradas y de opción múltiple. En la tabla 1 los resultados muestran que más del 70% de los encuestados estarían dispuestos a probar una bebida con las características de Chaya Mix, lo cual evidencia un alto nivel de aceptación y potencial de mercado. Además, se identifican oportunidades relacionadas con la tendencia creciente hacia un consumo saludable.

En conclusión, Chaya Mix representa una propuesta innovadora con impacto positivo en la salud de jóvenes y adultos, al ofrecer una alternativa libre de azúcares refinados, capaz de mejorar el desempeño de los consumidores.

Palabras clave: bebida natural, chaya, salud, innovación, emprendimiento.

---

<sup>13</sup>Alumno del CBTis No. 120, Mérida, Yucatán; ramirez.ramirez.levy@cbtis120.edu.mx

## INTRODUCCIÓN:

El proyecto de emprendimiento Chaya Mix está enfocado en desarrollar productos que benefician al sector familiar, mediante un nuevo estilo de bebida en polvo, saludable, ya que proporciona enormes ventajas al organismo, porque contiene gran cantidad de vitaminas, sales minerales, antioxidantes, oligoelementos y enzimas para beneficio del cuerpo humano, lo cual la hace una planta especial y refrescante para su consumo, sin que esta tenga consecuencias negativas a la salud de los consumidores, como enfermedades degenerativas y padecimientos, que mejore el bienestar físico, asimismo ser ecológico, amable y sostenible con el medio ambiente. Figura 1.

En cuanto al alcance del proyecto Chaya Mix surge como una idea de poder elaborar un producto que sea sostenible en distintos factores ambientales, en salud y en educación, destinada a personas que les interese cuidar su bienestar, conservar el medio ambiente y que cubra las necesidades nutricionales, es por ello que se ofrece una mezcla de ingredientes que no existen en el mercado (chaya, naranja y limón), así como una versión de temporada que será chaya con lima, haciéndola una bebida innovadora y fácil de llevar a todos lados, en la ciudad de Mérida, Yucatán.

Las posibles limitantes que se presentan en la realización del proyecto son los tiempos dedicados a la fabricación del producto, desde el punto de vista que el líder es estudiante de media superior por ende se derivan varias actividades relacionadas con su formación.

La metodología a utilizar en este proyecto se basa en el enfoque cuantitativo de corte descriptivo, obteniéndose los resultados mediante un cuestionario.

Chaya Mix tiene 2 productos, con azúcar y con Stevia.

Según la Secretaría de Agricultura y Trabajo Rural la infusión de hojas de chaya proporciona una instantánea recuperación de energía con efectos antiestrés.

En el cuerpo del presente informe del proyecto se abordan de manera explícita y a detalle los apartados referentes a la problemática y justificación, los objetivos, marco teórico, metodología y desarrollo, resultado y discusión, las conclusiones, las recomendaciones, así como las referencias bibliográficas.



Figura 3. Empaque de Chaya Mix

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN:**

México es uno de los países preocupados por conocer el estado de salud y las condiciones nutricionales de su población, por tal motivo, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), presenta indicadores que abordan el problema de sobrepeso y obesidad por grupos de edad y sexo. La fuente utilizada para estimar los indicadores presentados es la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018 (ENSANUT) que se levantó durante el año 2018. Según datos de la ENSANUT 2018 indican que el sobrepeso en la población de 5 a 11 años no muestra diferencias por sexo (18%), y se incrementa conforme aumenta la edad; 21% en los hombres de 12 a 19 años y 27% de las mujeres de la misma edad, presentan sobrepeso. En la población de 20 años y más, los hombres (42%) reportan una prevalencia más alta que las mujeres (37%). Tablas 1a, 1b y 1c.

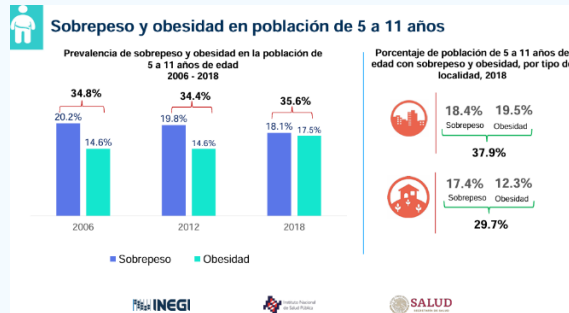


Tabla 1a. Sobrepeso y obesidad en la población de 5 a 11 años.

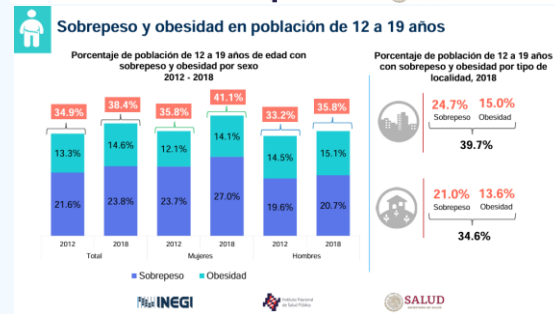


Tabla 1b. Sobrepeso y obesidad en la población de 12 a 19 años.

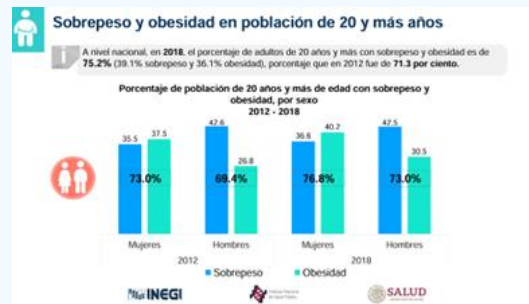


Tabla 1c. Sobrepeso y obesidad en la población de 20 años y más.

En la actualidad la gran mayoría de las personas viven en un mundo urbanizado, globalizado en donde desempeñan cualquier clase de actividades en la vida cotidiana por ejemplo practicar algún deporte, trabajar, estudiar entre otras todo esto en la gran parte de usuarios acusa del tiempo o distintos factores no logran ingerir a lo largo de su día, las suficientes vitaminas y minerales que necesita su cuerpo para mantenerse saludable a falta de ausencia de estas vitaminas y minerales pueden provocar descompensación en el cuerpo, enfermedades como la anemia provocan fatiga sienten cansancio o agotamiento por lo cual

es un problema ya que los usuarios consumen otro tipo de bebidas que dañan a la salud y son causantes de enfermedades..

La chaya es rica en vitamina C, caroteno, fibra, proteínas y hierro, proporciona enormes ventajas al organismo, porque contiene una notable cantidad de vitaminas, sales minerales, oligoelementos y enzimas para beneficio del cuerpo humano, lo cual la hace una planta especial.

Chaya Mix es un proyecto de emprendimiento que está totalmente comprometido en la salud, bienestar de los usuarios, a su vez al cuidado y conservación del medio ambiente, brindando una bebida natural saludable. En cuanto al empaque es 100% biodegradable para evitar la acumulación de residuos plásticos causando que terminen en los océanos alrededor del mundo y se genere la pérdida de ecosistemas y especies marinas.

