



Virginia López Nevárez  
Liliana Lizbeth Romero Flores

*coordinadoras*

EDITORIAL  
**UPAEP**

UPAEP

*Emilio José Baños Ardavín, Rector.*

*Jorge Medina Delgadillo, Vicerrector de Investigación.*

*Mariano Sánchez Cuevas, Vicerrector Académico.*

*Javier Taboada, Director Editorial.*

DESCUBRIENDO LAS MINAS DEL CONOCIMIENTO

Primera edición, 2024.

© Virginia López Nevárez, coordinadora.

© Liliana Lizbeth Romero Flores, coordinadora.

D.R.© Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, A.C.

21 sur 1103 Barrio de Santiago. Puebla, México. 72410.

Dibujos: Yarezi Moncayo

Revisión ortográfica: José Antonio Efraín Bravo Méndez

Maquetación: Agustín Romero

*Prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio sin la autorización escrita de los titulares del copyright.*

ISBN: 978-607-8631-98-8



DESCUBRIENDO  
LAS MINAS  
DEL CONOCIMIENTO

## COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. Santos López Leyva  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Dra. Genoveva Rosano Ortega  
UNIVERSIDAD POPULAR AUTÓNOMA DEL ESTADO DE PUEBLA

Dr. Aurelio Horacio Heredia Jiménez  
UNIVERSIDAD POPULAR AUTÓNOMA DEL ESTADO DE PUEBLA

Dr. Ernesto Guerra García  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA INDÍGENA DE MÉXICO

Dra. Aida Alvarado Borrego  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA INDÍGENA DE MÉXICO

Dr. Cecilio Contreras Armenta  
UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

Dra. María Dolores Gil Montelongo  
UNIVERSIDAD VERACRUZANA

Dra. Gisela Cota Yucupicio  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

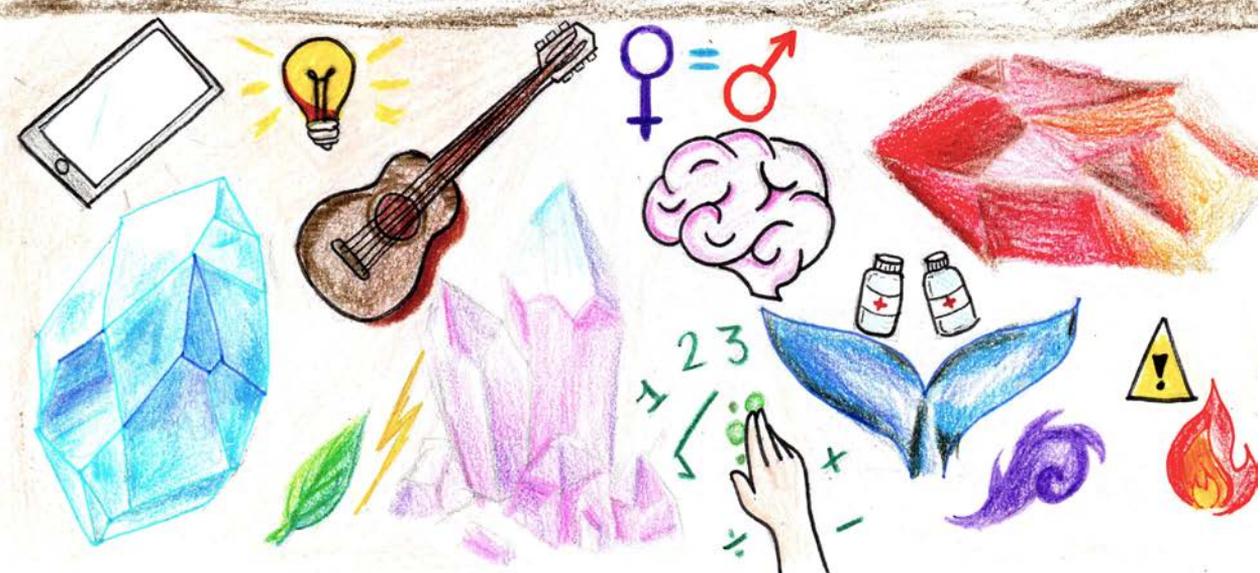
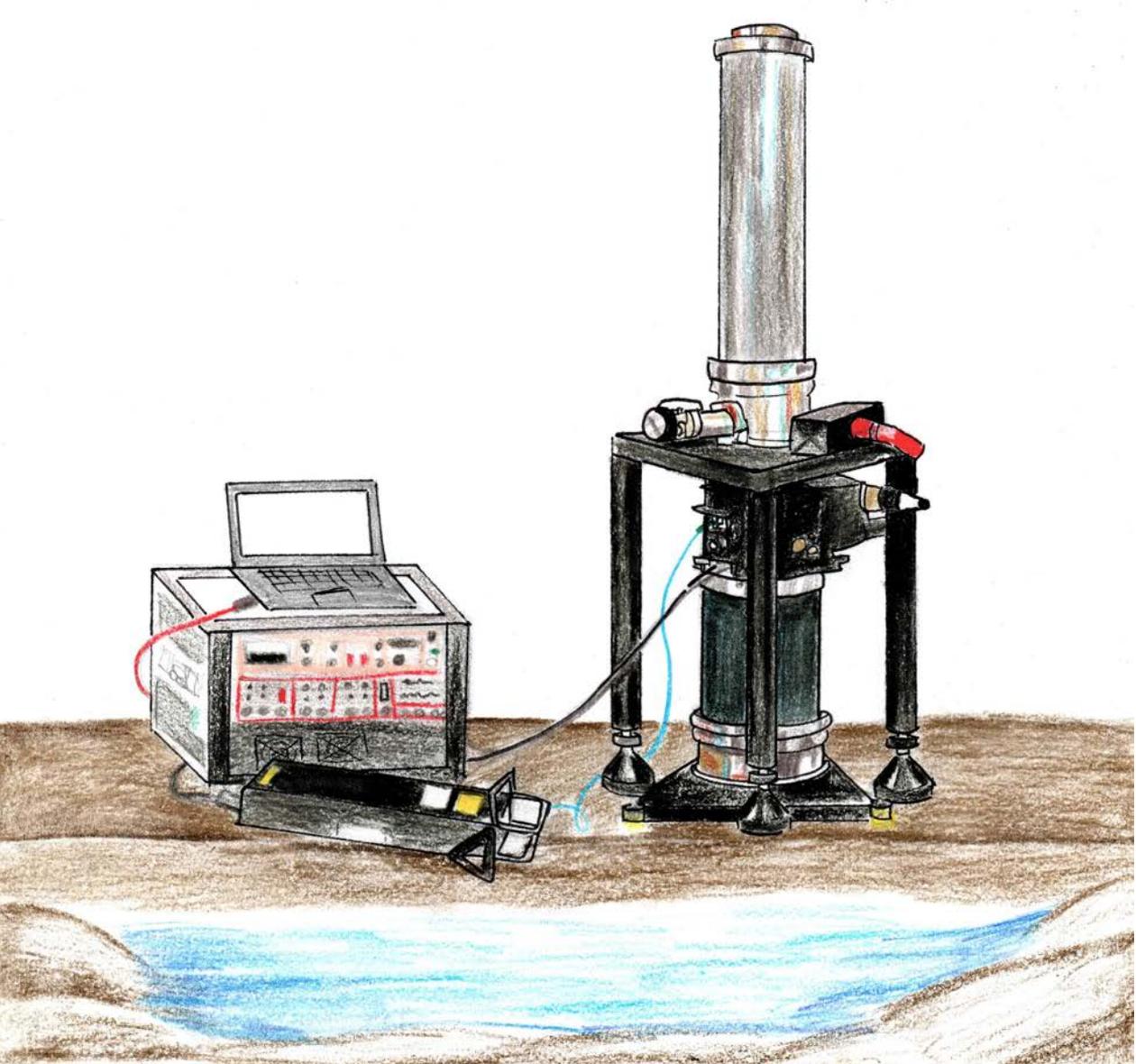
# Descubriendo las minas del conocimiento

Coordinación:

Virginia López Nevárez  
Liliana Lizbeth Romero Flores

EDITORIAL  
**UPAEP**





# PRÓLOGO

La exploración y la fabricación de herramientas es uno de los recursos más remotos que marcaron la evolución de los primeros homínidos hacia el homo sapiens, como se nos conoce hoy en día. Al igual que en el pasado, el futuro solamente albergará a las especies que sean capaces de desarrollar las herramientas más sofisticadas para enfrentar las adversidades de la evolución natural del universo. El desarrollo de nuevas tecnologías no solo proporciona herramientas para facilitarnos la vida, sino que determinan el éxito de la subsistencia futura de la humanidad.

El presente libro “Descubriendo las minas del conocimiento” muestra los 50 proyectos ganadores de la ExpoCiencias Nacional 2022, en San Luis Potosí, SLP. La promoción y difusión de estos proyectos a través de la divulgación científica es una labor muy noble que debe seguirse cultivando en México, ya que cultivar el espíritu científico de la niñez y la juventud es el pilar de los avances tecnológicos del futuro. En nuestro país se necesita acelerar la promoción de las vocaciones científicas desde una edad temprana con la finalidad de diversificar el profesionalismo de la población y acelerar el desarrollo económico debido a que un país sin ciencia y tecnología es un país sin futuro. Mostrarle a nuestra juventud el mecanismo del método científico para lograr estos objetivos, justifica esta enorme labor de los que contribuyeron a la publicación de este libro.

Desde hace algunas décadas ha iniciado una segunda revolución tecnológica guiada de nuevo por la teoría cuántica. La principal diferencia de la primera revolución tecnológica donde se utilizaron sistemas cuánticos creados por la naturaleza para el desarrollo de las tecnologías actuales, es que en esta segunda etapa se tiene la capacidad de crear nuestros propios sistemas cuánticos para el desarrollo de nuevos sensores, que a diferencia de los pasados, solo están limitados por la naturaleza misma, dejando atrás las limitaciones técnicas y humanas. Hasta hace unos años, se creía que la mecánica cuántica estaba restringida al mundo microscópico, pero no es así, ya que en la actualidad, es posible fabricar objetos macroscópicos que se comportan cuánticamente. Esto hace la diferencia, ya que el abanico de posibilidad para la creación y desarrollo de nuevas tecnologías es inagotable.

Retomando el título de este libro, no puedo imaginarme una mejor narrativa para hacerle honor a la palabra “minas”. ¿Cuál es la forma actual de encontrar minas para la explotación de recursos naturales? Es a través de la excavación, lo cual resulta costoso e incierto, ya que no siempre se encuentra lo que se esperaba. Con esta segunda revolución cuántica, existen sensores que pueden medir efectos tan pequeños que son

imperceptibles para la vida cotidiana. Por ejemplo, se han desarrollado sensores que pueden medir aceleraciones tan pequeñas como  $1/1,000,000,000$  g, donde  $g=9.81$  m/s<sup>2</sup> es la aceleración gravitacional terrestre, la cual nos otorga un peso a todos los objetos en la superficie terrestre. Esta sensibilidad implica que podemos crear imágenes con una “super resolución” de la conformación del subsuelo. En otras palabras, ya no será necesario excavar para realizar exploración del subsuelo, bastará con un mapa gravitacional de alta resolución utilizando estos nuevos sensores para conocer a detalle la composición y localización de yacimientos.

Finalmente felicito enormemente a los todos los participantes de este doceavo libro de la RED por su aportación original a la divulgación de la ciencia en niños y jóvenes. Agradezco también a todos los involucrados en la edición de este libro, principalmente a la coordinación de la Dra. Virginia López Nevárez en colaboración con la Red Nacional de Actividades Juveniles en Ciencia y Tecnología dirigida por el M.C. Roberto F. Hidalgo Rivas.

Dr. Víctor Manuel Valenzuela Jiménez  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA

# INTRODUCCIÓN

El tesoro encontrado en las minas del conocimiento es lo que en esta ocasión se presenta en este doceavo libro de la Red Nacional de Actividades Juveniles en Ciencia y Tecnología, en el cual se integran 50 artículos de divulgación realizados por niños y jóvenes que han tenido la iniciativa de realizar un proyecto de investigación, participar en los eventos regionales y han sido merecedores de los más altos puntajes en la Expociencias Nacional San Luis Potosí 2022.

Como lo refiere Antonio Fernández, en los muchos rostros de la ciencia, sin duda las grandes teorías científicas son estructura de una gran belleza por su carácter inesperado y simplicidad, es por eso que descubrir las minas del conocimiento que yacen en las mentes creativas y curiosas de niños y jóvenes mexicanos, es la belleza de un tesoro que pudiera parecer surrealista con las maravillosas explosiones de ideas que revelan de una manera científica los matices de un tesoro disperso por todo México.

Ejercer el conocimiento aplicado a la proyectividad humana es la premisa de los proyectos presentados en este libro que lo integran 4 capítulos organizados por las diversas categorías de Expociencias: Pandillas Kids, Pandillas Juvenil, Medio Superior y Superior. Los destellos de los cristales nos sorprenden con temas que plantean soluciones a problemas habituales de nuestra sociedad, como la conservación de alimentos y los ecosistemas. Igualmente, valiosas son las propuestas de las y los universitarios que participan con artículos sobre robótica, ingeniería, salud, cultura y diversas tecnologías.

Este libro como los anteriores se ha realizado gracias al apoyo de dos grandes universidades comprometidas en impulsar las vocaciones científicas de manera acertada a través de la divulgación de la ciencia la Universidad Autónoma de Occidente (UAdeO) y la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP), contando con el respaldo de la RED Nacional de Actividades Juveniles en Ciencia y Tecnología y MILSET, que están bajo la coordinación del Maestro Roberto Faustino Hidalgo Rivas.

Quiero platicarles que en esta ocasión el libro se ha realizado en coordinación con la M.C. Liliana Romero Flores profesora de la UAdeO y los dibujos han sido realizados por Yarezi Moncayo alumna del Instituto México Bilingüe en la cd. de La Paz, Baja California Sur.

Agradezco de manera especial al Comité Científico que colabora con la edición de los artículos que son distinguidos investigadores de la Universidad Autónoma de Baja California, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Universidad Veracruzana, Universidad de Guanajuato y de la Universidad Autónoma Indígena de México. También se agradece la colaboración del Dr. Víctor Manuel Valenzuela Jiménez de la Universidad Autónoma de Sinaloa por su colaboración como prologuista de este libro.

Mis más sinceras felicitaciones a todos los autores del libro, asesores y promotores de la ciencia, ya que ustedes conforman una veta muy grande de diamantes de la ciencia en las minas del conocimiento y les comento que Expociencias los invita a todos a adentrarse en este libro que ofrece la aventura de explorar los tesoros científicos de niños y jóvenes mexicanos que trabajan por un país mejor.