Chaya Mix, está profundamente comprometido al brindar gratas experiencias y generando un ambiente de alto rendimiento, fuerza, potencia y vigor, todo esto sin deteriorar la salud del individuo por medio de un modelo de bebida innovador en polvo, presentándole al consumidor un nuevo artículo en el mercado, de alta calidad al contener componentes naturales como la hoja de chaya, naranja y el limón, hacen que la bebida en polvo sea rica en vitaminas, minerales y una gran fuente de energía para el día a día, permitiéndoles conseguirlo a un precio accesible para no perderse de sus grandes beneficios saludables, nutricionales y su delicioso sabor.

Según el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt, anteriormente Conacyt), la chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) ha mostrado tener propiedades sorprendentes, pasando a ser uno de los productos naturales que con mayor cuidado científico debería ser estudiado. Los estudios indican que los extractos acuosos de hojas, tallo y raíz son excelentes para revertir los daños por diabetes, estrés oxidativo o cáncer.

La chaya proporciona enormes ventajas al organismo, porque contiene una notable cantidad de vitaminas, sales minerales, oligoelementos y enzimas para beneficio del cuerpo humano, lo cual la hace una planta especial, es rica en vitamina C, caroteno, fibra, proteínas y hierro.

Uno de los aspectos ventajosos de la chaya para la población es que crece de forma silvestre y es ideal para el cultivo en traspacios de casas, en jardines o macetas, lo que permite tenerla disponible para consumo cotidiano.

## **OBJETIVO GENERAL:**

- El objetivo principal de Chaya Mix, es establecer una empresa originaria del estado de Yucatán dedicada a la innovación y fabricación de una bebida en polvo saludable, hecha con ingredientes de la región como la chaya, naranja y limón, que a su vez genere impacto entre la sociedad en general.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Fabricar en la ciudad de Mérida, Yucatán una bebida en polvo hecha a base de chaya, naranja y limón, cuya elaboración industrializada no existe actualmente y ser pionero en la innovación de este producto.
- Representar salud y bienestar mediante la marca, acompañado de un rico sabor y con una gran cantidad de aporte nutricional sin químicos dañinos para aquellas personas que les interese cuidar de su salud.
- Crear conciencia en las personas de la ciudad de Mérida y del interior del estado mediante las redes sociales que el disfrutar de una bebida rica y saludable en cualquier momento no debe preocuparle que en un futuro pueda provocarle alguna enfermedad que dificulte su salud.
- Demostrar que el producto es empaquetado en bolsas 100% biodegradables siendo Chaya Mix amigable con el medio ambiente.
- Hacer combinaciones con otros ingredientes y sacar nuevos sabores solo cuando estos estén de temporada, como la lima.
- Satisfacer los gustos y necesidades de los clientes, ganando su fidelidad y preferencia por sobre otras marcas o empresas dando a probar el producto Chaya Mix mediante experiencias de sabor. Se otorgan puntos por compra.
- Bridar precios accesibles para que las personas de cualquier nivel socioeconómico lo puedan adquirir, así disfrutar de su delicioso sabor y beneficios.

## MARCO TEÓRICO:

Al realizar el proceso de investigación se enfocó en recopilar, analizar e interpretar información para sustentar el proyecto con un marco teórico actualizado, indagando entre fuentes primarias como libros, revistas de educación, informes, páginas de internet y fuentes secundarias.

Según un estudio realizado por el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) y universidades como Tufts (2020) sobre los daños a la salud, ha demostrado que un alto consumo de azúcares producen enfermedades como obesidad, diabetes, glucosa, trastornos metabólicos y caries. A su vez, la obesidad se relaciona con diabetes tipo II, hipertensión, dislipidemias, algunos tipos de cáncer y con una inflamación crónica que debilita la respuesta inmune. Por lo que el proyecto de emprendimiento Chaya Mix, está comprometido con la agenda 2030 atendiendo los ODS 3 Salud y bienestar de igual manera con los ODS 12 producción y consumo responsables, con sus empaques biodegradables, ayudando a disminuir la generación de desechos.

En este sentido este emprendimiento derivado de la chaya, el limón y la naranja permite crear conciencia sobre el bienestar, la salud y el medio ambiente a la sociedad yucateca brindando una nueva forma de sentirse renovado y recuperado, mediante una bebida en polvo, por medio de campañas publicitarias para Kotler, P. & Armstrong, G. (2013) El marketing directo es rico en herramientas, incluyendo desde las tradicionales favoritas, como el correo directo y los catálogos, hasta las deslumbrantes nuevas herramientas digitales, como los recursos en línea y móviles o los social media.

Por lo que se aplicó una encuesta en palabras de Benassini, M. (2014), la encuesta es una técnica de investigación que se basa en el estudio cuantitativo de las declaraciones de una muestra representativa de la población objeto de estudio, posteriormente al diseño de un cuestionario, según Benassini, M. (2014), un cuestionario es un formulario con un listado de preguntas estandarizadas y estructuradas que se plantean de la misma manera a todos los encuestados. Esto permitió medir el nivel de conciencia que tiene la muestra aplicada sobre el emprendimiento Chaya Mix, para Hernández Sampieri et al. (2014) muestra es el subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de ésta.

## **METODOLOGÍA Y DESARROLLO:**

La metodología a utilizar en este proyecto se basa en el enfoque cuantitativo de corte descriptivo, según Hernández et al. (1997). Los estudios descriptivos buscan especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población. Obteniéndose los resultados mediante un cuestionario.

Llevar un modelo de investigación de mercado es esencial en todo proyecto, para Benassi, M. (2014) es una técnica que se aplica actualmente, tiene como ventajas sencillez, rapidez y economía, brindándonos información importante. Se aplicó una encuesta digital la cual contiene preguntas de opción múltiple, escala Likert y cerradas con la finalidad de conocer la viabilidad del producto.

Según Fernández, R. (2009) la segmentación de mercados, que puede definirse como la división de un universo heterogéneo en grupos con al menos una característica homogénea. La segmentación de clientes es una clave importante para las empresas hoy en día ya que es una estrategia para saber a qué consumidores están dirigidos los productos fabricados por las empresas, otorga información para saber que clientes pueden comprar o consumir, separando a toda la población y formando grupos más pequeños conforme a sus características, rasgos y necesidades que tengan. Tomando en cuenta los distintos tipos de segmentos de mercado que existen en la actualidad, Chaya Mix opta por el segmento de mercado masivo debido a las características del producto que se realiza ya que los ingredientes con los cuales se fabrica son de origen natural, sus aportaciones nutrimentales las puede consumir la mayoría de la gente enfocándose en el consumo familiar, niños con edad 7 años en adelante hasta 85 años. Según Tumundoeconomía. (2020) marketing masivo, es una táctica que se aplica a los artículos que pueden ser usados por cualquier modelo de público, es decir, personas mayores, los adultos, niños, hombres, mujeres.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Derivado del cuestionario aplicado al mercado objetivo se observa en la tabla 2a que más del 40% le importa su salud y está comprometido con cambiar su ingesta alimentaria, así como el incluir Chaya Mix bebida energética y saludable en polvo. Más del 70% de lo consumiría por los beneficios que aporta la chaya. Tabla 2b y 2c.



Tabla 2a. Importancia de los ingredientes naturales en las bebidas en polvo.

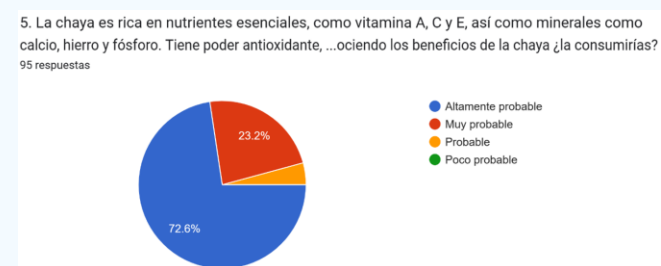


Tabla 2b. Aceptación de la bebida Chaya Mix en Mérida, Yucatán.



Tabla 2c. Beneficios que tiene la chaya para la salud.

Las personas encuestadas prefieren consumir productos naturales, frescos y deshidratados. Están interesados en consumir una bebida energética saludable cuyo principal ingrediente es la chaya, que contribuirá a la reducción de sobrepeso y obesidad en la población juvenil y adulta, al tiempo que fomentará una mayor conciencia sobre la sostenibilidad y la conservación del medio ambiente por su empaque biodegradable, ya que

la mayoría están comprometidos con el cuidado del medio ambiente por lo que prefieren consumir productos naturales frescos y que utilicen envolturas recicladas porque les preocupa la contaminación del suelo y manto acuífero.

En cuestión de rentabilidad se tiene la certeza que por el tipo y calidad del producto la mayoría de los habitantes de la ciudad de Mérida, Yucatán tendrían el poder adquisitivo para consumir el producto. La encuesta menciona el rango del costo del producto, quedando en el rango de \$200.00 a \$300.00 pesos, el autor tenía el pronóstico que el producto se vendería aproximadamente a \$230.00 Chaya Mix con azúcar y a \$ 250.00 Chaya Mix con Stevia, por lo que se cumple el pronóstico.

## **CONCLUSIONES:**

El presente proyecto se concluye, con las bondades resultantes de la investigación que a continuación se enuncian.

Al analizar e investigar la información, Chaya Mix encontró que existe un mercado potencial en la ciudad de Mérida, Yucatán, tomando como base los estándares de calidad, la tecnología para su elaboración, los recursos naturales y el empaque biodegradable.

En cuanto a las limitantes del proyecto se tiene el factor económico, porque es estudiante el autor del proyecto, por lo que dispone de su beca y apoyo familiar para la inversión del presente.

No se tiene una competencia directa, lo que hace más atractivo este proyecto, por lo tanto, Chaya Mix, entra al mercado innovando el producto en polvo el cual permite a quien lo consume tener muchos beneficios en su salud, iniciando con un saludable estilo de vida. Finalmente, el compromiso de Chaya Mix con la salud, la innovación y el desarrollo sostenible, en alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), fortalece su legitimidad como una marca responsable y con propósito.

## **RECOMENDACIONES:**

Se recomienda:

- Enfatizar los beneficios funcionales del producto (hidratación, energía natural, antioxidantes, digestión, sistema inmune) en todos los canales de promoción.
- Validar científicamente los beneficios del producto, realizando estudios más profundos y colaboraciones con universidades o institutos de salud que permitan reforzar científicamente los beneficios de los ingredientes.
- Publicar resultados y testimonios para generar mayor credibilidad en el mercado.
- Mejorar la metodología de investigación futura, ampliando el universo de la muestra para incluir personas de otros estados, rangos de edad y contextos socioeconómicos.

En síntesis, Chaya Mix tiene el potencial no solo de posicionarse como una bebida en polvo 100% natural cuyos ingredientes como la chaya, la naranja y el limón, deshidratados y endulzados con azúcar y Stevia, sino también de convertirse en un referente de innovación saludable, ecológica y socialmente responsable. Para ello, será clave mantener una escucha activa al mercado, una actitud de mejora continua y un firme compromiso con la salud y el bienestar de las personas.

## BIBLIOGRAFÍA

Benassini, M. (2014). Introducción a la investigación de mercados. México: Pearson.

Diabetes LATAM. (2022) DiabetesLatam. <https://www.diabeteslatam.org/blog/diabetes-tipo-1-2/glucemia-3>

Editorial. (2020). Valor nutricional de la Botanical-online. <https://www.botanical-online.com/alimentos/lima-valor-nutricional>

ENSANUT (2018). Diseño conceptual. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición

Fernández, R. (2009) Segmentación de Mercados Edit. Mc. Graw Hill 3era. Edición.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). Prevalencia de Obesidad, Hipertensión y Diabetes para los Municipios de México 2018. Estimación para Áreas Pequeñas.[https://www.inegi.org.mx/contenidos/investigacion/pohd/2018/doc/a\\_peq\\_2018\\_nota\\_met.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/investigacion/pohd/2018/doc/a_peq_2018_nota_met.pdf)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Instituto Nacional de Salud Pública (2019). [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ensanut/2018/doc/ensanut\\_2018\\_diseno\\_conceptual.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ensanut/2018/doc/ensanut_2018_diseno_conceptual.pdf)

Instituto Nacional de Salud Pública. (2020). Bebidas azucaradas y muertes en México. <https://www.insp.mx/avisos/bebidas-azucaradas-y-muertes-en-mexico>. Fecha de última actualización:30 jul 2020

Kotler, P. & Armstrong, G. (2013). Fundamentos de Marketing. México: Pearson.

Hernández Sampieri et al. (2014) Metodología de la investigación 6ta edición, editorial McGraw Hill.

Organización de las Naciones Unidas. 25 de septiembre de 2015. Objetivos de desarrollo sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

# LA PARÁBOLA DE PO-SHEN LOH (UNA SOLUCIÓN A LAS ECUACIONES CUADRÁTICAS).

CENTRO DE BACHILLERATO TECNOLÓGICO INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS NO. 256

*Ángel Rafael David Ramírez Ruíz<sup>14</sup>, Ivonne Pintor Montalvo<sup>15</sup>*

## RESUMEN

El presente artículo presenta el diseño, construcción e implementación de un prototipo didáctico basado en el enfoque de Po-Shen Loh para favorecer la resolución de ecuaciones cuadráticas y la comprensión de la geometría de las funciones de segundo grado en estudiantes de nivel básico, media superior y superior. Desde una perspectiva de educación matemática, se argumenta que la falta de conexiones entre representaciones simbólicas y visuales limita la construcción de significado, afectando la comprensión de conceptos estructurales como raíces, eje de simetría, etc, así como la conexión con conceptos futuros matemáticos. Metodológicamente, el estudio adopta un enfoque mixto con predominio cuantitativo y apoyo cualitativo, mediante un diseño cuasi-experimental comparando una condición de enseñanza tradicional con otra mediada por el prototipo. Se trabajó con una muestra intencional de estudiantes y submuestras para análisis de percepción e interacción. La recolección de datos incluyó pruebas de desempeño (resolución de ecuaciones e interpretación gráfica), cuestionarios tipo Likert sobre facilidad percibida y autovaloración de mejora, y observaciones de aula sistematizadas mediante categorías de análisis. El análisis incorporó estadísticos descriptivos, correlaciones y regresiones para explorar relaciones entre variables de percepción y desempeño. Los resultados muestran mejoras usando el prototipo: la resolución correcta de ejercicios relacionados con raíces, vértice y comportamiento gráfico, además de una asociación positiva entre facilidad percibida y autovaloración de mejora, coherente con la teoría de autoeficacia. Se concluye que la integración del método de Loh con el prototipo contribuye a una comprensión más integrada de las cuadráticas.