Virginia López Nevárez

Liliana Lizbeth Romero Flores  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

# CAPITULO 1 PANDILLA KIDS





# CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS: LA MANZANA DE LA DISCORDIA

Ramón-Ojeda, Naibi Ximena  
Pérez-Ramírez, Edrick Alejandro  
Garma-Mejía, Pablo Alejandro  
Dzul-Medina, Nefi Daniel

Escuela Primaria Estado de Campeche  
Ticul, Yucatán

Educación Primaria Básica  
Área: Agropecuaria y alimentos

## RESUMEN

*La demanda alimentaria es tan antigua como la aparición del hombre, por lo que, desde entonces, ha sido necesario lidiar con la conservación de los mismos. Por ello, en el presente proyecto se revisaron algunos métodos para hacer una prueba empírica a fin de contrastar su efectividad de conserva. Para tal empresa se realizó una revisión bibliográfica a fin de conocer el principio en el que se fundamentan la deshidratación, pasteurización y refrigeración. En otro momento se planeó y se pusieron en práctica los métodos utilizando como alimento la manzana, a fin de contrastar su efectividad de conserva y plasmar los cambios físicos en el tiempo con ayuda en una tabla de observación que contempla rasgos como el olor, color, sabor y consistencia y una escala numérica. Lo anterior sirvió de insumo para posteriormente graficar y contrastar los resultados mediante estadística descriptiva. Se encontró que el método de refrigeración tuvo mayor efectividad.*

*Palabras clave: conservación de alimentos, cambios físicos, refrigeración, pasteurización, deshidratación.*

## ABSTRACT

*Food demand is as old as the appearance of man, so since then it has been necessary to deal with its conservation. Therefore, in this project some methods were reviewed to carry out an empirical test in order to contrast their conservation effectiveness. For this company, a bibliographic review was carried out in order to know the principle on which dehydration, pasteurization and refrigeration are based. At another time, the methods were planned and put into practice using the apple as food, in order to contrast its preserving effectiveness and capture the physical changes over time with the help of an observation table that contemplates features such as smell, color, flavor and consistency and a numerical scale. The above served as input to later graph and contrast the results using descriptive statistics. It was found that the refrigeration method was more effective.*

*Keywords: food preservation, physical changes, refrigeration, pasteurization, dehydration.*

## INTRODUCCIÓN

La demanda de alimentos siempre es creciente, por lo que es vital encontrar mejores formas de garantizar que estos se produzcan y lleguen en buen estado a los consumidores; por lo que este proyecto tuvo como objetivo contrastar la efectividad de algunos métodos para su conservación.

Para vertebrar las acciones se empleó como método el pre experimento con alcance descriptivo porque se aplicó un tratamiento a la manzana, para luego realizar observaciones, registros y análisis de los cambios físicos percibidos. Al interpretar los resultados se consideraron varias bibliografías y la lectura de los datos percibidos, se registraron y se interpretaron con ayuda de la estadística descriptiva. El beneficio principal de la investigación será para las personas que posteriormente deseen emplear un método de conservación en condiciones similares, y que tengan un referente. Además, se sientan bases para futuras investigaciones al respecto.

## MARCO TEÓRICO

Durante miles de años, el ser humano debía procurarse su alimentación, incluso poniendo en riesgo su vida (Curioesfera, 2020).

La descomposición tiene un efecto adverso a la sobrevivencia, ya que son transformaciones de origen biológico-microbiano en el que se presentan reacciones químicas que modifican las características originales de los alimentos. (Casp y Abril, citado por INACAP, 2020).

Entre los factores que favorecen la alteración de alimentos se destacan la temperatura, la humedad, el aire, la luz y el tiempo. Por otra parte, los tipos de alteración de los alimentos pueden ser físicas, biológicas o bioquímicas (CEUPE, 2020).

El presente proyecto pretende encontrar el método óptimo. Este se caracterizará por: retrasar la alteración estructural del alimento, prolongar la vida útil, disminuir los microorganismos causantes del deterioro, mejorar el valor nutritivo, aumentar la digestibilidad, palatabilidad y otras características organolépticas y elaborar nuevos productos alimentarios, todo eso reflejado en cambios de color, olor, sabor y consistencia (INACAP, 2020).

La deshidratación es un procedimiento de conservación de alimentos que al eliminar la totalidad del agua libre de este impide la actividad microbiana, reduce la actividad enzimática. Consiste en la exposición de los alimentos al sol y aire, utilizando unas rejillas donde se extienden los alimentos, durante el día se exponen al sol y por la noche se recogen para evitar la humedad (CEUPE, 2022).

La pasteurización consiste en crear un choque de temperatura, es decir, subir la temperatura muchísimo y después bajarla rápidamente para que se mueran/eliminen los microorganismos (Terra, 2022).

La conservación por frío es el único método capaz de conseguir que el sabor natural, el olor y el aspecto de los productos apenas se diferencien del natural. Estos productos tienen una vida limitada en los anaqueles porque la refrigeración sólo demora el crecimiento de las bacterias, no lo impide (Clayton, 2021).

## MÉTODO

A fin de sistematizar las acciones, se analizaron los datos relevantes acerca del tema a fin de determinar cómo observar el fenómeno, qué observar, cómo registrar y finalmente cómo interpretar los resultados a efecto de llegar a conclusiones, ver tabla 1.

Tabla 1. Cronograma de actividades

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>FECHA</b>
Investigación bibliográfica	16 al 20 de mayo
Elaboración del marco teórico	23 al 27 de mayo
Organización de materiales y desarrollo del método.	30 de mayo al 3 de junio
Realizar observaciones y hacer un registro.	6 al 9 de junio
Analizar los resultados y elaborar conclusiones.	10 de junio

La metodología utilizada fue el pre experimento de estudio de caso, el cual, según Hernández, Fernández y Baptista (2014), consiste en administrar un estímulo o tratamiento de grupo y después aplicar una medición en una o más variables para observar cuál es el nivel del grupo en esas variables, definir y describir brevemente en qué consistió. El tipo de la investigación es descriptiva, ya que busca especificar propiedad, características y perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

La variable independiente se refiere a los métodos de conservación y la variable dependiente, la eficacia, definida por el color, sabor, olor y consistencia a través del tiempo. Dado el alcance de la investigación, no es necesaria la selección de una muestra aleatoria ni de un método estadístico complejo.

En primer término, se identificaron los factores que inciden en la descomposición de los alimentos, a fin de conocer sus variables. Esta información se empleó para elaborar una lista de cotejo y posteriormente administrarla, al momento del desarrollo del método, a fin de controlar las condiciones antagónicas al objetivo de la investigación.

A continuación se prepararon las condiciones, los alimentos y la infraestructura para poner en práctica el método con la orientación de bibliografía y del asesor. Seguidamente, se almacenaron con precaución a fin de aislar algunos factores extremos interferentes expuestos en una lista de cotejo. Ver Tabla 2.

Tabla 2. Factores para el almacenaje.

Factor	Si /No
Temperatura	
Humedad	
Aire	
Luz	
Tiempo	

## RESULTADOS

Para registrar las observaciones se empleó una tabla con indicadores que fueron medidos en una escala de 0 a 3. El menor puntaje indica más efectividad en el tiempo mostrado. Ver tabla 3.

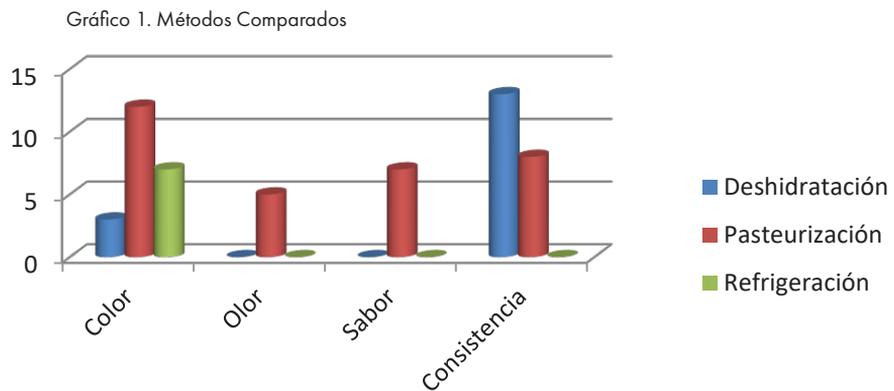
Tabla 3. Registro de observación de los métodos.

Tiempo (hrs.)		12	24	36	48	60	72	84	T	Suma
DES	Color	0	0	0	0	1	1	1	3	16
HID	Olor	0	0	0	0	0	0	0	0	
RAT	Sabor	0	0	0	0	0	0	0	0	
ACI ÓN	Consistencia	1	2	2	2	2	2	2	13	
PAS	Color	1	1	2	2	2	2	2	12	32
TEU	Olor	0	0	0	0	0	2	3	5	
RIZA	Sabor	0	0	0	1	1	2	3	7	
CIÓ N	Consistencia	0	0	1	1	1	2	3	8	
REF	Color	1	1	1	1	1	1	1	7	7
RIG	Olor	0	0	0	0	0	0	0	0	
ERA	Sabor	0	0	0	0	0	0	0	0	
CIÓ N	Consistencia	0	0	0	0	0	0	0	0	

Escala de cambios ( 0= nada, 1= poco, 2= algún y 3= mucho).

## DISCUSIÓN

Para una mejor visualización y toma de decisiones, se contrastaron los resultados en barras. Ver Gráfico 1.



Después de obtener los puntajes totales, se muestra en una columna de suma, resultado de la sumatoria de todos los totales, encontrándose que el método que menos cambio tuvo es el de refrigeración, el cual solo presentó una poca variación en su color mientras todas las demás variables permanecieron intactas al cabo de 84 horas. Así mismo, los resultados dependieron del control que se tuvo sobre los factores que incidieron en la descomposición.

Un segundo análisis puede centrar en determinar cuál variable es la que se manifiesta con más intensidad en los métodos, indagar más las características que la ocasionan y experimentar cómo se puede retardar su aparición.

Con base en los datos obtenidos se puede concluir que el método de refrigeración es el más eficaz para conservar la manzana, sin embargo, no se puede generalizar para cualquier caso, a menos que se repliquen las condiciones citadas en el presente trabajo.

## REFERENCIAS

(CEUPE, 2020). Magazine. ¿Cuáles son los métodos de conservación de los alimentos?. Blog. Recuperado el 9 de febrero de 2022 de: <https://www.ceupe.com/blog/metodos-de-conservacion-de-alimentos.html>

Clayton, K., (2021) Método de Conservación de Alimentos. Department of food science, In. USA. Recuperado el 9 de febrero de 2022 de: <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/fs/fs-15-s-w.pdf>

Hernández, S., Fernández, C. y Baptista, L. (2014), Metodología de la Investigación. Sexta edición. México. MC. Graw-Hill.

(INACAP, 2020). Manual de Conservación de Alimentos. Recuperado el 20 de febrero de 2022 de: [https://www.inacap.cl/web/material-apoyo-cedem/profesor/Gastronomia/Manuales/Manual\\_Conservacion\\_de\\_Alimentos.pdf](https://www.inacap.cl/web/material-apoyo-cedem/profesor/Gastronomia/Manuales/Manual_Conservacion_de_Alimentos.pdf)



Exposición de las conservas.

# GRANJA AUTOSUSTENTABLE: NUTRICIÓN PARA LA POBLACIÓN

Bonilla-Pattón, Natalia Valentina  
Juárez-Esquivel, Salem Isabella  
Rodríguez-Gutiérrez, Adriana

Colegio Baden Powell  
Estado de México

Pandillas Kids  
Área: Agropecuarias y Alimentos

## RESUMEN

*El proyecto se basa en el objetivo de Desarrollo Sostenible número 1, Fin de la Pobreza. Se toma como referencia la meta 1.1 la cual busca que para 2030 se erradique la pobreza extrema para todas las personas en el mundo, actualmente medida por un ingreso por persona inferior a 1.25 dólares al día. El proyecto se basa en diseñar un programa de apoyo que beneficie a personas de bajos recursos por medio de una Granja Autosustentable. Se busca aumentar los recursos económicos de una familia "piloto" para que lleven a cabo la crianza de gallinas ponedoras por medio de una granja autosustentable y de esta manera tengan un mejor nivel de vida. El proyecto consta de 3 fases Min, Pro y Max con la finalidad de ir avanzando poco a poco. A la familia se le entregaron 4 gallinas, 1 gallo, 1 jaula y alimento para gallinas. Al proyecto se le ha dado continuidad para que al menos 4 familias más puedan iniciar el proyecto. Las dos primeras fases del proyecto han tenido buenos resultados, sin embargo, el proyecto continúa en desarrollo para poder completar las 3 fases.*

*Palabras clave: Autosustentable, familia piloto, sostenible*

## ABSTRACT

*The project is based on Sustainable Development Goal number 1, End Poverty. Goal 1.1 is taken as a reference, which seeks to eradicate extreme poverty for all people in the world by 2030, currently measured by an income per person of less than \$1.25 per day. The project is based on designing a support program that benefits low-income people through a Self-Sustainable Farm. The aim is to increase the economic resources of a "pilot" family so that they can raise laying hens through a self-sustaining farm and in this way have a better standard of living. The project consists of 3 phases Min, Pro and Max with the aim of advancing little by little. The family was given 4 chickens, 1 rooster, 1 cage and chicken feed. The project has been given continuity with the aim that at least 4 more families can start the self-sustaining farm project. The first two phases of the project have had good results, however, the project continues in development to complete the 3 phases.*

*Keywords: Self-sustainable, pilot family, sustainable*

## INTRODUCCIÓN

El proyecto se basa en diseñar un programa de apoyo que beneficie a personas de bajos recursos por medio de una *Granja Autosustentable*. El proyecto consta de 3 fases Min, Pro y Max con la finalidad de ir avanzando poco a poco. En la primera fase el proyecto se realiza únicamente con una familia que recibe un *kit* que incluye cuatro gallinas ponedoras, alimento para ellas y una jaula. La familia se comprometió a no matarlas, con el fin de llevar la crianza de manera responsable.

El planteamiento del problema surge porque se ha observado que en la colonia San Francisco Tepojaco del municipio de Cuautitlán Izcalli, en el Estado de México, hay mucha gente de escasos recursos que no tiene trabajo, una vivienda digna, y por consecuencia llevan una mala alimentación. Lo que se busca con el proyecto es aumentar los recursos económicos de una familia "piloto" para que lleven a cabo la crianza de gallinas ponedoras por medio de una granja autosustentable y de esta manera, logren tener un mejor nivel de vida.

Esta es una realidad actual; ya que en la República Mexicana, hay 3.8 millones de nuevos pobres y en el año 2021 se calcula que hay un gran total de 55.7 millones de personas que viven en pobreza y esto repercute fuertemente en el acceso a los servicios de salud, según datos de la CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). En el Objetivo de Desarrollo Sostenible 1 que habla sobre el Fin de la Pobreza, se observa que estos datos no son nada alentadores en otros países, ya que el 10% de la población mundial, aún vive en situación de extrema pobreza y derivado de la pandemia las Naciones Unidas han elaborado un Marco para la respuesta socioeconómica inmediata a la COVID-19.

Por todo lo anterior se hace el siguiente cuestionamiento: ¿Se pueden crear redes de crecimiento económico para familias que tienen situación de pobreza dentro de una comunidad rural y/o urbana?

El objetivo principal es crear una granja autosustentable que aumente los recursos económicos de familias que no tienen trabajo, buena alimentación y vivienda digna por medio de un micro negocio que se enfoca a la crianza de gallinas ponedoras y que tenga un retorno económico positivo en beneficio de dichas familias.

Al desarrollar un proyecto que consta de 3 etapas: Min, Pro y Max se busca que al menos 5 familias de la colonia San Francisco Tepojaco inicien con el proyecto de la granja autosustentable, y de esta manera generen y aumenten sus recursos económicos para poder tener un mejor nivel de vida y alimentación.

El documento se organiza por medio de un Marco Teórico que enfatiza la importancia de las metas que plantea el Objetivo de desarrollo sostenible número 1, Fin de la Pobreza; así como en la descripción de cómo han ido evolucionando los niveles de Pobreza.

## MARCO TEÓRICO

Actualmente, se reconoce que la pobreza y la desigualdad son fenómenos que aumentan y no han sido superados en en Latinoamérica: “La pobreza y la desigualdad social siguen siendo objetivos esquivos de nuestro desarrollo y han sido duramente golpeados en los últimos años por nuestra vulnerabilidad macroeconómica” (Ocampo, 2002).