Palabras Clave: Herramienta didáctica, Pensamiento matemático, Innovación escolar, raíces matemáticas, visualización matemática

---

<sup>14</sup> Docente del CBTIS 256, Cabo San Lucas, BCS: [angelrafaeldavid.ramirez.cb256@dgeti.sems.gob.mx](mailto:angelrafaeldavid.ramirez.cb256@dgeti.sems.gob.mx)

<sup>15</sup> Docente del CBTIS 256, Cabo San Lucas, BCS: [ivonne.pintor.cb256@dgeti.sems.gob.mx](mailto:ivonne.pintor.cb256@dgeti.sems.gob.mx)

## INTRODUCCIÓN

En distintos niveles educativos, la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas suelen asociarse con desafíos persistentes que impactan tanto en el desempeño como en la actitud de los estudiantes. En el discurso escolar es frecuente escuchar que “las matemáticas son difíciles”, “no soy bueno para las matemáticas” porque requieren “talento”. Sin embargo, este tipo de explicaciones generales tienden a ocultar un problema más específico: muchas dificultades aparecen cuando los contenidos se presentan principalmente como procedimientos simbólicos desconectados de significado, sin ayudas visuales y sin incentivar el sentimiento de explorar y descubrir.

El tema a abordar por el artículo es la construcción del prototipo para dar solución a las ecuaciones cuadráticas que puedan abrir camino a resolver funciones cuadráticas. Este fenómeno se vuelve particularmente visible: el alumnado suele memorizar fórmulas, por ejemplo, la fórmula general sin conectar ni comprender las relaciones con conceptos como: parábola, simetría, vértice o incluso, con la misma interpretación de lo que las soluciones de estas ecuaciones, como intersecciones con el eje  $x$ , representan.

Es común entre los estudiantes de las diferentes edades y etapas escolares escuchar mencionar las destrezas necesarias para abordar las clases de matemáticas. Se escucha hablar de falta de motivación, falta de habilidades e incluso falta de maestros y docentes que sean capaces de enseñar lo abstracto de la matemática (Didis & Erbas, 2015). Un ejemplo de mejora e innovación escolar es presentado por el doctor Po-Shen Loh, que su trabajo de investigación ha servido de inspiración para diferentes docentes a reproducir mejoras en prácticas didácticas matemáticas.

El enfoque innovador y altamente efectivo de Po-Shen Loh para abordar conceptos matemáticos complejos ha ganado reconocimiento mundial. Específicamente, el uso de la propiedad del punto medio para encontrar el punto mínimo de una función cuadrática ha resultado ser muy útil tanto para los estudiantes como para los docentes (Loh, 2019). En este estudio, tomamos como partida el enfoque planteado por los estudios de Po-Shen Loh, que inicialmente simplifican la comprensión de la optimización de funciones cuadráticas y los llevamos hasta la creación de una herramienta didáctica que facilita el proceso de aprendizaje para los estudiantes.

La capacidad de Po-Shen Loh para descomponer conceptos matemáticos complejos en pasos lógicos y comprensibles ha sido crucial para su éxito como educador. Al enfocarse en el punto medio como una herramienta esencial para identificar el mínimo de una función cuadrática, no solo se simplifica el proceso, sino que también se brinda a los estudiantes una base sólida para comprender los fundamentos de la optimización matemática. Este método ayuda a los estudiantes a visualizar intuitivamente cómo los parámetros de una función cuadrática afectan su forma y la ubicación del punto mínimo, utilizando ejemplos prácticos y aplicaciones reales (Didis & Erbas, 2015).

Se propone el diseño y construcción de un prototipo didáctico basado en el método Po-Shen Loh, orientado a favorecer la resolución de ecuaciones cuadráticas y comprensión de funciones cuadráticas. En este trabajo, se entiende el prototipo didáctico como un artefacto (físico o híbrido, según corresponda) diseñado para apoyar la exploración de propiedades matemáticas mediante acciones observables: calcular y ubicar las soluciones de las ecuaciones cuadráticas, ubicar el punto mínimo o máximo y bosquejar una gráfica.

La construcción del prototipo se considera una estrategia intencional para transformar un contenido abstracto en una experiencia que articula representación geométrica. El prototipo está diseñado para que el estudiante calcule, con simples cálculos aritméticos, localice las raíces en el plano cartesiano, calcule el punto mínimo/máximo y pueda formar una gráfica, todo en el mismo lugar.

En este estudio, vamos a analizar cómo el método de Po-Shen Loh puede mejorar de manera significativa el proceso de aprendizaje de los estudiantes al hacer la comprensión más fácil. Vamos a examinar estudios de casos, encuestas y resultados de pruebas para determinar qué tan eficaz es este enfoque y cuánto se acepta en entornos educativos. También veremos cómo la utilización de esta estrategia en el salón puede promover la confianza y el interés de los estudiantes por las matemáticas, generando una experiencia educativa más satisfactoria y enriquecedora.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN:

La comprensión de las ecuaciones cuadráticas y de la geometría asociada a las funciones de segundo grado constituye un eje fundamental en la formación matemática del nivel medio superior, en tanto articula conocimientos algebraicos, geométricos y funcionales indispensables para la modelación de fenómenos y la transición hacia estudios formales de cálculo (Tall, 2013). Sin embargo, múltiples investigaciones han evidenciado que, a pesar de su centralidad curricular, estos contenidos continúan representando una de las principales fuentes de dificultad para el estudiantado, particularmente en lo relativo a la articulación entre la solución algebraica de una ecuación cuadrática y su interpretación gráfica como parábola (Kieran, 2007; Duval, 2006).

En la práctica educativa cotidiana, la enseñanza de las ecuaciones cuadráticas suele centrarse en la aplicación rutinaria de procedimientos algorítmicos, especialmente en el uso mecánico de la fórmula general. Este enfoque, si bien permite obtener soluciones formales, limita la construcción de significado matemático al privilegiar la ejecución sobre la comprensión conceptual (Arcavi, 2003). Como consecuencia, elementos estructurales de la función cuadrática —como las raíces, el eje de simetría y el vértice— se presentan de manera fragmentada, sin una integración semiótica que permita comprender su relación intrínseca dentro de la geometría de la parábola (Duval, 2006).