Medir los niveles de pobreza es, por varias razones, una herramienta fundamental para las políticas públicas que se proponen combatirla. La primera razón es la proporción de pobres, la intensidad de su pobreza, la identificación del lugar en donde viven y a qué se dedican las personas de bajos recursos, entre otros muchos elementos que las mediciones pueden proporcionar, deben orientar el diseño de las políticas y programas. Una segunda razón es que cualquier intento de evaluación de la efectividad de lo realizado se vería frustrado si no se conoce la magnitud de la pobreza al inicio de las actividades y su evolución posterior. La tercera razón, es que los programas focalizados de lucha contra la pobreza, tanto en México como en el mundo, necesitan identificar con toda precisión a su población objetivo, hogar por hogar y persona por persona (NACIONES UNIDAS, CEPAL 2020).

Se entiende por *pobreza*, a la condición social y económica de ausencia de recursos (o a la carencia de herramientas para adquirirlos), que permitan satisfacer las necesidades físicas y psíquicas mínimas para un adecuado nivel de vida, tales como la alimentación, la vivienda, la asistencia sanitaria, el acceso a servicios básicos (electricidad, agua potable, línea telefónica), y la educación formal (Equipo Editorial, Etecè 2018).

Comúnmente se distingue entre la pobreza crítica y la pobreza extrema, con base en la cantidad de privaciones vitales padecidas, de la siguiente manera:

*Pobreza crítica.* La pobreza crítica es la que padecen los ciudadanos que no pueden cumplir con la canasta básica de consumo, compuesta por alimentos y servicios básicos vitales. Se trata de aquella que invierte todo su capital en la alimentación exclusivamente.

*Pobreza extrema.* Considerada esta última como un peldaño todavía inferior, en esta instancia los individuos ni siquiera pueden acceder a la canasta básica de alimentos, es decir, que ni siquiera pueden consumir una cantidad básica de calorías diarias. La indigencia está en este nivel.

Por otro lado, la medición de la pobreza distingue, de acuerdo a su contexto socioeconómico, entre pobreza absoluta y pobreza relativa (Raczynski, 2003).

*Pobreza relativa.* Se considera a partir de su entorno socioeconómico inmediato, ya sea una ciudad, una región, un país o un continente. Esto se debe a que los términos económicos y sociales de un lugar pueden ser muy distintos a los de otro y no ser directamente comparables.

*Pobreza absoluta.* La pobreza absoluta es una medición general y procura establecer criterios uniformes que por lo general se ubican en la canasta mínima de consumo para distinguir a los pobres del resto de la sociedad.

Existen distintas formas de medir la pobreza. La más tradicional fue propuesta por el Banco Mundial e implica la división del Producto Interno Bruto de un país (PIB) entre el número de habitantes que posee. Aquellos cuyo ingreso esté por debajo de ese estándar nacional serán considerados pobres.

El Banco Mundial estima desde 2015 que la línea de pobreza universal es de 3,10 dólares diarios y la de pobreza crítica de 1,90 dólares diarios.

Por eso se prefiere la medición en términos del Índice de Desarrollo Humano propuesto por la ONU, en el que se toman en cuenta otros factores como el margen de alfabetización, el acceso a servicios básicos (como el agua o la electricidad), el acceso a la salud, entre otros.

Una realidad de la pobreza en Latinoamérica es que afecta a los derechos fundamentales de las personas. Entre las consecuencias directas de la pobreza ya hemos señalado el hambre y la desnutrición, pero existen otras muchas manifestaciones.

La pobreza también afecta a la salud de las personas. Al día de hoy, todavía hay 6 millones de niños y niñas que mueren cada año en el mundo antes de cumplir cinco años. La pobreza hace casi imposible, además, que muchas personas accedan a servicios básicos como la educación, una vivienda digna o al agua potable, entre otras.

En las comunidades rurales de América Latina, donde trabaja Ayuda en Acción, la población apenas tiene oportunidades de empleo. Los ingresos que consiguen, trabajando por cuenta propia, son inferiores a los salarios mínimos legales. A esto hay que añadir que la informalidad de estos trabajos no contempla derechos previstos en la legislación laboral como vacaciones anuales remuneradas, seguros por desempleo, accidente o enfermedades. Tampoco se contempla la protección de la maternidad o paternidad o las pensiones. Millones de personas en Latinoamérica (y también en el mundo) están absolutamente desprotegidas a causa de la pobreza (ONU, 2019).

Para generar oportunidades a los más vulnerables surge la idea de crear una Granja Autosustentable. La Granja Integrada Autosuficiente (GIA), es una porción mínima de terreno, donde se integra la producción de granos básicos (maíz - frijol), hortalizas, especies frutales, pastos, plantas forestales y esencialmente crianza de especies menores (gallinas, conejos, cabras y peli bueyes), que sean capaces de proveer la alimentación diaria de una familia, y permita la venta de los excedentes para la generación de ingresos locales.

Pujadas (2011), argumenta que *sustainable development* es un proceso de desarrollo económico, humano y medioambiental, que no depende de asistencia externa para mantenerse: un desarrollo sostenible en el tiempo. Mientras que no se ajusta el concepto sustentable al entenderlo como que se puede sustentar o defender con razones.

Dentro de la GIA, también se pueden utilizar tecnologías apropiadas de bajo costo que aumentarán la producción al aprovechar al máximo los recursos agua-tierra-viento-sol-energía (ver Ecotecnologías).

Buena alimentación-Alimentación nutritiva.

## MÉTODOS

En la primera fase del Proyecto se realizó una entrevista con el señor Pedro, el cual habita actualmente en la colonia San Francisco Tepojaco, en el municipio de Cuautitlán Izcalli, en el Estado de México. Él vive en una familia de escasos recursos económicos; ya que tuvo un accidente y no puede trabajar. Se le planteó la posibilidad de llevar a cabo la prueba Piloto de la Granja Autosustentable, y aceptó para poder brindarle una mejor calidad de vida a su familia.

En la segunda fase se le dio a conocer el proyecto a los alumnos de 5° B del Colegio Baden Powell con la finalidad de obtener apoyo para la compra de gallinas y alimento por medio de una Campaña en la que donaron la cantidad de \$10.00 pesos.

En la tercera etapa del proyecto se hizo la entrega del *kit* de inicio para que don Pedro pudiera iniciar, y de esta manera llevar a cabo la crianza de gallinas ponedoras.

## RESULTADOS

En la fase Min, don Pedro empezó su micro negocio vendiendo huevos. Él y su esposa separan los que son para consumo familiar y los que son para vender; venden el kilo en 80 pesos. Y, separan también los que son para incubar, con eso hacen crecer la granja. Cabe mencionar que la incubadora fue elaborada por nosotras.

La siguiente fase es la Pro, la cual consiste en 10 gallinas que don Pedro adquirirá mediante su reproducción. En esta fase del proyecto, don Pedro tendrá la oportunidad de mejorar su economía y, por lo tanto, su nivel de vida

La última fase es la Max, que es cuando se calcula que don Pedro ya tenga 70 gallinas y 17 gallos, con lo cual el proyecto puede avanzar a un criadero, y el nivel de vida de don Pedro aumentará significativamente.

Se encontró a una segunda familia que también vive en condiciones de pobreza, a la cual ya se le entregaron dos gallinas y un gallo para que inicien con el proyecto. Es importante mencionar que la segunda familia vive dentro de una comunidad de escasos recursos en el Estado de Monterrey, Nuevo León.

No es un camino fácil de recorrer; sin embargo, la meta principal del proyecto es erradicar la pobreza y seguir apoyando a familias que lo necesiten, y que estén dispuestas a llevar de manera responsable la Granja Autosustentable.

## CONCLUSIONES

La finalidad del proyecto es contribuir de una manera eficaz y amigable para reducir los niveles de pobreza dentro de las colonias cercanas al lugar donde habitamos; se sabe de antemano que no es una tarea fácil, pero al generar proyectos que tengan como meta principal el poner fin a la pobreza, o bien bajar los niveles para que la gente con menos oportunidades pueda generar redes de crecimiento dentro de su misma localidad permite que se pueda poner en práctica alguna de las metas principales que propone el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 1.

Se busca que al menos dentro de una localidad las personas inicien con un micro negocio basado en la Sustentabilidad como lo es una granja para que de esta manera se puedan obtener beneficios a corto y largo plazo.

El proyecto continúa en crecimiento; ya que la fase Max propone que se ayuden por lo menos a cinco familias que viven en estas condiciones y disminuir los niveles de pobreza en la colonia San Francisco Tepojaco del municipio de Cuautitlán Izcalli, apoyándonos de empresas que puedan ser patrocinadoras para causas sociales como la del proyecto.

## REFERENCIAS

### REVISTAS:

Boltvinik, J. (2020). ESTUDIOS Y PERSPECTIVAS. *MEDICIÓN DE LA POBREZA EN MÉXICO*, 211. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/6d431ace-06f6-43dc-aea0-c422ba0b8454/content>

Mura, C. (2020). De la sostenibilidad a la sustentabilidad. *REDALYC*, 51.

*Pobreza: Tipos, Causas, consecuencias y características*. Características. (n.d.). Recuperado el 5 de abril del 2022 de <https://www.caracteristicas.co/pobreza/>

*En México hay 3.8 millones de nuevos pobres y aumenta 15 millones sin acceso a salud: Coneval*. Animal Político. (2021, August 5). Recuperado el 01 de abril del 2022 de: <https://www.animalpolitico.com/2021/08/mexico-millones-nuevos-pobres-acceso-salud/>

*Pobreza en México*. Medición de pobreza 2016-2020. (n.d.). Recuperado el 23 de marzo del 2022, [https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Pobreza\\_2020.aspx](https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Pobreza_2020.aspx)

United Nations. (n.d.). *Pobreza - Desarrollo Sostenible*. United Nations. Recuperado el 29 de marzo del 2022 de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/poverty/>



Donación de dinero por los compañeros de 5ºB



Donación de dinero por los compañeros de 5ºB



Entrevista a Don Pedro



Se logró juntar el dinero



Avances del proyecto



Avances del proyecto

# LOMBRICOMPOSTA PARA UN MEJOR FUTURO

Lara-Jurado, Ana Paula  
Navarrete-Franco, Josías  
Ornelas-Martínez, Odeth Natalia  
Jurado-Candia, Karina Dolores

Usaer 7068  
Chihuahua

Pandilla Kids  
Área: Agropecuarias y Alimentos

## RESUMEN.

Los alumnos atendidos por la usaer 7068 de la escuela Dr. Luis Estavillo Muñoz de 3° y 4° de primaria tuvieron la inquietud de investigar sobre el compostaje y la técnica de lombricomposteo para la producción de tierra nutritiva, fertilizantes naturales y la implementación de una huerta en sus hogares o en la escuela, obteniendo el cultivo de productos de calidad para una mejor alimentación, ya que no se ve afectada la economía familiar, pues se producen con materiales que utilizamos diariamente. Durante el proceso observaron los cambios que se presentaron en la materia orgánica y en las lombrices (composta, aumento de lombrices y lixiviado). Con esta investigación se hizo conciencia en que pueden mejorar su entorno, lograr mejor calidad de vida, aportando ayuda ecológica y consumiendo alimentos sanos que ellos mismos producen y, por lo tanto, impactar en su economía de una manera favorable. Atendiendo a la diversidad educativa se involucraron alumnos con diferentes características, una Aptitud Sobresaliente Intelectual, un TEA (Trastorno del Espectro Autista), y una dentro de la normalidad.

Palabras clave: lombricomposta, residuos, orgánico, ambiente, diversidad.

## ABSTRACT.

The students served by usaer 7068 of the Dr. Luis Estavillo Muñoz school in 3rd and 4th grade were interested in researching composting and the vermicomposting technique for the production of nutritious soil, natural fertilizers and the implementation of a garden in their homes or at school, obtaining the cultivation of quality products for better nutrition since the family economy is not affected since they are produced with materials that we use daily. During the process they observed the changes that occurred in organic matter and worms (compost, increase in worms and leachate). With this research, they became aware that they can improve their environment, achieve a better quality of life by providing ecological help and consuming healthy foods that they themselves produce and therefore impact their economy in a favorable way. Taking into account the educational diversity, students with different characteristics were involved, an Outstanding Intellectual Aptitude, an ASD (Autism Spectrum Disorder) and one within normality.

Keywords: vermicompost, waste, organic, environment, diversity.

## INTRODUCCIÓN

Reflexionando sobre las situaciones que se están presentando en los últimos tiempos, nos damos cuenta de que, en un futuro, la vida ya no será como actualmente la conocemos, pues con cada día que pasa se presentan cambios en todas las áreas en las que el ser humano interviene.

Como padres y maestros es nuestra obligación brindar herramientas a los niños para que puedan contribuir al mejoramiento de la vida del planeta y de su entorno; estas deben consistir en lograr que los problemas que ocasionan el deterioro del medio ambiente disminuyan, así como lograr que nuestros pequeños sean capaces de producir su propio sustento alimenticio y así subsistir en los momentos más difíciles de la vida.

El objetivo principal de este proyecto es generar en la comunidad estudiantil y sus familias motivación e interés en la producción de alimentos sustentables a través de la producción de lombricomposta utilizando el método de aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en casa.

El abrir su mente hacia la creación de proyectos que les permitan hacer uso de cosas que emplean en la vida cotidiana e incluso darles nueva vida a sus desechos es de suma importancia, ya que si las siguientes generaciones logran formarse con esos hábitos tendremos un futuro en el que difícilmente reinarán la escasez y el hambre.

Tomando conciencia de los desperdicios que se generan diariamente, incluso dentro de nuestros hogares y de la necesidad urgente de contribuir en el cuidado de nuestro planeta, se consideró a la lombricomposta una excelente herramienta que ayudará a dar solución a estas problemáticas.

El documento se organiza presentando un marco teórico que explica el proceso que se sigue para la elaboración de la lombricomposta, se continúa con una descripción de la forma en que se llevó a cabo, se presentan los resultados y las conclusiones.

## MARCO TEÓRICO

La Lombricultura, es la crianza y manejo de lombrices en cautiverio (INCAP), con la finalidad básica de obtener productos de mucha importancia para el hombre.

La lombricomposta es utilizada en la fertilización de especies vegetales para alimentación. Todo residuo orgánico generado en el hogar se debe compostar y la lombriz lo transforma mediante su aparato digestivo en una extraordinaria fuente fertilizadora.

Dentro de sus beneficios, la lombricomposta permite procesar recursos que son arrojados a la basura, reduciendo la necesidad de más camiones recolectores, con la consecuente contaminación del aire, olor y ruido. Evita que los residuos orgánicos se acumulen en los basureros. Es un fertilizante alto en minerales y nutrientes necesarios para los cultivos, más fácilmente absorbidos por las plantas que los fertilizantes sintéticos. Contiene hormonas de crecimiento para los cultivos (Taller de elaboración de lombricomposta, 2011).

Un Lombricario es una estructura para producir *Compost* o tierra orgánica a través de un proceso realizado por las lombrices al ser alimentadas con desperdicios orgánicos (Didáctica CCNN, 2011). Al referirnos a desperdicios orgánicos hablamos de cáscaras de frutas, hojas de vegetales (melón, sandía, papaya; hojas de elote, lechuga, cilantro, perejil, etc.), evitando los cítricos. Todos deberíamos fabricar uno en casa porque ese desecho es un fertilizante que hará crecer más fuertes las plantas.

Para la elaboración de una lombricomposta, es decir, la casa para las lombrices, se tienen que seguir ciertos pasos y utilizar algunos materiales que son fáciles de conseguir en casa. Primero se debe tener un contenedor que puede ser una tina galvanizada o cubeta de plástico. Debe tener ventilación por lo que se le pueden hacer algunos hoyos pequeños en la parte inferior. La profundidad más adecuada para el contenedor es de 60 cm. Poner en la tina una cubierta para prevenir que la lombricomposta se seque. Enseguida se llena el contenedor con estiércol (de caballo, vaca, chiva, etc.), el cual es excelente para el compostaje. Después se eligen las lombrices, donde las más utilizadas son las lombrices rojas, estas tienen un apetito saludable y se reproducen rápidamente (Lombricultura y compostaje, 2016). Espolvorear la superficie con agua, debe tener la humedad de una esponja exprimida. Después de tres a seis meses habrá una cantidad suficiente de lombrices en el contenedor, ahora es el momento de cultivarla.

Es importante recolectar el agua (fertilizante líquido o lixiviado), producida por regar las lombrices. Se coloca una cubeta debajo del contenedor de compostaje y de esa forma se recolecta, de lo contrario, el suelo debajo del contenedor se volverá demasiado fértil.

## MÉTODOS

Para la realización de la lombricomposta se utilizó una caja de vidrio (altura: 60 cm, largo: 50 cm y ancho: 20 cm), un trozo de manguera de 20 cm, estiércol de chiva recolectado de una granja local, lombriz roja donada por CIRENA (Centro de Investigación para los Recursos Naturales), residuos de verdura y comida, agua y una tina galvanizada pequeña. La lombricomposta se instaló dentro del salón de clases de la USAER.

Después se construyó un orificio en la parte de abajo, conectando una manguera pequeña para que saliera el agua transformada en lixiviado. Enseguida los alumnos se trasladaron a una granja a recolectar el estiércol de chiva para colocarlo dentro de la caja. Hubo apoyo por parte de las familias, teniendo participación en este proceso; después sembraron lombrices, las cuales observaron superando el temor que tenían de tomarlas con su mano. Finalmente, la regaron por cinco días y le pusieron residuos orgánicos de cáscaras de verdura.

La lombricomposta se regó logrando la humedad recomendada. Se agregaron cáscaras de verdura y comida para alimentar las lombrices y se recolectó el lixiviado para nutrir las plantas al regarlas. En un tiempo de cuatro a ocho semanas estuvo lista para poder utilizarla en plantas de chile.



Imagen 1 Recolección de estiércol



2. Recolección de lombrices



Imagen 1 Recolección de estiércol



Imagen 4. Las familias se involucraron



Imagen 5. Cuidado y alimentación de lombrices



Imagen 6. Chiles producto de las plantas



Imagen 7. Recolección de lixiviado

## RESULTADOS

Se llevó a cabo el compostaje, las lombrices comenzaron su proceso y los residuos se desintegraron conforme pasaron las semanas. Al regar la lombricomposta se conservó la humedad, siendo un factor importante para mantenerlas vivas. Como resultado se obtuvo el humus y el lixiviado para fertilizar las plantas de Chile.

En este proceso se interesaron las familias de los alumnos, se involucraron llevando a cabo el cultivo de una planta en su hogar utilizando el humus y el lixiviado de la lombricomposta; cosecharon frutos para el consumo, utilizados en la preparación de alimentos en su hogar.

## CONCLUSIONES

Al finalizar este proyecto constataron los beneficios que se obtienen al realizar una lombricomposta. Si todos se dieran a la tarea de tener una en casa, se lograría dar un gran paso para el mejoramiento del medio ambiente, producción de productos agrícolas para consumo humano, mejoramiento de la tierra, la economía familiar, la calidad de la alimentación, etc. Además, se utilizan materiales sencillos y que la mayoría tiene a la mano. Se ha realizado una invitación a realizar este compostaje a toda la comunidad, para reutilizar los residuos y utilizarlos en algo más provechoso.

## REFERENCIAS

Hacer tu propio sistema de composta de lombrices.

<https://es.wikihow.com/hacer-tu-propio-sistema-de-composta-de-lombrices>.

Proyecto de Lombricomposta.

<https://agroproyectos.org/proyecto-de-lombricomposta/>

Taller de Lombricomposta.

<https://ibero.mx/web/filesd/publicaciones/taller-de-lombricomposta.pdf>

Lombricultura.

<https://encolombia.com/medioambiente/interés-a/lombricultura/>

Lombricultura.

<https://www.incap.int/es/Lombricultura>

Taller de Lombricompostaje.

<https://www.cole.mx/ecoparque/wp-content/uploads/2022/03/Taller-de-lombricompostaje-1.pdf>

# SE: STEM EN MI ESCUELA

Contreras-Guel, Kenia Abigail  
Juárez -Mata, Diane Evelyn  
Ojeda-Vega, Verónica Leticia

Escuela Primaria Pública "Julián Carrillo"  
San Luis Potosí.

Nivel Pandillas Científicas Kids  
Área: Sociales y Humanidades.

## RESUMEN

*La forma más efectiva de dar cumplimiento a los objetivos de desarrollo sostenible del 2030 se encuentra en la educación; sin embargo, existe un problema mundial de pobreza de aprendizaje agudizada por la pandemia. Donde 7 de cada 10 niños, según estimaciones, no pueden leer un texto simple. Se decide investigar el efecto en el aprendizaje al aplicar STEM en niños de una primaria pública. Debido a que la UNESCO la considera como la mejor apuesta en educación. Se aplica una investigación exploratoria, aplicada-mixta, cuasi-experimental por dos años, en alumnos de primaria, de forma voluntaria, a 550 alumnos de todos los grados de manera conjunta. Aplicando STEM con énfasis en resolver problemas reales por medio de la investigación por indagación, conformando una comunidad de aprendizaje en diversos proyectos hasta el pensamiento computacional. Cuyos resultados afectaron el aprendizaje, según MEJOREDU con base en un antes y después en 11% en lectura y 5.3% en matemáticas, pero en comparación a los que no se les aplicó STEM en un 17% en lectura y 13% en matemáticas; además de contar con impacto en concursos nacionales STEM. Lo anterior ha sido poco aplicado y en especial evaluado en Latinoamérica, esencialmente casi nulo en el nivel primaria.*

*Palabras claves: STEM, Ciencia, Tecnología, ingeniería, matemática, innovación, educación.*

## ABSTRACT

*The most effective way to comply with the 2030 sustainable development goals is found in education; however, there is a global problem of learning poverty exacerbated by the pandemic. Where 7 out of 10 children according to estimates cannot read a simple text. It is decided to investigate the effect on learning when applying STEM in children of a public elementary school. Because UNESCO considers it as the best bet in education. An exploratory, applied-mixed research is applied for two years, in primary school students on a voluntary basis to 550 students of all grades jointly. Applying STEM with an emphasis on solving real problems through inquiry research, forming a learning community in various projects up to computational thinking. Whose results affected learning according to BESTEDU based on a before and after in 11% in reading and 5.3% in mathematics, but compared to those who did not apply STEM in 17% in reading and 13% in mathematics; in addition to having an impact on national STEM contests. The foregoing has been little applied and especially evaluated in Latin America, essentially almost null in primary school.*

## INTRODUCCIÓN

Es urgente actuar para salvar el planeta, lo cual corresponde a los ODS 2030. Lo anterior es posible por medio del ODS 4 Educación de calidad, pero hoy se encuentra en crisis. La UNESCO nos indica cambiar los enfoques en las escuelas y apostar por STEM especialmente en primaria. Esta investigación aplicó STEM durante el periodo de pandemia en una escuela primaria pública, con la finalidad de determinar su efecto en el aprendizaje; para beneficiar el aprendizaje precario en una primaria marginal económicamente; con recursos mínimos como en muchas escuelas de México. STEM ha sido aplicado en escuelas de éxito en el mundo, el Ministerio de Educación de Corea, aplicó en el 2010 en escuelas primarias y secundarias STEM como modelo 4C (colaboración, comunicación, creatividad y convergencia). La UNESCO determina que existe una cantidad limitada de investigación en este tema.

Hoy más que nunca se encuentran en peligro la supervivencia, los derechos humanos y el mundo; es momento de actuar en forma diferente. La clave para dar respuesta a lo anterior, sin duda alguna radica en gran peso en la educación, por lo cual es urgente brindar un nuevo contrato social a la educación en el mundo. Por lo que debemos plantearnos: ¿qué se debe seguir haciendo?, ¿qué se debe dejar de hacer? ¿Qué se debe reinventar completamente? (UNESCO,2022). La pandemia afectó a 1600 millones de estudiantes en el mundo por cierre de escuelas, por lo que todos debemos participar en renovar la educación como algo público, y de bien común, primordialmente en cinco dimensiones: pedagogía, enseñanza, planes de estudio, social y cultural; con el fin de desarrollar nuevas capacidades. Los docentes y alumnos deben formar una comunidad de investigadores y constructores del saber (UNESCO,2022). Los países con más estudios en este tema son: EE. UU., Australia y países asiáticos; sin embargo, ellos se centran en estudios de habilidades, pero no en sus resultados, con poca presencia en primaria, sin modelos teóricos en Iberoamérica (Ortíz Revilla Jairo, Sanz Camarerna Raquel, Greca Dufranmc Ileana, 2021).

En promedio, en el mundo los sistemas educativos estuvieron completamente cerrados por escolarización presencial 141 días, en América Latina fue de 273 a 225 días. Lo cual ha sido un factor probable de incremento en el problema mundial de la catástrofe del aprendizaje. Se estima que siete de cada 10 niños en el mundo podrían sufrir pobreza de aprendizaje en países de bajos y medianos ingresos. El concepto de pobreza de aprendizaje consiste en que niños de 10 años no pueden leer y comprender un texto simple, lo anterior con base en los indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 4 (UNESCO,2022). En cuanto al caso de México no existe información suficiente, se estima con base en una investigación parcial que aumentó la pobreza de aprendizaje por la pandemia en un 25.7% a 15.4% en lectura y de 29.8% a 28.8% en aritmética (Hevia, Vergara, Velásquez, Calderón, 2021). En el caso de San Luis Potosí, encontramos que según informes del rector de la Universidad Autónoma, el promedio de los aspirantes a ingreso fue de 4.7 por ciclo escolar 2022, en comparación al del 2021 (Xochiquetzal, 2022).

En el caso de la escuela Julián Carrillo existe problema similar a lo expuesto, por lo cual surge la cuestión: ¿Qué efectos tiene aplicar STEM en el aprendizaje en una escuela primaria pública?

#### Hipótesis

Al aplicar STEM afecta el aprendizaje en una escuela primaria pública.

#### Objetivo General

Determinar los efectos al aplicar STEM en el aprendizaje en una escuela primaria pública.

#### Objetivos Particulares

Aplicar y desarrollar un proceso STEM en el aprendizaje en una escuela primaria pública. Medir y comparar el efecto en el aprendizaje STEM en una escuela primaria pública. Participar en competencias STEM como medición externa de su efecto en el aprendizaje en una escuela primaria pública.

## MARCO TEÓRICO

Reimaginar juntos la educación, debe partir de un aprendizaje colaborativo, interdisciplinario, orientado a resolver problemas. La escuela debe transformarse en una plataforma de cooperación, cuidado y cambio; con nuevos paradigmas de complejidad del conocimiento, priorizando el cambio climático, la investigación científica y los derechos humanos (UNESCO, 2022). Existe una tendencia mundial en relación con la inclusión en los planes y programas educativos curriculares y extracurriculares por la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas de manera interdisciplinaria, con un enfoque vivencial en el cual se forman las habilidades clave del siglo XXI, como resolver problemas, reunir evidencia, hacer uso efectivo de la información para innovar y el logro del desarrollo sostenible y el bienestar social que es el modelo de enseñanza aprendizaje STEM.

En México falta una visión sistémica STEM en la transformación escolar que se integre al currículo, metodologías de enseñanza, equipamiento e infraestructura de la educación. Sus ejes estratégicos son: la agenda 2030, innovación y emprendimiento, desarrollo de habilidades de la 4° revolución industrial e inclusión. Las competencias que se desarrollan son pensamiento crítico, resolución de problemas, creatividad, comunicación, colaboración, alfabetización de datos, digital y ciencias de la computación (Movimiento STEM; 2019). En tiempos de crisis, la educación STEM es una apuesta para el futuro, especialmente en nivel básico es una herramienta que disminuye la brecha de género (UNESCO, 2020). Según investigaciones, la educación en las aulas del mundo, con más éxito, cuentan con una tendencia STEM en una línea *maker* y del pensamiento computacional, Anneli Rautiainen directora de EDUFI en Finlandia, considera que las escuelas no pueden funcionar sin programación ni STEM (*Google for education*, 2022).

El término STEM es polisémico, por lo cual es complejo definirlo. Es una línea emergente de investigación, especialmente en América Latina, es muy baja; así como su análisis más profundo de sus implicaciones (Vargas Sánchez, Darwin, Leonardo, García - Martínez, Álvaro, 2021). En el 2014, la *National Research Council*, determinó que hay poca investigación STEM en cuanto a su rendimiento en el aprendizaje de los alumnos (Radu Bogdan Toma, García Carmona Antonio, 2021). Existe mayor presencia de STEM en secundaria en relación con la primaria. En cuanto a las investigaciones, STEM imperan más resultados empíricos (Ortíz Revilla Jairo, Sanz Camarerna Raquel, Greca Dufranmc Ileana, 2021).

## MÉTODOS

Es una investigación aplicada, exploratoria de tipo mixta, en la escuela primaria pública "Julián Carrillo", del municipio de Soledad de Graciano Sánchez en un contexto muy precario económicamente, con una población de 550 alumnos. Durante los ciclos escolares 2020-2021 y 2021-2022, tanto en aprendizaje virtual como presencial, con base en lo indicado por la Secretaría de Educación Pública. La aplicación de aprendizaje STEM se realiza de forma voluntaria en todos los grados escolares, usando como medio de difusión y comunicación elemental un grupo cerrado de *Facebook*. Se parte de conformar una comunidad con base en la investigación por indagación como medio de aprendizaje transversal, con el fin de dar solución a los problemas que se comparten en común con base en los Objetivos de Desarrollo Sostenible del 2030.

El proceso parte de dos fases esenciales:

- 1.- Se despega con la participación de la escuela de proyectos internacionales STEM; es decir, se nota en patrones ya establecidos por otros países con enfoque en el contexto propio de la escuela, pero donde se permitió el encuentro de conocimiento hasta con 40 países con escuelas de diversos niveles educativos. Posteriormente, se realizan proyectos con diseño propio, con participación de algunas escuelas de diferentes países, los cuales se enfocan en resolver problemas principalmente relacionados con temas de la pandemia que afectan a la población estudiantil (emociones, duelo, salud).
- 2.- Con base en los resultados obtenidos por los alumnos en dichos proyectos, algunas instituciones privadas realizan muy pequeñas donaciones para ampliar la incursión STEM en la dimensión del pensamiento computacional.

En esta fase se explora en un grupo de alumnos, al no contar con conocimientos se parte de la investigación por indagación que sigue el siguiente proceso:

- a) Por estar en periodo virtual, lego-virtuales. b) Plataforma de *Scratch*.
- c) plataforma virtual de *Open Roberta*. d) Finalmente el uso del *Spike Premium Lego*.
- e) Material de *Kitco*. f) Primeras construcciones con *Arduino* virtual en *Tinkercard*.