Estas dificultades no son circunstanciales, sino que responden a obstáculos epistemológicos persistentes en la enseñanza del álgebra escolar. Diversos estudios señalan que la ausencia de conexiones explícitas entre representaciones algebraicas y gráficas conduce a aprendizajes frágiles, caracterizados por la memorización de fórmulas y la incapacidad para transferir el conocimiento a contextos nuevos o interdisciplinarios (Hiebert et al., 1997; Radford, 2014). Esta situación se manifiesta en problemas recurrentes para interpretar gráficas, anticipar el comportamiento de la función y justificar matemáticamente resultados obtenidos.

El impacto de esta problemática trasciende el ámbito estrictamente académico. Una formación deficiente en conceptos fundamentales como la función cuadrática limita el desarrollo del pensamiento variacional y funcional, considerado clave para el aprendizaje posterior del cálculo, la física y diversas áreas de la ingeniería (Confrey & Smith, 1995; Tall & Vinner, 1981). Asimismo, contribuye a reproducir desigualdades educativas, al afectar de

manera más pronunciada a estudiantes que dependen exclusivamente de la escuela como espacio de acceso al conocimiento matemático formal.

En este contexto, la investigación en educación matemática ha enfatizado la necesidad de replantear las estrategias didácticas tradicionales, promoviendo enfoques que favorezcan la visualización, la comprensión estructural y la participación activa del estudiante en la construcción del conocimiento (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2014). Desde esta perspectiva, el método propuesto por Po-Shen Loh para abordar las ecuaciones cuadráticas representa una alternativa conceptualmente potente, al centrarse en la estructura interna de la ecuación y en la identificación del punto medio entre las raíces como vía para determinar el vértice de la parábola (Loh, 2019).

A diferencia del enfoque clásico, el método de Po-Shen Loh permite resignificar la ecuación cuadrática desde una perspectiva geométrica, reduciendo la dependencia de fórmulas cerradas y favoreciendo una comprensión más intuitiva del comportamiento de la función. No obstante, la incorporación de enfoques conceptualmente innovadores en contextos escolares requiere mediaciones didácticas adecuadas para garantizar su apropiación cognitiva por parte del estudiantado.

Desde este marco, el desarrollo de un prototipo didáctico manipulable basado en el método de Po-Shen Loh responde a una necesidad concreta identificada en la práctica educativa. La construcción de una maqueta física que materializa el plano cartesiano y la parábola asociada a una función cuadrática permite establecer puentes efectivos entre el lenguaje algebraico y la representación geométrica, favoreciendo procesos de aprendizaje activo y exploratorio (Goldin, 2008). Este tipo de mediación resulta especialmente pertinente en el nivel medio superior, donde la abstracción formal aún se encuentra en consolidación.

La relevancia del proyecto radica en su potencial para mejorar la calidad del aprendizaje matemático, al promover una comprensión integrada y significativa de las ecuaciones cuadráticas. Su pertinencia se ve reforzada por el carácter accesible del prototipo, diseñado con materiales de bajo costo y adaptable a distintos contextos institucionales, lo que favorece su implementación en sistemas educativos públicos. La innovación del estudio no se limita a la adopción de un método alternativo, sino que reside en la articulación coherente entre teoría matemática, didáctica y materialización física del conocimiento, configurando una propuesta original con impacto académico y social relevante.

## **OBJETIVO GENERAL:**

- Evaluar el impacto de un prototipo didáctico basado en el método de Po-Shen Loh en el desempeño académico y la comprensión geométrica de las ecuaciones cuadráticas, mediante su implementación en estudiantes de nivel medio superior para fortalecer la conexión entre la representación algebraica y gráfica.

## **OBJETIVO ESPECÍFICO:**

- Analizar el método de Po- Shen Loh y su aplicación en la resolución de ecuaciones cuadráticas, así como su relevancia en el contexto educativo a fondo.
- Evaluar los principios geométricos de las funciones cuadráticas y su conexión con el cálculo del punto medio entre las raíces para encontrar el mínimo de la función.
- Crear una maqueta que muestre de forma visual y manipulable los conceptos de ecuaciones cuadráticas, el método de Po- Shen Loh y la geometría de las funciones cuadráticas.
- Evaluar la efectividad del prototipo educativo a través de pruebas piloto realizadas en un grupo de estudiantes.

## MARCO TEÓRICO:

La ecuación cuadrática es un contenido clave en la matemática escolar, tanto por su papel como “puente” hacia el estudio de funciones como por sus aplicaciones en contextos científicos y tecnológicos. En el currículo, su comprensión suele considerarse fundamental para aprendizajes posteriores, particularmente para el análisis de funciones, la modelación y la resolución de problemas en disciplinas como física, ingeniería y diseño. En el contexto mexicano, se ha documentado que los planes y programas promueven conexiones matemáticas alrededor del concepto de ecuación cuadrática, lo cual sugiere la necesidad de abordarla no solo como algoritmo, sino como objeto con significados y representaciones (García-García, Hernández-Yañez, & Rivera López, 2022).

Desde una mirada histórica amplia, el tratamiento de problemas cuadráticos ha transitado entre enfoques geométricos y algebraicos. Las síntesis clásicas de historia de las matemáticas muestran cómo el estudio de curvas como la parábola y la formalización del álgebra simbólica permitieron consolidar métodos generales para resolver ecuaciones de segundo grado (Didis & Erbas, 2015). Este recorrido es relevante para la didáctica porque evidencia que las cuadráticas no son “solo una fórmula”; su comprensión se nutre de la relación entre representación geométrica y manipulación algebraica. Por ello, cuando la enseñanza escolar separa la ecuación de la función, el aprendizaje tiende a fragmentarse: se aprende a calcular sin comprender qué se calcula.

La relación entre ecuaciones cuadráticas y funciones cuadráticas es esencial para integrar propiedades algebraicas y geométricas. La ecuación  $ax^2+bx+c=0$  describe los valores de  $x$  para los cuales la función  $f(x)=ax^2+bx+c$  se anula; es decir, sus soluciones corresponden a las raíces (reales o complejas) asociadas a la función. Esta conexión permite interpretar el significado de “solución” en términos gráficos (intersecciones con el eje  $x$ , si existen) y analizar cómo los parámetros afectan la forma de la parábola: concavidad, eje de simetría y vértice (mínimo o máximo). Desde perspectivas pedagógicas actuales, promover múltiples representaciones (simbólica, gráfica y numérica) en este tema favorece la comprensión conceptual y reduce la dependencia de la memorización.

En educación matemática, se ha argumentado que las representaciones geométricas y gráficas no son accesorios, sino componentes centrales para la comprensión de conceptos algebraicos. En el caso de las cuadráticas, trabajar con representaciones geométricas

puede apoyar la interpretación de las soluciones, la simetría y la estructura de la función, fortaleciendo explicaciones y justificaciones. Didis & Erbas, 2015 subraya la importancia de las representaciones geométricas en la solución de ecuaciones polinomiales, lo cual resulta especialmente pertinente cuando se pretende que el alumnado conecte procedimientos con significado y desarrolle una comprensión que vaya más allá del cálculo mecánico.

El uso de tecnología y entornos interactivos ha ampliado las posibilidades para enseñar funciones y ecuaciones mediante exploración. Herramientas dinámicas como GeoGebra han sido reportadas como útiles para que docentes y estudiantes visualicen transformaciones, exploren invariantes y construyan conjeturas en torno a gráficas y parámetros. En esta línea, se ha documentado el valor de introducir software de matemáticas dinámicas en la enseñanza secundaria, destacando el potencial de GeoGebra como mediación para la comprensión (Hohenwarter, Hohenwarter, & Lavicza, 2009). Asimismo, enfoques didácticos que articulan métodos gráficos y numéricos han sido propuestos como estrategias para favorecer la comprensión en niveles de educación básica superior, al permitir que el alumnado contraste procedimientos y significados (Didis & Erbas, 2015)).

El enfoque difundido por Po-Shen Loh ofrece una vía para comprender la ecuación cuadrática desde su estructura y no solo desde una receta. En su planteamiento (Loh, 2019), se presenta una derivación conceptual de la fórmula cuadrática a partir de una reescritura que hace visible la simetría asociada a las raíces. Didácticamente, este enfoque puede contribuir a que el estudiantado comprenda por qué funciona el procedimiento y cómo se relaciona con propiedades de la parábola (por ejemplo, centralidad, simetría y localización del vértice). En lugar de plantearlo como sustituto absoluto de métodos tradicionales, puede entenderse como una estrategia para reforzar la comprensión, favorecer explicaciones más sólidas y conectar resolución algebraica con interpretación geométrica.

La investigación contemporánea sobre aprendizaje sugiere que estrategias activas y centradas en comprensión conceptual pueden mejorar la retención y la transferencia del conocimiento. En particular, Boaler (2016) argumenta a favor de enfoques visuales y experienciales que promuevan comprensión por encima de memorización. En este marco, un prototipo didáctico puede funcionar como mediación que sostenga la exploración y la construcción de significado. Para analizar su impacto, es pertinente contar con un diseño

metodológico claro; para ello pueden retomarse referencias de metodología general (García-García, Hernández-Yañez, & Rivera López, 2022).

## **METODOLOGÍA Y DESARROLLO:**

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque metodológico mixto, con predominio cuantitativo y apoyo cualitativo, orientado a analizar el impacto de un prototipo didáctico basado en el método de Po-Shen Loh en el aprendizaje de las ecuaciones cuadráticas y la geometría de las funciones de segundo grado en estudiantes de nivel medio superior. La elección de este enfoque responde a la necesidad de evaluar de manera objetiva los cambios en el desempeño académico y, simultáneamente, comprender las dinámicas de interacción, percepción y apropiación conceptual generadas durante la intervención educativa.

El diseño de la investigación corresponde a un estudio semi-experimental de tipo descriptivo-correlacional, con comparación entre dos condiciones de enseñanza: una basada en el enfoque tradicional de resolución de ecuaciones cuadráticas y otra mediada por el prototipo didáctico fundamentado en el método de Po-Shen Loh. Este tipo de diseño resulta adecuado en contextos escolares reales, donde la asignación aleatoria estricta de los participantes no es viable por razones administrativas y éticas, pero se requiere generar evidencia empírica que permita identificar relaciones significativas entre variables pedagógicas relevantes.

La investigación se llevó a cabo en una institución de educación media superior del sistema público, cuya población estudiantil presenta una diversidad de trayectorias académicas y contextos socioculturales. La población total estuvo conformada por aproximadamente cuatrocientos estudiantes inscritos en asignaturas de matemáticas que abordan el tema de ecuaciones cuadráticas dentro del currículo oficial. A partir de esta población se seleccionó una muestra intencional de treinta estudiantes, considerando criterios de heterogeneidad académica, disponibilidad para participar en la intervención y consentimiento informado. Este tamaño muestral resulta consistente con investigaciones exploratorias y estudios piloto en educación matemática que priorizan la profundidad del análisis sobre la generalización estadística.

Adicionalmente, para la aplicación de instrumentos de percepción y el análisis detallado de la interacción con el prototipo, se trabajó con submuestras aleatorias de diez estudiantes, lo que permitió profundizar en variables específicas relacionadas con la experiencia de uso del modelo didáctico. Esta estrategia metodológica favoreció un análisis más fino de los

procesos cognitivos y afectivos involucrados, sin comprometer la coherencia del diseño general del estudio.

El desarrollo del prototipo didáctico constituyó una fase central de la investigación. Dicho prototipo fue concebido como una maqueta física manipulable que representa el plano cartesiano y la parábola asociada a una función cuadrática, permitiendo visualizar de manera concreta las raíces, el eje de simetría y el vértice (Figura 1). Su diseño se fundamenta en el método de Po-Shen Loh, particularmente en la identificación del punto medio entre las raíces como estrategia para determinar el mínimo de la función. La construcción del prototipo se realizó con materiales de bajo costo y fácil acceso, atendiendo a criterios de viabilidad, replicabilidad y adaptabilidad a distintos contextos educativos, en concordancia con recomendaciones de la literatura sobre recursos didácticos en matemáticas (NCTM, 2014).



Figura 4

La implementación del prototipo se desarrolló durante un periodo académico previamente delimitado, integrado por sesiones de clase planificadas en coordinación con el docente titular. Durante estas sesiones, los estudiantes participaron en actividades guiadas que promovieron la comparación entre los métodos tradicionales de resolución de ecuaciones cuadráticas y el enfoque propuesto, así como la exploración directa del modelo físico. Se incentivó la formulación de conjeturas, la discusión colectiva de resultados y la justificación

de procedimientos, elementos clave para el aprendizaje significativo del álgebra escolar (Arcavi, 2003).

Para la recolección de datos se emplearon diversas técnicas e instrumentos, con el objetivo de triangular la información y fortalecer la validez interna del estudio. En el componente cuantitativo se utilizaron pruebas de desempeño académico consistentes en exámenes diseñados específicamente para evaluar la resolución de ecuaciones cuadráticas y la interpretación gráfica de funciones de segundo grado. Los reactivos incluyeron ejercicios de cálculo de raíces, identificación del vértice, análisis del eje de simetría y lectura de gráficas, siguiendo criterios de alineación curricular y validez de contenido (Kieran, 2007).

Las pruebas se aplicaron en dos condiciones diferenciadas: una mediante el enfoque tradicional y otra utilizando el prototipo didáctico. Cada reactivo fue evaluado con rúbricas previamente establecidas, asignando puntajes completos o parciales de acuerdo con el nivel de avance mostrado por el estudiante. Este procedimiento permitió identificar no solo el resultado final, sino también la calidad del razonamiento matemático empleado, aspecto relevante en estudios de comprensión conceptual (Radford, 2014).

Asimismo, se aplicaron cuestionarios estructurados con escalas tipo Likert y escalas numéricas del cinco al diez, orientados a medir la percepción de facilidad en la resolución de ecuaciones mediante el método de Po-Shen Loh, la comprensión del punto mínimo de la función cuadrática y la autovaloración de mejora en el aprendizaje matemático. El uso de este tipo de instrumentos se sustenta en investigaciones que destacan la relación entre percepción de competencia, motivación y desempeño académico en matemáticas (García-García, Hernández-Yañez, & Rivera López, 2022).