Durante el primer ciclo escolar no fue posible medir el aprendizaje, participaron alumnos de todos los grados; pero solamente casi en su totalidad los alumnos de primer grado.

En segundo ciclo escolar se aplica un cuasiexperimento pre/post, cuya variable dependiente es el aprendizaje y la independiente STEM. Se señala que hay alumnos STEM en todos los grados, pero solamente ahora los de segundos grados siguen trabajando casi en su totalidad con STEM, por lo cual se convierten en un grupo experimental. La validez de la medición se basa en el uso del estándar nacional MEJOREDU tanto en sus reactivos, como el resultado de su evaluación estadística, que se genera de manera automática de acuerdo con el sistema que se aplica a nivel nacional en México para todas sus escuelas públicas. Además de participar durante los dos ciclos en la evaluación externa de la competencia *Firts Lego C Challenge* de México, con alumnos de 10 a 16 años, en este caso los alumnos de la escuela eran de 10 años.



Figura 1. Grupo experimental



Figura 2. Comparación entre grupo experimental y de control.

## RESULTADOS

1.- Los alumnos formaron parte en el proyecto internacional STEM “La felicidad humana”, a cargo de la India, donde participaron escuelas de 40 países con 3,496 alumnos. Proyecto internacional STEM “NASA SPARX”, respecto al aprendizaje de la Misión Artemis, con países de Latinoamérica. Con proyectos propios se generó: a) “Red de Activación STEM”, con el fin de dar respuesta a problemas de salud por falta de activación física, primer lugar regional como proyecto Innovador en la *First Lego Challenge*, del 2021. b) “Proyecto de economía circular”, con el cual la escuela pudo hacer frente a la falta de dinero para cubrir sus servicios básicos por medio de la recolección de *pet* para vender y generar ingresos y las energías renovables. c).- Proyecto ¿Qué onda con el Día de Muertos en México?, el cual tenía el fin de recuperar aprendizajes esperados. nuestra cultura y el proceso de la muerte en el proceso del duelo.

2.- Resultados con base en el sistema nacional de MEJOREDU.

3.- *First Lego Challenge* 20-21, se logra el cuarto lugar regional y el lugar 33° en el nacional de 320 equipos participantes. En la competencia del 21-22 se logró el segundo lugar regional y primer lugar en *Core Values*, así como el avance en la posición 27 de la final nacional; cabe destacar que esta competencia en su mayoría son escuelas secundarias y bachilleratos, especialmente de escuelas privadas.

Se comprueba la hipótesis del efecto en el aprendizaje por medio de STEM en una escuela primaria pública de México; incrementando el aprendizaje de acuerdo con lo estipulado por MEJOREDU. Aunque la medición no se pudo aplicar desde el primer ciclo escolar, lo que puede ser el factor en donde no se observe una diferencia mayor entre el antes y después (ese grado inició con STEM). Niños de primer grado lograron consolidar su proceso de lectoescritura con STEM en virtualidad. Además, que existen niños con STEM dentro de los grupos de control en todos los grados que no pudieron controlarse, existe una marcada diferencia en el experimental.

El propósito de este estudio fue demostrar la eficacia y eficiencia de STEM en comparación a lo que ya se aplica en las escuelas primarias públicas de México, además de todas las bondades que encontramos en las actuales investigaciones, este aporte demuestra su efecto en lo marcado por la SEP. Se pretende resaltar la urgencia de actuar en la escuela y de realizar investigaciones aplicadas con impacto real en muchos niños.

## CONCLUSIONES

STEM, afecta el aprendizaje en una escuela primaria pública, con base en lo evaluado con MEJOREDU. Comparando dicho incremento en lectura de 69.2% de segundo grado contra 52.1% de sexto; en matemáticas de 58.8%, de segundo grado contra 45.13% de tercer grado en un cuasi experimento. Sin embargo, lo que realmente se logró fue conformar una comunidad de aprendizaje sin fronteras de grados, sin límites de espacio y tiempo, que encontró su identidad dentro de las redes STEM por el mundo.

## REFERENCIAS

UNESCO International Commission on the Futures of Education. (2022). Reimaginar juntos nuestros futuros: un nuevo contrato social para la educación. París: UNESCO. Google for education. (15 de Agosto de 2022).

Google for education. Obtenido de Google for education: [https://services.google.com/fh/files/misc/future\\_of\\_the\\_classroom\\_global\\_report\\_spanish\\_es.pdf?utm\\_source=web&utm\\_medium=campaign&utm\\_campaign=FY19-Q2-global-demandgen-website-otherfutureoftheclassroom](https://services.google.com/fh/files/misc/future_of_the_classroom_global_report_spanish_es.pdf?utm_source=web&utm_medium=campaign&utm_campaign=FY19-Q2-global-demandgen-website-otherfutureoftheclassroom) 21 Sur 1103 Col. Santiago C.P. 72160 Tel. (222) 2299400 Ext. 7595 Puebla, Puebla.

Hevia Felipe, Vergara Samana, Velásquez Anabel, Calderón David. (2021). Estimation of the fundamental learning loss and learning poverty related to COVID-19 pandemic in Mexico. *International Journal of Educational Development*, 9.

Kim Jinsoo, Hee Kim Bang. (2016). Desarrollo y Validación de Indicadores de Evaluación de Educación STEAM en Corea. Universidad Nacional de Educación de Corea, REPÚBLICA DE COREA, 10.12973/eurasia.2016.1537a.

Movimiento STEM. (2019). Visión STEM para México. México: Movimiento STEM.

Ortíz Revilla Jairo, Sanz Camarerna Raquel, Greca Dufranmc Ileana. (2021). Una mirada crítica a los modelos teóricos sobre educación STEAM integrada. *Revista Iberoamericana de Educación*, 13-33.

Radu Bogdan Toma, García-Carmona Antonio. (2021). De STEM nos gusta todo menos STEM". *Análisis crítico de una tendencia educativa de moda. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, Vol. 39, n.º 1, pp. 65-80.

Roig-Vila Rosabel, Moreno-Isac Víctor. (2020). El pensamiento computacional en Educación. *Análisis bibliométrico y temático. Revista de educación a distancia*, Vol. 20 Núm. 63.

UNESCO. (20 de diciembre de 2020). UNESCO. Obtenido de UNESCO: <https://www.unesco.org/es/articles/educacionen-stem-en-tiempos-de-crisis-una-apuesta-alfuturo>

UNESCO, Banco Mundial, Unicef, FCDOUSAID, BMGF, FBGM. (2022). *The State of Global Learning Poverty: 2022 Update*. UNESCO.

UNESCO-IBE. (2019). *Explorando las competencias STEM*. UNESCO.

Vargas Sánchez Darwin Leonardo, García - Martínez Álvaro. (2021).

EDUCACIÓN STEM, UN CAMPO DE INVESTIGACIÓN EMERGENTE: *iecin*, 195 – 219

Xochiquetzal, R. (31 de agosto de 2022). *El universal*. San Luis. Obtiene 4.7 de promedio en examen de admisión los más de 15 mil aspirantes a la UASLP.

# VISTA ROBÓTICA

Moya-Ramos, Claudio Tristán  
Pantoja-Villavicencio, Mateo  
Mancilla-Canseco, María Cristina

Colegio Baden Powell  
Estado de México

Pandillas Juvenil  
Área: Computación y Software

## RESUMEN

*Rompiendo barreras: “La realidad de personas con discapacidad visual”. Este artículo explora la vida y las experiencias de personas con discapacidad visual, arrojando luz sobre las barreras que enfrentan y cómo las superan con valentía y determinación. Se presenta una visión comprensiva de los desafíos cotidianos, como la movilidad de las personas ciegas o con discapacidad visual, que enfrentan en su día a día. Se considera que existe una discapacidad cuando los ojos tienen una fuerte disminución de la capacidad de ver y distinguir objetos; incluso cuando se utilizan lentes u otros accesorios para su mejoramiento. El proyecto destaca el papel crucial de la tecnología y la accesibilidad en la mejora de la calidad de vida de estas personas. El objetivo es demostrar que con robots con sensores ultrasónicos e infrarrojos simulan la detección de obstáculos. Se diseñó un prototipo con un bastón adaptando una placa Arduino Uno, para ayudar a personas con discapacidad visual, el cual manda una señal sonora informando sobre el obstáculo cercano y así entonces poder ayudar a las personas que tienen dicha discapacidad visual. El prototipo está en la fase 4, contiene los componentes adecuados y un diseño específico para adaptarse a las necesidades del usuario.*

*Palabras clave: Sensores; Prototipo; Programación; Ceguera; Robot*

## ABSTRACT

*Breaking barriers: “The reality of people with visual disabilities.” This article explores the lives and experiences of people with visual impairments, shedding light on the barriers they face and how they overcome them with courage and determination. It presents a comprehensive view of the daily mobility challenges that blind or visually impaired people face in their daily lives. A disability is considered to exist when the eyes have a strong decrease in the ability to see and distinguish objects; even when lenses or other accessories are used for its improvement. The project highlights the crucial role of technology and accessibility in improving the quality of life of these people. The objective is to demonstrate that robots with ultrasonic and infrared sensors simulate the detection of obstacles. A prototype was designed with a cane by adapting an Arduino Uno board, to help people with visual disabilities, which sends a sound signal informing about the nearby obstacle and thus can help people who have a visual disability. The prototype is in phase 4, it contains the appropriate components and a specific design to adapt to the user’s needs.*

*Keywords: Sensors; Prototype; Programming; Blindness; Robot*

## INTRODUCCIÓN

La palabra ciego procede del latín “caecus” que significa “oscuro” o “carente de luz”. El concepto se aplica a una persona o animal que no puede ver, por haber perdido el sentido de la vista. Se puede ser ciego desde el nacimiento, o posteriormente. La ceguera puede ser total o parcial.

Las personas con discapacidad visual implican un reto de empatía para quienes vivimos con ellos o al encontrarlos en nuestra vida cotidiana. Las discapacidades son limitantes en ciertos aspectos, quienes sufren esta discapacidad pueden ajustar sus actividades cotidianas y seguir siendo personas funcionales, por esta razón es que nos animamos a ayudar a estas personas. El bastón detector de obstáculos puede ser de gran ayuda para las personas con discapacidad visual y con el uso de este dispositivo nos daremos cuenta de que puede ser de gran apoyo para su vida diaria.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), se estima que en el mundo existen más de 253 millones de personas con diferentes padecimientos de la vista. ¿Será posible con ayuda de la tecnología lograr que con sensores ultrasónicos faciliten el tránsito de personas con discapacidad visual total o parcial a desenvolverse en el mundo que las rodea?

Para conocer la funcionalidad de un sensor ultrasónico armamos y programamos un robot con LEGO® MINDSTORMS® EV3 y vimos el funcionamiento de los sensores ultrasónicos, con el robot MOWAY se programaron los sensores infrarrojos y así demostramos con estos dos robots la simulación de cómo podría transitar y detectar obstáculos una persona con deficiencia visual.

Algunas de las limitaciones de los sensores ultrasónicos es que utilizan ondas sonoras para detectar objetos. Los objetos blandos o que absorben el sonido, como cortinas, pueden no reflejar suficientemente las ondas ultrasónicas para que el sensor los detecte. Los sensores ultrasónicos pueden ser susceptibles a la interferencia de otros sonidos en el entorno, como ruidos de tráfico, voces humanas u otros dispositivos que utilicen ultrasonido, pero también tienen muchas ventajas, ya que pueden proporcionar mediciones casi instantáneas de distancia, lo que los hace adecuados para aplicaciones en tiempo real. Son fáciles de conectar y se utilizan con microcontroladores como *Arduino*, lo que facilita su integración en proyectos electrónicos y en general, los sensores ultrasónicos no consumen mucha energía, lo que los hace adecuados para aplicaciones alimentadas por batería.

El objetivo general del proyecto fue armar un prototipo con *Arduino UNO* y adaptarlo a un bastón para que sea utilizado por personas con discapacidad visual y así poder ayudarlos en su andar cotidiano. Se logró armar y programar un prototipo con *Mini-Arduino* que se adaptó a un bastón para ciegos que tiene un sensor ultrasónico, el cual al

detectar el obstáculo a una distancia de un metro emite un sonido, vibra y enciende un *led* cuando detecte los obstáculos, entonces sabemos que podremos ayudar a las personas con deficiencia visual. El objetivo principal de esta investigación fue diseñar, desarrollar y evaluar un bastón inteligente para personas ciegas basado en *Arduino Uno*, que utiliza sensores ultrasónicos para detectar obstáculos y proporcionar retroalimentación al usuario de manera efectiva y segura.

También hay que resaltar la importancia de la sensibilización y la inclusión en la sociedad. Se ha demostrado que las limitaciones impuestas por la discapacidad no deben definir su potencial. En última instancia, promover una sociedad inclusiva y accesible para todas las personas, independientemente de su capacidad visual, y ofrecer un vistazo esperanzador a un futuro en el que las personas con discapacidad visual puedan vivir plenamente y contribuir activamente a la comunidad en igualdad de condiciones.

## MARCO TEÓRICO

La discapacidad visual es una condición que afecta a millones de personas en todo el mundo, limitando su movilidad y autonomía. Para mejorar la calidad de vida de las personas ciegas o con discapacidad visual, se han desarrollado diferentes tecnologías de asistencia, y una de ellas es la creación de bastones inteligentes que utilizan sensores y microcontroladores para detectar obstáculos y facilitar la movilidad independiente. En este contexto, se propone investigar y desarrollar un bastón inteligente basado en *Arduino Uno*.

La ceguera es considerada por organismos internacionales como la segunda discapacidad más inhabilitante (Contacto Braille A.C. Discapacidad Visual con Dignidad. [en línea] [Consulta: mayo 2012]). La gran mayoría de las personas coinciden en señalar que de los cinco sentidos con que contamos los seres humanos, la vista es la más traumática de las pérdidas que pueda experimentarse (Revista Digital Universitaria ISSN: 1607 - 6079).

Laura Poy Solano publica en el periódico (*La Jornada*, 2005) un artículo titulado “La ceguera es la segunda causa de discapacidad en México: (INEGI); que revela que el 51.7% (242,000) de la población con discapacidad visual de 6 a 29 años de edad no asiste a la escuela, mientras que 32.2% del total de las personas ciegas o débiles visuales en México es analfabeta, y que las PcDV que cuentan con un empleo perciben menos de un salario mínimo. Ante la perspectiva dada en esta estadística, se considera relevante analizar las formas y áreas donde las PcDV puedan insertarse, desarrollándose con autonomía y/o con productividad. Este marco teórico proporciona una base sólida para la investigación y desarrollo de un bastón inteligente para personas ciegas con *Arduino Uno*, estableciendo los fundamentos conceptuales y tecnológicos necesarios para el proyecto.

## MÉTODOS

Los bastones para personas ciegas son herramientas esenciales para la movilidad independiente. Tradicionalmente, se utilizan bastones largos para detectar obstáculos en el camino, pero estos no proporcionan información detallada sobre la ubicación y la distancia de los obstáculos. Primero, se identificó y comprendió a fondo las necesidades y desafíos específicos de las personas con discapacidad visual en relación con la movilidad y la seguridad. ¿Qué obstáculos enfrentan al navegar por diferentes entornos? Se investigó sobre desarrollos previos relacionados con bastones para ciegos, sensores ultrasónicos y tecnologías de asistencia visual. Se establecieron objetivos claros y específicos para la investigación. ¿Qué queremos lograr con el desarrollo de un bastón con sensores ultrasónicos? Se definieron las especificaciones técnicas para el bastón, incluyendo el tipo de sensores ultrasónicos a utilizar y la distancia de detección, se crea un prototipo funcional del bastón que incorpora los sensores ultrasónicos y se desarrolla el *software* necesario para la detección de obstáculos y la retroalimentación al usuario. Al realizar pruebas exhaustivas del bastón en entornos realistas y con personas con discapacidad visual para evaluar su efectividad y usabilidad, se recopilaron datos sobre la precisión de detección, la velocidad de reacción y la satisfacción del usuario. Con base en los resultados de las pruebas se realizaron mejoras en el diseño y la funcionalidad del bastón, considerando la retroalimentación de los usuarios para ajustar el prototipo. Si la investigación y pruebas dan como resultado un producto viable, se considerará la implementación y comercialización del bastón en colaboración con organizaciones o empresas que trabajan en tecnologías de asistencia.

## RESULTADOS

Sí, es totalmente posible utilizar la tecnología, como los sensores ultrasónicos, para facilitar el tránsito de personas con discapacidad visual total o parcial en su entorno. Con la ayuda del bastón "Vista Robótica", se lograron los siguientes objetivos: Detección de obstáculos: Los sensores ultrasónicos detectaron objetos y obstáculos cercanos, como paredes, puertas, muebles y personas. Esta información se transmite al usuario a través de señales auditivas y vibraciones, lo que permite a las personas con discapacidad visual navegar y evitar colisiones. Durante las pruebas realizadas en las fases del prototipo tuvimos los siguientes resultados:

*Fase 1:* El sensor ultrasónico utilizado en el robot LEGO EV3 es un sensor que utiliza ondas ultrasónicas para detectar obstáculos en su entorno, cuando las ondas ultrasónicas encuentran un objeto en su camino, rebotan en ese objeto y regresan al sensor como un eco. La velocidad de propagación del sonido en el aire es constante, por lo que el sensor puede calcular la distancia al objeto midiendo el tiempo que tarda en recibir el eco. Los datos de distancia medidos se pueden utilizar en el programa del robot LEGO EV3 para tomar decisiones, como detenerse, cambiar de dirección o realizar otras acciones en función de la proximidad de los obstáculos. Por lo tanto, nos dimos cuenta de que utilizar sensores ultrasónicos era una excelente alternativa para nuestro prototipo.

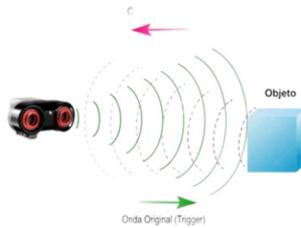


Figura 1. Funcionamiento sensor ultrasónico. Fuente: LEGO.

Fase 2: En esta fase se hicieron pruebas con el robot Moway que utiliza sensores infrarrojos para detectar obstáculos en su entorno, está equipado con emisores que emiten haces de luz infrarroja hacia adelante y hacia los lados. Cuando estos haces de luz infrarroja encuentran un objeto en su camino, parte de la luz infrarroja es reflejada por la superficie del objeto. Estos sensores miden la intensidad de la luz reflejada por los objetos cercanos; cuanto mayor sea la intensidad de la luz reflejada, más cerca estará el objeto del sensor. Cuando se detecta un obstáculo, el robot Moway puede tomar diversas acciones, como detenerse, cambiar de dirección, evitar el obstáculo o realizar cualquier otra acción programada en su programa de control. Con este robot se determinó que utilizar este tipo de sensores es fundamental para que el robot Moway pueda moverse de manera autónoma y evitar obstáculos en su entorno. Son especialmente útiles en aplicaciones de robótica móvil en las que se requiere una navegación autónoma y una interacción con el entorno, como la exploración de espacios desconocidos o la evitación de obstáculos en un ambiente controlado.

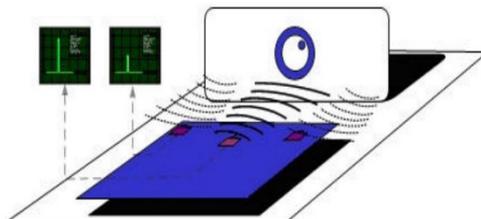


Figura 2. Funcionamiento sensor infrarrojo. Fuente: Moway



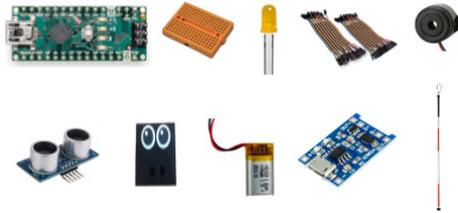


Figura 4: Elementos para armar prototipo mejorado

Es importante destacar que la tecnología sigue avanzando y se continuarán realizando investigaciones para mejorar la precisión y la eficacia del prototipo de vista robótica para mejorar la independencia y la calidad de vida de las personas con discapacidad visual. La tecnología es una herramienta poderosa para empoderar a las personas con discapacidad visual y ayudarles a desenvolverse de manera más efectiva en el mundo que las rodea. Estamos evaluando si el prototipo podría servir como base para desarrollar futuras versiones mejoradas o ser parte de un sistema más completo de asistencia tecnológica para personas con discapacidad visual y poder comercializarlo.

## DISCUSIÓN

El prototipo de bastón con un *Arduino Nano* diseñado para personas con discapacidad visual es capaz de detectar obstáculos con precisión y proporcionar retroalimentación adecuada al usuario, esto es una conclusión positiva. Si el cambio a un *Arduino Nano* ha permitido reducir el tamaño y el peso del bastón, esto puede considerarse una ventaja en términos de portabilidad y comodidad para el usuario. Consume menos energía que en prototipos anteriores, esto puede prolongar la vida útil de la batería, lo que es beneficioso para el usuario. Si el prototipo muestra un potencial significativo para mejorar la movilidad y la seguridad de las personas con discapacidad visual, esto podría tener un impacto social positivo al aumentar su independencia y calidad de vida. Estas conclusiones guían el desarrollo futuro del bastón y ayudan a identificar áreas de mejora para cumplir con las necesidades de las personas con discapacidad visual de manera efectiva.

## REFERENCIAS

Editorial Etecé. (2020). Robótica - Concepto, historia, tipos, beneficios y características. <https://concepto.de/robotica/>

Arduino para niños Descubre cómo enseñar Arduino a niños. (2021, agosto 3). Maletinelectrolab; Electrolab. <https://maletinelectrolab.com/arduino-para-ninos/>

Programación por bloques para niños Enseñando a programar. (2021, agosto 3). Maletinelectrolab; Electrolab. <https://maletinelectrolab.com/programacion-para-ninos/programacion-por-bloques/>

Programar LEGO MINDSTORMS EV3 con Python. (s/f). Robotix.es. Recuperado el 15 de septiembre de 2023, de <https://www.robotix.es/es/python-lego-mindstorms-education-ev3>

Direct, S. (2018, julio 10). Sensores infrarrojos: ¿qué son y para qué se utilizan? Protegiendo Personas; Protegiendo Personas Securitas Direct. <https://protegiendopersonas.es/sensores-infrarrojos-que-son-y-para-que-se-utilizan/>

Gandhi, M. (2019, noviembre 27). Qué es un sensor ultrasónico y para qué sirve. AUTYCOM - AUTYCOM. <https://www.autycom.com/que-es-un-sensor-ultrasonico-y-para-que-sirve/>

Flexbot. (2019, abril 22). Cómo aprender electrónica en clase o en casa -. Flexbot. <https://www.flexbot.es/aprender-electronica/>

Discapacidad visual en México. (s/f). Com.mx. <https://www.scotiabank.com.mx/blog/soy-yo-discapacidad-visual>

## ANEXOS

```
int trigger=2;
int echo=4;
int busser = 9;
int tiempo;
int distancia;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(trigger, OUTPUT);
  pinMode(echo, INPUT);
  pinMode(busser, OUTPUT);
  pinMode(9, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(trigger, HIGH);
  digitalWrite(trigger, HIGH);

  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigger, LOW);
  tiempo = pulseIn(echo, HIGH);
  distancia = (tiempo * 0.034) / 2;

  if (distancia <= 50)
  {
    Serial.println(distancia);
    digitalWrite(9, HIGH);
    delay(500);
  }
}

else {
  Serial.println(distancia);
  digitalWrite(9, LOW);
  delay(500);
}
}
```

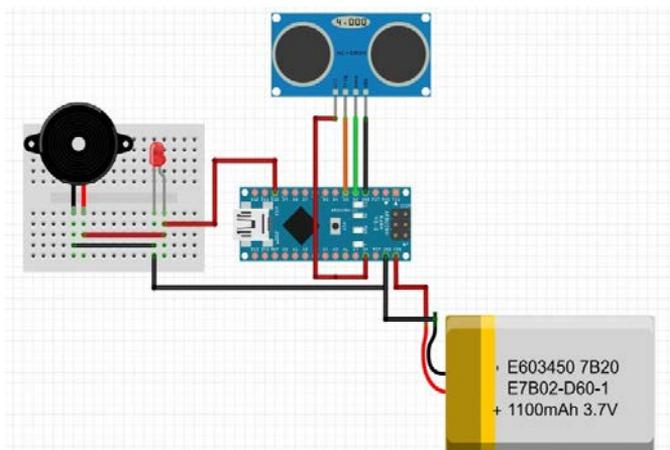
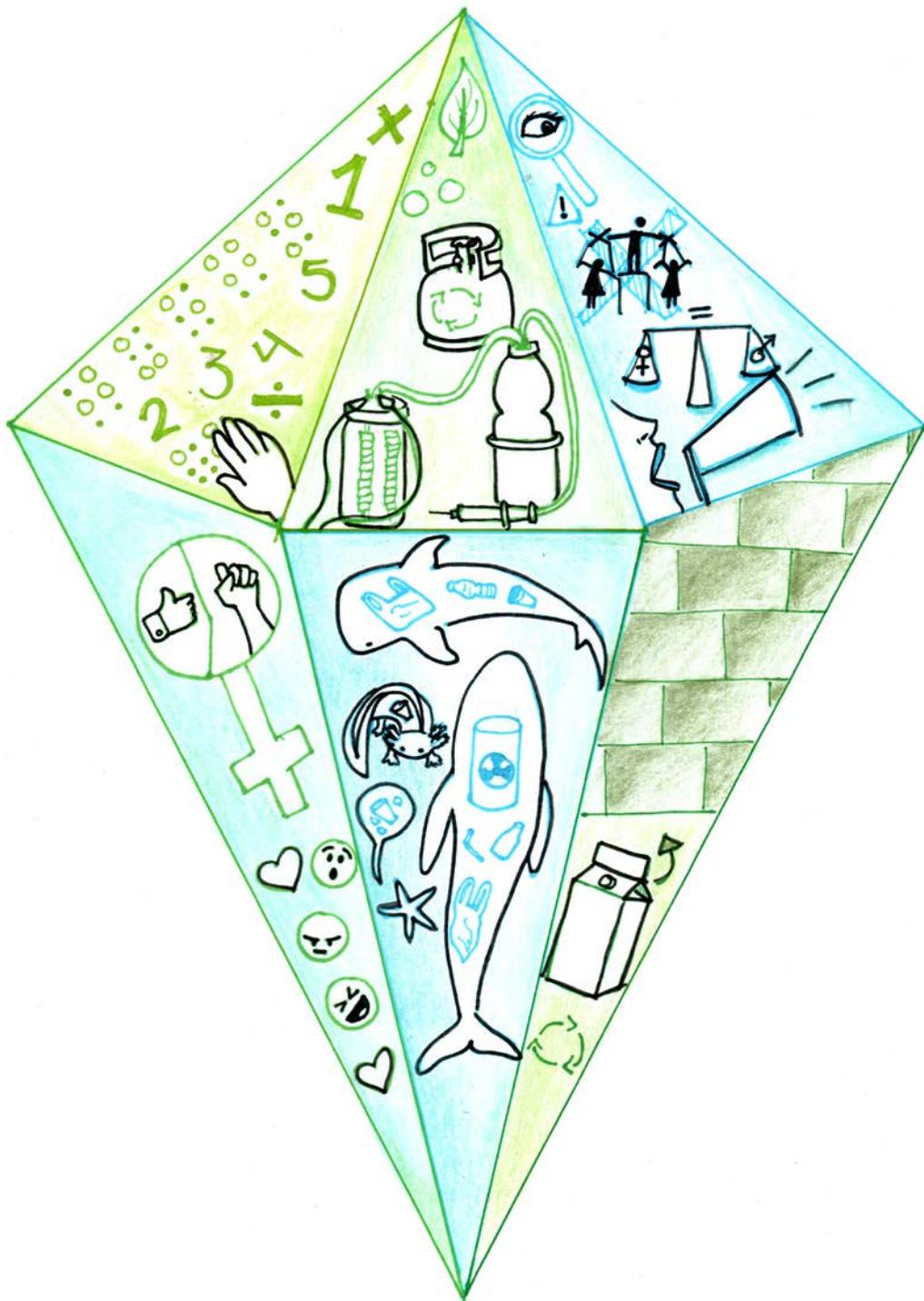


Figura 5: Código y diagrama de conexiones. Fuente: Diseño propio.

# CAPITULO 2 PANDILLA JUVENIL





# BRAI-TICAS

## NUEVA FORMA DE SENTIR LOS NÚMEROS, JUEGO PARA APRENDER MATEMÁTICAS BASADO EN EL SISTEMA BRAILLE

Reséndiz-Sánchez, Diego Emanuel  
Silva-Rodríguez, David

Secundaria 10 de Diciembre-Centro Educativo Cruz Azul A. C. Hidalgo  
Pandilla Científica Juvenil  
Área: Divulgación de la Ciencia

### RESUMEN

*“BRAI-TICAS” es un proyecto que consiste en un material didáctico el cual, a manera de juego, facilita el aprendizaje de números en Sistema Braille, de tal forma que se pueden aprender, practicar y repasar operaciones básicas de matemáticas, contribuyendo así a una mejor integración educativa-social y fomentar la educación inclusiva como una nueva forma de trabajo en el aula, además ayuda a ejercitar y fortalecer el cálculo mental. Cuando hablamos de educación inclusiva nos remitimos a temas de gran interés y relevancia no sólo en el ámbito educativo, sino también a nivel de sociedad. En una sociedad como la actual, donde el conocimiento, las tecnologías y la innovación juegan un papel crucial en la formación de los individuos, es pertinente una educación con una visión de inclusión y atención de las diversas necesidades, a partir de las cuales se logre configurar un proyecto ético de vida que contribuya al desarrollo social y económico, la sustentabilidad ambiental y la calidad de vida (Tobón, González, Nambo, y Vázquez, 2015).*

*Palabras claves: Didáctico, Braille, juego, educación inclusiva.*

### ABSTRACT

*“BRAI-TICAS” is a project that consists of didactic material which, as a game, facilitates the learning of numbers in the Braille System, in such a way that basic mathematical operations can be learned, practiced and reviewed, thus contributing to a better educational-social integration and promote inclusive education as a new way of working in the classroom, it also helps to exercise and strengthen mental calculation. When we talk about inclusive education we refer to issues of great interest and relevance not only in the educational field, but also at the level of society. In a society like the current one, where knowledge, technologies and innovation play a crucial role in the formation of individuals, an education with a vision of inclusion and attention to the various needs is pertinent, from which it is possible to achieve configure an ethical project of life that contributes to social and economic development, environmental sustainability and quality of life (Tobón, González, Nambo, and Vázquez, 2015).*

*Keywords: Didactic, Braille, game, inclusive education.*

## INTRODUCCIÓN

### ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

El proceso de aprendizaje y enseñanza de las matemáticas en las instituciones escolares, especialmente en la escuela básica -en sus tres ciclos- y en la educación secundaria, se ha convertido, durante los últimos años, en una tarea ampliamente compleja y fundamental en todos los sistemas educativos. No existe, probablemente, ninguna sociedad cuya estructura educativa carezca de planes de estudio relacionados con la educación matemática (Bishop, 1988; Mora, 2002).