En el componente cualitativo, se realizaron observaciones directas durante la implementación del prototipo, registrando niveles de participación, interacción con el material y dinámicas de trabajo colaborativo. Estas observaciones se sistematizaron mediante registros de campo y fueron analizadas a través de un proceso de categorización temática, siguiendo criterios de análisis de contenido propuestos en la investigación cualitativa educativa (García-García, Hernández-Yañez, & Rivera López, 2022). Este componente permitió contextualizar los resultados cuantitativos y ofrecer una interpretación más rica de los procesos de aprendizaje observados.

La sistematización y el análisis de los datos cuantitativos se llevaron a cabo mediante procedimientos estadísticos descriptivos y correlacionales. Para el tratamiento de la

información se utilizaron hojas de cálculo avanzadas y software estadístico equivalente a SPSS, lo que permitió organizar, depurar y analizar los datos con rigor metodológico. Se calcularon frecuencias, porcentajes y medias para comparar el desempeño académico entre las dos condiciones de enseñanza, así como incrementos porcentuales para estimar el impacto del prototipo didáctico en la resolución correcta de ejercicios.

De manera específica, se empleó el coeficiente de correlación de Pearson para analizar la relación entre variables como la facilidad percibida en la resolución de ecuaciones mediante el método de Po-Shen Loh y la percepción de mejora en matemáticas, así como entre la facilidad para identificar el punto mínimo de la función cuadrática y la mejora percibida en dicha habilidad. Este análisis resulta pertinente para identificar asociaciones lineales entre variables continuas en estudios educativos.

Adicionalmente, se realizaron análisis de regresión lineal simple con el objetivo de modelar la relación entre las variables estudiadas y estimar la magnitud del efecto de la facilidad percibida sobre la mejora en el aprendizaje matemático. Estas técnicas permitieron profundizar en el comportamiento de los datos y aportar evidencia empírica sobre el potencial explicativo del enfoque didáctico propuesto, más allá de la simple comparación de medias.

La metodología adoptada permitió articular de manera coherente el diseño del prototipo, su implementación en el aula y el análisis riguroso de sus efectos en el aprendizaje matemático. La combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas, junto con un diseño semi-experimental cuidadosamente delimitado, garantiza la solidez interna del estudio y su pertinencia para el campo de la educación matemática. Asimismo, sienta las bases metodológicas para investigaciones futuras de mayor alcance que profundicen en la enseñanza conceptual de las funciones y en el uso de mediaciones didácticas innovadoras en contextos escolares reales.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Los resultados obtenidos a partir de la implementación del prototipo didáctico basado en el método de Po-Shen Loh evidencian efectos positivos y consistentes en el aprendizaje de las ecuaciones cuadráticas y en la comprensión de la geometría de las funciones de segundo grado. El análisis integrado de los datos cuantitativos y cualitativos permite afirmar que la intervención impactó no solo el rendimiento académico, sino también la manera en que el estudiantado se relaciona con el objeto matemático, fortaleciendo la comprensión conceptual y la percepción de competencia en matemáticas.

En términos de desempeño académico, la comparación entre la enseñanza tradicional y la enseñanza mediada por el prototipo muestra una mejora significativa en la resolución correcta de ejercicios cuando se emplea el enfoque basado en el método de Po-Shen Loh. Mientras que bajo el método clásico se concentró una mayor proporción de resultados no aprobatorios y respuestas incompletas, la incorporación del prototipo generó un incremento promedio cercano al setenta por ciento en la resolución correcta de problemas relacionados con raíces, vértice y comportamiento gráfico de la función cuadrática. Este resultado sugiere una reorganización conceptual del aprendizaje, más allá de una mejora atribuible únicamente a la práctica repetitiva, en concordancia con lo señalado por investigaciones que destacan el papel de la comprensión estructural en el aprendizaje matemático (Hiebert et al., 1997; Tall, 2013).

Un hallazgo relevante se observa en la relación entre la facilidad percibida para resolver ecuaciones cuadráticas mediante el método de Po-Shen Loh y la autovaloración de mejora en matemáticas. El análisis correlacional mostró una asociación positiva fuerte entre ambas variables, lo que indica que, a medida que los estudiantes experimentan mayor claridad conceptual en el procedimiento, aumenta su percepción de competencia matemática. Este resultado es consistente con estudios sobre autoeficacia, los cuales señalan que la percepción de dominio conceptual influye de manera directa en la motivación y el desempeño académico (García-García, Hernández-Yañez, & Rivera López, 2022).

De manera específica, la comprensión del punto mínimo de la función cuadrática presentó mejoras sustanciales. La correlación positiva entre la facilidad para identificar el vértice mediante el prototipo y la percepción de mejora en dicha habilidad confirma que el enfoque

geométrico centrado en el punto medio entre las raíces favorece una comprensión más profunda del comportamiento de la parábola. A diferencia de los métodos tradicionales, donde el vértice suele abordarse mediante expresiones algebraicas que ocultan su significado geométrico, el método de Po-Shen Loh, apoyado por la manipulación física del prototipo, permite visualizar y justificar la localización del mínimo de forma intuitiva y razonada, reduciendo obstáculos epistemológicos documentados en la literatura (Duval, 2006; Arcavi, 2003).

Desde el componente cualitativo, las observaciones realizadas durante la implementación del prototipo evidenciaron un aumento notable en la participación activa del estudiantado, así como una mayor disposición al diálogo matemático y a la formulación de conjeturas. Los estudiantes adoptaron un rol más reflexivo, interactuando con el material didáctico y discutiendo colectivamente los resultados obtenidos. Estas dinámicas son coherentes con enfoques socioculturales del aprendizaje que destacan la construcción social del conocimiento matemático y el papel de la mediación material en la comprensión conceptual (Radford, 2014).

La discusión de los resultados permite afirmar que el impacto del prototipo didáctico trasciende la mejora inmediata en calificaciones. La intervención incide en dimensiones cognitivas, afectivas y actitudinales del aprendizaje, configurando una experiencia educativa más significativa. En particular, la integración entre representación algebraica, visualización geométrica y manipulación concreta contribuye a reducir la fragmentación del conocimiento matemático, uno de los principales problemas identificados en la enseñanza de las ecuaciones cuadráticas (Kieran, 2007).

No obstante, los resultados deben interpretarse considerando las limitaciones propias del diseño cuasi-experimental y del tamaño muestral. Si bien los hallazgos no pretenden generalizarse de manera estadística, la coherencia entre los distintos indicadores analizados aporta evidencia empírica suficiente para sostener la eficacia del prototipo como estrategia didáctica viable en contextos educativos reales. En este sentido, el estudio se posiciona como una investigación aplicada que ofrece insumos relevantes para la mejora de la práctica docente y para el diseño de futuras intervenciones de mayor alcance.

La integración del método de Po-Shen Loh con un prototipo didáctico manipulable constituye una propuesta pedagógica pertinente, innovadora y con impacto significativo en el aprendizaje de las ecuaciones cuadráticas. La investigación aporta evidencia de que la

comprensión conceptual puede fortalecerse mediante mediaciones didácticas que articulen teoría matemática, visualización y experiencia concreta, contribuyendo a una enseñanza más equitativa, significativa y alineada con las demandas contemporáneas de la educación matemática.