Las profesoras y profesores de matemáticas y de otras áreas del conocimiento científico se encuentran con frecuencia frente a exigencias didácticas cambiantes e innovadoras, lo cual requiere una mayor atención por parte de las personas que están dedicadas a la investigación en el campo de la didáctica de la matemática y, sobre todo, al desarrollo de unidades de aprendizaje para el tratamiento de la variedad de temas dentro y fuera de la matemática.

## MARCO TEÓRICO

### ¿QUÉ ES EL BRAILLE?

El Sistema de Lenguaje Braille es el principal medio de comunicación de una persona con discapacidad visual profunda.

El sistema se basa en formar símbolos para cada letra o número combinando seis puntos. Los puntos que estén en relieve representan una letra o signo de la escritura en caracteres visuales. El tamaño y distribución de los seis puntos forman el llamado Signo Generador. Las terminaciones nerviosas de la yema del dedo captan este tamaño. Este signo sólo permite 64 combinaciones de puntos.

La Sociedad Mexicana de Oftalmología (SMO) estima que en México hay 2 millones 237 mil personas con deficiencia visual y más de 415 mil 800 personas con ceguera; asimismo, se ubica entre los 20 países con mayor número de personas afectadas por la discapacidad visual y ceguera.

La catarata, la retinopatía diabética, el edema macular diabético, el glaucoma y la retinopatía del prematuro, son las principales complicaciones visuales en la población mexicana.

La debilidad visual es una deficiencia que afecta la capacidad de las personas en su agudeza y campo visual, motilidad ocular, distinción de colores o profundidad en los objetos; la debilidad visual se puede categorizar en profunda, severa y moderada.

México se encuentra entre los 20 países con mayor número de personas afectadas por la discapacidad visual. Cerca de 2,200 millones de personas en todo el mundo, tienen una discapacidad visual desde ligera, severa o grave.

## MÉTODOS

En la siguiente figura se presenta el esquema general de trabajo para la elaboración del material didáctico.

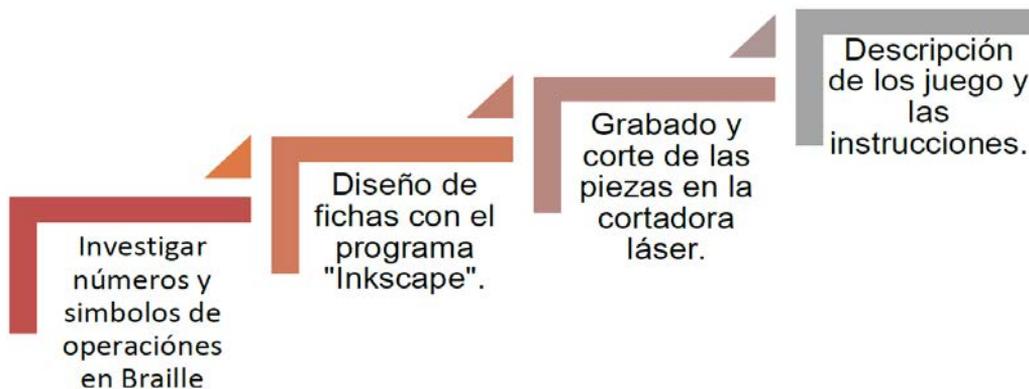


Imagen 1. Procedimiento realizado para la creación del material didáctico de BRAI-TICAS.

El diseño de las fichas, que serán la base de nuestro material didáctico, se elaboró con el programa "Inkscape", posteriormente se grabaron y se cortaron en la cortadora láser. Finalmente, las fichas se pintaron.

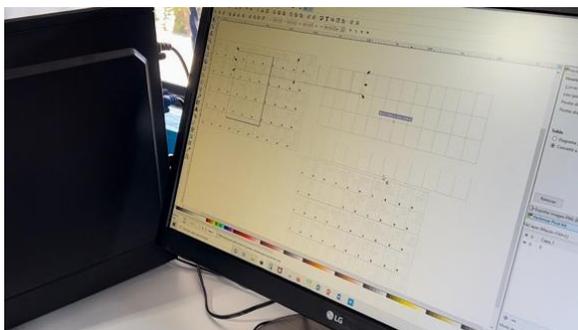


Imagen 2. Elaboración del diseño de las fichas en "Inkscape".

Fuente: Imagen propia obtenida en el proceso de investigación

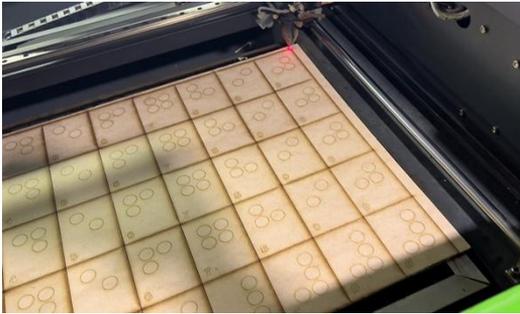


Imagen 3. Grabado y corte de las piezas del material didáctico.  
Fuente: Imagen propia obtenida en el proceso de investigación.



Imagen 4. Pintado y armado de fichas.  
Fuente: Imagen propia obtenida en el proceso de investigación.

## INSTRUCCIONES DEL JUEGO:

### Distinguir números (de una o varias cifras):

Primero se da una breve explicación de cómo se forman los dígitos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 en sistema braille.

Se tapan los ojos de la persona que va a jugar (o persona con discapacidad visual que va a jugar), se colocan las fichas con los números en Braille frente a la persona.

Se debe distinguir, a través del tacto con las manos, la mayor cantidad de números formados, pueden ser números de varias cifras.

Cada número identificado correctamente contará como 1 punto y ganará la persona con más puntos.



Imagen 5. Juego para distinguir números en Braille.  
Fuente: Imagen propia obtenida en el proceso de investigación

## Operaciones básicas de matemáticas:

En este juego, se siguen manteniendo los ojos cubiertos, y consiste en colocar frente a la persona que está jugando las fichas con alguna operación matemática simple (suma, resta, multiplicación y/o división).

La persona que logre detectar la operación (suma, resta, multiplicación y/o división), y además, logre armar el resultado correcto con las fichas, sumará 1 punto.

Ganará la persona con mayor cantidad de operaciones resueltas correctamente.

Nota: Al escribir operaciones matemáticas, no se deja espacio entre los diferentes números, signos de operación y resultado.



Imagen 6. Juego para distinguir y resolver operaciones básicas de matemáticas.

Fuente: Imagen propia obtenida en el proceso de investigación

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante la aplicación y uso del material didáctico se ha podido observar el aprendizaje de números y símbolos matemáticos en Sistema Braille en los estudiantes de la Secundaria 10 de Diciembre, además, se ha conseguido atender y fortalecer habilidades lógico matemáticas de los alumnos para contribuir a un mejor aprovechamiento escolar en dicha área.

Es importante mencionar que el Sistema Braille ya tiene un formato y tamaño definido para su implementación, el material didáctico propuesto aquí es de un tamaño mayor al del formato del Sistema Braille, sin embargo, la idea es ir memorizando los números y símbolos de operaciones matemáticas, identificarlos con las yemas de los dedos y usarlo como medio para mejorar la memorización, fortalecer el cálculo mental y sobre todo divertirse en el proceso, además ayuda a tener mayor conciencia y empatía con los alumnos de inclusión de nuestra comunidad educativa.

## REFERENCIAS

Astasio Toledo, J. A. Pérgamo: método de alfabetización de personas adultas ciegas. Ed. ONCE. 1993.

Álvarez, M. E. (2020). Braillet: dispositivo tecnológico para el aprendizaje del sistema Braille dirigido a niños con discapacidad visual. *Educación en Contexto*, 6(Especial III), 183-213.

Hernández-Ayala, H., & Tobón-Tobón, S. (2016). Análisis documental del proceso de inclusión en la educación. *Ra Ximhai*, 12(6), 399-420.

Herrera, B. M. (2017). Aplicación de juegos didácticos como metodología de enseñanza: Una Revisión de la Literatura. *Pensamiento matemático*, 7(1), 75-92.

Mora, C. D. (2003). Estrategias para el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas. *Revista de pedagogía*, 24(70), 181-272.

Pachacama, S., & Israel, Y. (2021). Diseño y desarrollo de objetos didácticos que faciliten el aprendizaje del sistema braille, en niños y niñas de 6 a 12 años, con un grado de discapacidad visual mayor al 75%, en la ciudad de Quito (Bachelor's thesis, Quito: UCE).

# ECO-COMBUSTIBLE

Tamayo-Topete, Jenifer Sarai  
Alemán-González, María Guadalupe

Benemérita Escuela Secundaria José María Morelos y Pavón  
Baja California Sur

Pandillas Juvenil  
Área: Divulgación Científica

## RESUMEN

*Esta investigación se realizó a partir de observar la preocupación de algunas familias mexicanas por el alto precio del gas de cocina, asimismo por la contaminación resultante de la quema excesiva de combustibles fósiles como el que se usa para preparar alimentos. Por lo que en la búsqueda de una alternativa económica y ecológica, se desarrolló un electrolizador que genera un “eco-combustible” gaseoso llamado oxihidrógeno que sólo produce agua al arder. Este prototipo funciona haciendo pasar electricidad a través del agua para romperla y liberar de ella los gases que la conforman (oxígeno e hidrógeno). Al no conocer cuánto costaba producir eco-combustible con dicho aparato, se hizo esta investigación, con el objetivo de encontrar si es más barato o más costoso que el gas para cocinar. Para ello, se preparó una solución electrolítica de 550 mililitros, después se produjo combustible durante 49 horas, 25 minutos y 7 segundos para hallar el costo de producción y dividirlo entre los litros obtenidos. Por último, el precio por litro de gas de cocina se dividió entre el costo del oxihidrógeno. Se demostró que esta alternativa por litros es más económica que el gas licuado de petróleo.*

*Palabras clave: oxihidrógeno, costo, agua, combustible, económico.*

## ABSTRACT

*This research was carried out due to the worry of some Mexican families because of the high price of liquefied petroleum gas and pollution resulting from the excessive burning of fossil fuels such as the one used for cooking. Therefore, in the search for an economic and ecological alternative, an electrolyzer was developed, it generates a gaseous “eco-fuel” named oxyhydrogen that only produces water when burned. This prototype works by passing electricity through the water to break it and release the gasses that make it up (oxygen and hydrogen). Not knowing how much it costs to produce the eco-fuel with said device, this investigation was carried out, to find if it is cheaper or more expensive than cooking gas. For this, an electrolyte solution of 550 milliliters was prepared, then eco-fuel was produced for 49 hours 25 minutes, and 7 seconds to find the production cost and divide it among the liters obtained. Finally, the price per liter of cooking gas was divided by the cost of oxyhydrogen. It is shown that water-based fuel per liter is more economical than liquefied petroleum gas.*

*Keywords: oxyhydrogen, cost, water, fuel, economical.*

## INTRODUCCIÓN

El combustible para cocinar más usado en México -gas licuado de petróleo- (INEGI, 2018), es contaminante y costoso. Lo primero, porque al quemarse genera gases contaminantes de efecto invernadero que son los principales causantes del cambio climático (IPCC, 2022). Y lo segundo, ya que en México durante el 2022, un trabajador con salario mínimo en Baja California Sur (CONASAMI, 2022) debería trabajar ocho días para comprar un tanque de 45 kilogramos de combustible, los cuales llegaron a costar hasta \$1,359.90 pesos mexicanos.

Por ello, este proyecto tiene como propósito generar un combustible a partir del agua (oxihidrógeno) mediante electrólisis, que sea ecológico y económico.

A pesar de haber encendido una llama con él (figura 1), no se sabía si era costoso convertir el agua en combustible, por eso se planeó esta investigación en la que se generó todo el oxihidrógeno posible desde una solución específica, con el objetivo general de conocer el costo de producción por litro.

Además, se formuló la siguiente hipótesis: “Si se genera todo el eco-combustible posible desde 550 mililitros de agua y se calcula su costo por litro, se obtendrá que será más caro que el gas licuado de petróleo”. Pero los resultados la refutan.

Por otra parte, un reto que no se tenía previsto fue que durante la generación de oxihidrógeno, el celular con el cronómetro que registró el tiempo se descargó, por lo que se perdió información y uno de los lapsos de producción no es exacto; sin embargo, en cuanto se notó el error, se detuvo la producción para evitar un gran sesgo. Asimismo, al final de la generación el prototipo se colocó a un segundo piso y por la diferencia de presión atmosférica el agua del arrestallamas (una botella rellena de agua) llenó el frasco, lo que significaba que si se seguía generando, la hipótesis no se respetaría y se decidió concluir el experimento.

El documento comienza con un marco teórico que contextualiza al gas de cocina y explica la generación de combustible a base de agua, se continúa con la metodología la cual abarca cinco fases en las que se separó la planeación, después están los resultados, la discusión, las referencias y por último los anexos.

## MARCO TEÓRICO

Un combustible es aquello “que puede arder” (RAE, s. f.), es decir, prenderse fuego. Aunque el gas licuado de petróleo es usado por el 79% de los mexicanos para cocinar (INEGI, 2018), es contaminante, ya que al arder libera gases de combustión como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) o dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) (SEDEMA, 2016).

Existen alternativas ecológicas como una mezcla gaseosa producida a partir de la electrólisis del agua ( $H_2O$ ) la cual tiene un átomo de oxígeno (O) por cada dos de hidrógeno (H), es decir, el oxihidrógeno (HHO) solo produce  $H_2O$  al arder porque al hacerlo el H y el O se unen ( $H_2+O \rightarrow H_2O$ ) (Alarcon, 2019).

Este eco-combustible es generado con un aparato llamado electrolizador alcalino (figura 2) que tiene dos tornillos de acero inoxidable que se sumergen en el agua y se llaman electrodos (figura 3); cuando a estos se les conectan cables con pinzas y se empieza a pasar electricidad a través de ellos, ocurren dos reacciones químicas en los tornillos (una de oxidación y otra de reducción), dependiendo de su carga eléctrica, por lo que en ellos salen gases y forman burbujas pequeñas (figura 4), específicamente en el electrodo negativo (cátodo) se libera hidrógeno (reacción de reducción:  $2H_2O(l) + 2e^- \rightarrow H_2(g) + 2OH^-(l)$ ) y en el positivo (ánodo) oxígeno (reacción de oxidación:  $2OH^-(l) \rightarrow 1/2O_2(g) + H_2O(l) + 2e^-$ ). Es decir, el electrolizador funciona mediante electrólisis (Cuesta, 2016).

Cabe aclarar que el agua ( $H_2O$ ) por sí sola no conduce electricidad (Iranzo, 2015), lo que permite pasar a la corriente son las sales disueltas en ella. Es por ello que para generar combustible a partir del  $H_2O$ , se le deba agregar una sustancia que se descompone en partículas positivas y negativas, es decir, un electrolito, como el hidróxido de potasio (KOH) usado en esta investigación.

Por último, el electrolizador produce aproximadamente 0.126 litros de oxihidrógeno por minuto.