## CONCLUSIONES:

El estudio sobre la creación e implementación de un prototipo educativo para enseñar ecuaciones cuadráticas y funciones cuadráticas ha dado resultados muy buenos y prometedores. Durante el estudio, se ha comprobado que el uso de este prototipo, que se basa en el método de Po- Shen Loh y en la comprensión geométrica de las funciones cuadráticas, tiene un impacto notable en cómo los estudiantes aprenden matemáticas.

Se ha demostrado que el prototipo no solo mejora la comprensión de los conceptos abstractos de las ecuaciones y funciones cuadráticas, sino que también aumenta el rendimiento académico de los estudiantes en la resolución de problemas y en la interpretación gráfica de funciones cuadráticas cuando se compara con métodos tradicionales de enseñanza. El prototipo ha aumentado el compromiso y la motivación de los estudiantes gracias a su interactividad y visualización, lo que resulta en un aprendizaje más significativo y duradero.

La importancia y la eficacia de la integración de enfoques innovadores en la enseñanza de las matemáticas, especialmente en áreas complejas como las ecuaciones cuadráticas, son confirmadas por estos resultados. También resaltan la importancia de crear herramientas educativas que promuevan el aprendizaje activo y una comprensión profunda de los conceptos matemáticos.

El proyecto de investigación ha comprobado que el prototipo educativo propuesto es una herramienta valiosa y eficaz para mejorar la calidad de la enseñanza matemática y fomentar el rendimiento académico de los estudiantes. Los descubrimientos ofrecen una sólida base para seguir explorando y desarrollar enfoques innovadores en la enseñanza de las matemáticas, con el fin de mejorar la experiencia educativa y preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo moderno.

## RECOMENDACIONES:

Para los docentes que enseñan matemáticas y en específico el tema de ecuaciones cuadráticas, ya sea desde nivel básico, medio superior o superior, se recomienda implementar el modelo propuesto por el doctor Loh. La recomendación inicial se orienta a usar el recurso didáctico como mediación para construir significado, es decir acompañar la explicación y la solución de ejercicios y no como sustituto en lugar de la misma.

Conviene iniciar una situación-problema que obligue a vincular la ecuación y la función, por ejemplo: un ejercicio de optimización simple como altura máxima, área mínima, etc. O dar interpretación a una parábola. El objetivo es que el alumnado entienda desde el inicio que “resolver” no solo se trata de obtener números sino de interpretar raíces, vértice, simetría, etc. Tantos conceptos como el docente considere conveniente.

También, se recomienda planear la clase con una serie de progresiones donde: inicialmente se presente el prototipo a la clase para su exploración y observación, aprender a usar las fórmulas de Loh, 2019, continuamos con el bosquejo de la gráfica y finalizamos con la interpretación completa de todos los datos proporcionados con la ayuda del prototipo. Es importante que se recuerde al alumno que el prototipo es una herramienta para llegar al resultado pero que es el alumno quien en pleno uso de sus capacidades cognitivas es capaz de calcular y resolver cada ejercicio.

Finalmente, pero no menos importante, incorporar preguntas de control conceptual: qué cambia si el signo de ‘a’ es negativo, qué significa que el eje x no sea cortado por la parábola o solo sea toca una sola vez. Tratar de conectar la experiencia visual con el razonamiento matemático. La dinámica se puede cerrar con una evaluación con una lista de cotejo para incluirá conceptos, cálculos, uso de la herramienta didáctica y trabajo en equipo.

## BIBIOGRAFÍA:

- Arcavi, A. (2003). The role of visual representations in the learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 52(3), 215–241. <https://doi.org/10.1023/A:1024312321077>
- Boaler, J. (2016). *Mathematical mindsets: Unleashing students' potential through creative math, inspiring messages and innovative teaching*. Jossey-Bass/Wiley.
- Confrey, J., & Smith, E. (1995). Splitting, covariation, and their role in the development of exponential functions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26(1), 66–86.
- Didis, M. G., & Erbas, A. K. (2015). Performance and difficulties of students in formulating and solving quadratic equations with one unknown. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 15(4), 1137-1150.
- Duval, R. (2006). A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 61(1–2), 103–131. <https://doi.org/10.1007/s10649-006-0400-z>
- García-García, J., Hernández-Yañez, M. E., & Rivera López, M. I. (2022). Conexiones matemáticas promovidas en los planes y programas de estudio mexicanos de nivel secundaria y media superior sobre el concepto de ecuación cuadrática. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 13, e1485. [https://doi.org/10.33010/ie\\_rie\\_rediech.v13i0.1485](https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v13i0.1485)
- Goldin, G. A. (2008). Perspectives on representation in mathematical learning and problem solving. En L. D. English (Ed.), *Handbook of international research in mathematics education* (2.ª ed., pp. 176–201). Routledge.
- Hiebert, J., Carpenter, T. P., Fennema, E., Fuson, K., Wearne, D., Murray, H., Olivier, A., & Human, P. (1997). *Making sense: Teaching and learning mathematics with understanding*. Heinemann.
- Hohenwarter, J., Hohenwarter, M., & Lavicza, Z. (2009). Introducing dynamic mathematics software to secondary school teachers: The case of GeoGebra. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 28(2), 135–146.
- Kieran, C. (2007). Learning and teaching algebra. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 707–762). Information Age Publishing.
- Loh, P. S. (2019). A simple proof of the quadratic formula. arXiv preprint arXiv:1910.06709. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1910.06709>
- National Council of Teachers of Mathematics. (2014). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all*. NCTM.
- Radford, L. (2014). Towards an embodied, cultural, and material conception of mathematics cognition. *ZDM—Mathematics Education*, 46(3), 349–361. <https://doi.org/10.1007/s11858-014-0591-1>
- Tall, D., & Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics, with particular reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12, 151–169.



# Science

## DE MÉXICO

### *Créditos Editoriales – Science de México*

**Título de la revista:** *Science de México*

**Edición:** *Número 1*

**Fecha de publicación:** *ABRIL 2026*

**ISSN:**

**Periodicidad:** *Semestral*

**Institución editora:** *Science de México*

**Dirección editorial:** *Dra. Olga López Fortiz*

**Comité editorial:**

**Diseño editorial y visual:** *Science de México*

**Coordinación institucional:** *Dirección de Desarrollo Tecnológico e Innovación Educativa*

**Página web oficial:** *[www.sciencedemexico.mx](http://www.sciencedemexico.mx)*

**Derechos reservados:**

*Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación por cualquier medio sin autorización expresa de la institución editora. El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de sus autores.*



*Equipo Directivo de Science de México*

# Science

## DE MÉXICO

¡Gracias por leer Science de México!

VISITA NUESTRA PÁGINA WEB:

[WWW.SCIENCEDEMEXICO.MX](http://WWW.SCIENCEDEMEXICO.MX)

### MEDIOS DE CONTACTO

Fecehaak



Facebook



Instagram



YouTube

INSTAGRAM

WtratsApp



WhatsApp



Correo Electronico



TikTok

TINTOK



Equipo Directivo de Science de México