## METODOLOGÍA

La investigación planeada a base del método científico y llevada a cabo en el laboratorio de usos múltiples del Centro de Bachillerato Tecnológico y de Servicios número 230 y en una casa ubicada en La Paz, Baja California Sur, México; fue experimental y exploratoria.

La técnica empleada fue la electrólisis. Se hizo con un electrolizador y se usó una solución de 550 mililitros de agua de garrafón y 24.4 gramos de hidróxido de potasio.

El plan constó de cinco fases, las cuales fueron:

Producción de combustible:

Se empezó el 29/09/2022 preparando una solución electrolítica (figura 5) de concentración 0.79 normal. Después, se añadió el líquido al prototipo, el cual estaba conectado a un vatímetro para medir la electricidad usada durante el experimento. En cuanto se empezó la producción de oxihidrógeno, se tomó el tiempo con el cronómetro

de un celular. Hubo lapsos de generación en intervalos de diferente duración a lo largo de cinco días y finalizaron el 13/10/2022.

Obtención del consumo eléctrico y tiempo de producción:

Durante esta fase, se registró en la bitácora el consumo eléctrico indicado por el vatímetro durante toda la experiencia. Por otro lado, para conocer la duración de la generación se sumaron las horas, minutos y segundos de cada lote, después las horas del total se multiplicaron por 60 (1 hora = 60 minutos), y los segundos se dividieron entre 60 (1 minuto = 60 segundos), para tener un dato expresado en minutos.

Cálculo del volumen de combustible obtenido:

El lapso de tiempo que tardó el electrolizador para reducir el agua hasta aproximadamente la mitad -a comparación de su estado inicial-, se multiplicó por la producción de litros por minuto del prototipo (0.126 litros). A continuación, se obtuvo el producto del tiempo donde se produjo con la mitad del agua por 0.063 litros (considerando este dato como un aproximado de la generación por minuto en litros). Por último, se sumaron los dos productos.

Cálculo del costo por litro de oxihidrógeno:

Se multiplicaron los kilowatts hora (kWh) usados por su precio, según la tarifa 1E en *consumo bajo*, en octubre del 2022 emitida por la Comisión Federal de Electricidad (\$1.132). Después se encontró el costo de la producción total (CPT), sumando el costo de la electricidad al de la solución electrolítica (\$27.93). Por último, se dividió el CTP entre los litros de HHO producidos.

Comparación del costo del oxihidrógeno con el precio del gas de cocina:

Por último, el 14/10/2022, se dividió el costo por litro de oxihidrógeno entre el precio máximo vigente desde el 30 de octubre hasta el 05 de noviembre del 2022 de un litro de gas licuado de petróleo dictado por la Comisión Federal de Electricidad para el municipio de La Paz, Baja California Sur (\$13.05), para conocer cuántas veces el primero sería más barato o costoso que el segundo.

## RESULTADOS

Una vez terminada la generación, el tiempo total de producción fue de 49 horas, 26 minutos y 24 segundos, cabe mencionar que a las 35 horas, 17 minutos y 24 segundos, la solución electrolítica se consumió hasta aproximadamente la mitad del volumen inicial (figura 6). Asimismo, el vatímetro registró un consumo de 4.879 kWh.

Por otro lado, se obtuvieron aproximadamente 320.2794 litros de oxihidrógeno, estos unitariamente costaron \$0.104449515 pesos mexicanos, por lo tanto, el costo del HHO fue 124.9407429 veces menor a comparación del precio de un litro de gas para cocinar en La Paz, Baja California Sur.

## DISCUSIÓN

Una vez analizados los resultados, se ve claramente que el costo de producción de un litro de combustible a base de agua es más económico a comparación del precio de la misma cantidad de gas licuado de petróleo. Lo cual significa que la hipótesis inicial fue rechazada y se concluye que el oxihidrógeno es una alternativa ecológica y tiene potencial económico para sustituir al gas de cocina en México.

## REFERENCIAS

Alarcon F., Riquelme A., Peralta J., Cruz J., Vargas A. y Valero W. (2019). *EFFECTOS DEL OXIHIDROGENO COMO ADITIVO EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA*. [PDF]. <https://www.researchgate.net/publication/332409513>

Comisión Federal de Electricidad (CFE). (2022). *Tarifa 1E* <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/TarifasCRECasa/Tarifas/Tarifa1E.aspx>

Comisión Nacional de los Salario Mínimos (CONASAMI), Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (1 de enero del 2023). *Salarios mínimos 2022*. [PDF]. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/686336/Tabla\\_de\\_Salarios\\_M\\_nimos\\_vigentes\\_a\\_partir\\_del\\_1\\_de\\_enero\\_de\\_2022.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/686336/Tabla_de_Salarios_M_nimos_vigentes_a_partir_del_1_de_enero_de_2022.pdf)

Comisión Reguladora de Energía (CRE). (2022). *PRECIOS MÁXIMOS VIGENTES DEL 30 DE OCTUBRE AL 05 DE NOVIEMBRE DE 2022*. [PDF]. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/773099/PRECIOS\\_M\\_XIMOS\\_VIGENTES\\_DEL\\_30\\_DE\\_OCTUBRE\\_AL\\_05\\_DE\\_NOVIEMBRE\\_DE\\_2022.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/773099/PRECIOS_M_XIMOS_VIGENTES_DEL_30_DE_OCTUBRE_AL_05_DE_NOVIEMBRE_DE_2022.pdf)

Cuesta, J. M. (2016). *ELECTROLISIS A ALTA TEMPERATURA*. [PDF] <https://n9.cl/7xhey>

Inranzo M. (25 febrero del 2015). *¿El agua conduce la electricidad?*. Biotec. <https://www.mariairanzobiotec.com/el-agua-conduce-la-electricidad/>

Marisol R. (2020). *Método costo promedio*. [PDF]. <https://n9.cl/agjw5>

Pörtner H., Roberts C., Tignor M., Poloczanska E., Mintenbeck K., Alegría A., Craig M., Langsdorf S., Lösschke S., Möller V., Okem A., Rama B., Belling D., Dieck W., Götze S., Kersher T., Mangele P., Maus B., Mühle A.,... Weyer N. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. IPCC. [PDF]. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (RAE). (s. f.). *Combustible*. <https://dle.rae.es/combustible?m=form>

Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA). (2016). *Diagnóstico de equipos a gas L.P. y actualización de factores de emisión de fugas y combustión de gas L.P. en viviendas de la ZMVM*. [PDF]. <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/5a6/90c/ee5/5a690cee5778a676474901.pdf>

## ANEXOS



Figura 1. Llama a base de agua



Figura 2. Electroizador

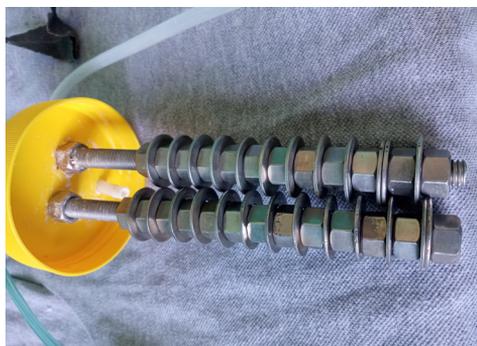


Figura 3. Electrodos



Figura 4. Generación de oxihidrógeno.



Figura 5. Solución electrolítica nueva.



Figura 6. Solución después del experimento

# EL SISTEMA PATRIARCAL, EL DESENCADENANTE DE LA VIOLENCIA DE GÉNERO

María Belem Domínguez Espinosa, Valeria Gutiérrez Figueroa,  
Martha Elva Cruz Fuentes.

Centro Educativo Cruz Azul.  
Oaxaca.

Nivel básico  
Área: Sociales y Humanidades.

## RESUMEN

Uno de los elementos más “naturalizados” en la sociedad es el patriarcado, el cual mantiene la subordinación de las mujeres, creando así una situación de desigualdad. El patriarcado se puede definir como un sistema de dominio institucionalizado que se mantiene a través de regímenes, hábitos, costumbres y prejuicios. Este proyecto se justifica desde las formaciones y roles sociales que deben ser mejorados en términos que permitan lograr un sistema justo e igualitario que incluya a ambos sexos en todos los ámbitos. Para llevar a cabo el objetivo, el estudio se ha estructurado en identificar y analizar en qué nos afecta el patriarcado como mujeres y niñas en nuestra vida cotidiana. Por lo anterior se plantearon las siguientes preguntas: ¿De qué forma nos afectarán los roles de género impuestos por el patriarcado?, ¿Cómo se imponen los roles de género? Y, ¿cómo se han desarrollado las formas de violencia desde la vida cotidiana? La metodología utilizada en primera instancia es documental definiendo el término patriarcado, desde distintas fuentes de información, seguido de analizar las preguntas dirigidas a las mujeres de la localidad de Lagunas, Oaxaca. En el apartado final de conclusiones, la violencia psicológica es la que más afecta a las mujeres de la comunidad, así como la forma en que son impuestos los roles de género desde la niñez.

Palabras claves: patriarcado, violencia, roles de género, sociología

## ABSTRACT:

One of the most “naturalized” elements in society is patriarchy, which maintains the subordination of women, thus creating a situation of inequality. Patriarchy can be defined as a system of institutionalized domination that is maintained through regimes, habits, customs and prejudices. This project is justified from the social formations and roles that must be improved in terms of achieving a fair and egalitarian system that includes both sexes in all areas. In order to achieve this objective, the study has been structured to identify and analyze how patriarchy affects us as women and girls in our daily lives. Therefore, the following questions were posed: How are we affected by the gender roles imposed by patriarchy, how are gender roles imposed? And how have the forms of violence developed in everyday life? The methodology used in the first instance is documentary defining the term patriarchy, from different sources of information, followed by analyzing the questions addressed to women in the town of Lagunas, Oaxaca. In the final section of conclusions, psychological violence is the one that most affects the women of the community, as well as the way in which gender roles are imposed from childhood.

Key words: patriarchy, violence, gender roles, sociology.

## INTRODUCCIÓN

El patriarcado se puede definir como un sistema de dominio institucionalizado que mantiene la subordinación e invisibilización de las mujeres y todo aquello considerado como femenino, con respecto a los varones y lo masculino, creando así una situación de desigualdad estructural basada en la pertenencia a determinado sexo biológico. Esta situación se mantiene a través de regímenes, hábitos, costumbres, prácticas cotidianas, ideas, prejuicios, leyes e instituciones sociales, religiosas y políticas que definen y difunden una serie de roles en los que no se les permite gozar de una completa igualdad de oportunidades y derechos. Por todo lo anterior ubicamos en el patriarcado la causa primaria de las desigualdades de género, provocando algunas cuestiones como: ¿De qué forma nos afectarán los roles de género impuesto por el patriarcado?, ¿Cómo se imponen los roles de género? Y, ¿cómo se han desarrollado las formas de violencia desde la vida cotidiana?

El objetivo principal del proyecto tiene como finalidad identificar y analizar en que nos afectará el patriarcado como mujeres y niñas, promover la igualdad de género, participación y empoderamiento de las mujeres para el mejoramiento de las prácticas cotidianas, como el desarrollo de conductas, educación y comportamiento, además de informar a la población sobre lo que es el patriarcado, identificar las manifestaciones de violencia y llegar a establecer acciones para que esto no siga sucediendo, esto implica localizar la responsabilidad de la discriminación, opresión y violencia más en este orden social y su ideología, que, en las personas portadoras de ellas, que bien pueden ser hombres o mujeres. Para ello, el proyecto se estructura bajo el lineamiento de una investigación cuantitativa que implica la construcción del marco teórico para contextualizar términos y conceptos, seguido de un trabajo de campo utilizando un instrumento de cuestionario en línea.

## MARCO TEÓRICO

Se alude al patriarcado como elemento originario de las desigualdades entre hombres y mujeres. Este etimológicamente significa gobierno de los padres y hace referencia a un tipo de organización social en la que los varones ejercen la autoridad en todos los ámbitos, asegurando la transmisión del poder y la herencia por la línea masculina. El patriarcado es un sistema político que institucionaliza la superioridad de los hombres sobre las mujeres sobre una base biológica, una estructura que funciona como un mecanismo de control ejercido sobre las mujeres sobre una base biológica. Esta ideología se construye, por un lado, al considerar las diferencias biológicas entre hombres y mujeres como inherentes y naturales. El origen de esta desigualdad está en los pueblos primitivos, en donde por las condiciones adversas de la naturaleza y las herramientas precarias de las que disponían, era el hombre el que salía a buscar el alimento, ayudado por su fortaleza física, mientras que la mujer permanecía cuidando de los hijos y con una servidumbre casi permanente a

su cuerpo a causa de la menstruación, el embarazo y el parto. Este sistema patriarcal ha perpetuado ese orden jerarquizado y para ello ha elaborado toda una ideología que lo sustenta, dándole apariencias científicas. El énfasis se pone en la diferencia natural y en los factores culturales que dieron lugar a la construcción de un ideal de mujer, que asignaba determinadas funciones sociales, las domésticas, y ciertas conductas tales como la dulzura, la paciencia o la comprensión, las cuales, por casualidad, eran las idóneas para realizar las tareas que le habían sido asignadas con anterioridad.

Según Talcott Parsons (1984: 307), las sociedades aprenden un sistema complejo que es transmitido y aprendido a partir de símbolos, que permiten un mantenimiento de patrones. Las sociedades fundamentan toda su historia con base en una cultura, la cual les brinda identidad y orden; sin una cultura establecida, estas no serían posibles. Ahora bien, el orden que ha predominado desde tiempos ancestrales en casi todas las sociedades es el modelo patriarcal, organizado bajo lo masculino, en cuyo eje se desprenden conductas que muestran la dominación masculina sobre la mujer o cualquier individuo que no entre en el rol establecido; con respecto a esto, Cánovas-Marmó (2017), comenta que dicho sistema plantea una sociedad asimétrica y jerárquica, organizada en función del sexo, lo cual termina produciendo centralidad del hombre o el llamado androcentrismo, además de sustentar los sexismos.

El machismo es un conjunto de actitudes, comportamientos y prácticas sexistas discriminatorias, despectivas, vejatorias o humillantes contra las mujeres, y suele presentarse como una especie de paternalismo dominador; al mismo tiempo, puede pasar como una especie de sexismo benévolo; de tal manera que aparezcan los patrones culturales, estos muestran la imagen del hombre como benefactor (Vives Suriá, 2010: 55-68). Este uso del término proviene de la obra de la feminista Kate Millet (1969), quien hizo referencia al patriarcado en tres sentidos: como organización y estructura sociopolítica que asegura el poder de los hombres y subordina a las mujeres, por lo que la relación entre los sexos es política; como ideología o sistema de creencias que sostiene este orden social apoyándose en una supuesta supremacía biológica y que se impone por la fuerza y justifica la violencia contra aquellas mujeres que desobedezcan los mandatos de género, de la familia y la sociedad patriarcal, y el género como una identidad adquirida.

De acuerdo con la definición de la UNESCO, la cultura es el conjunto distintivo de una sociedad o grupo social en el plano espiritual, material, intelectual y emocional, comprendiendo el arte y la literatura, los estilos de vida, los modos de vida común, los sistemas de valores, las tradiciones y creencias. La igualdad de género se incorporó al derecho internacional de los derechos humanos mediante la Declaración Universal de Derechos Humanos cuando fue adoptada por la Asamblea de las Naciones Unidas el 10 de diciembre de 1948. Las mujeres y las niñas constituyen la mitad de la población mundial y por consiguiente la mitad de su potencial. La igualdad de género, además de ser un derecho humano fundamental, es imprescindible para lograr sociedades pacíficas,

con pleno potencial humano y capaces de desarrollarse de forma sostenible. Además, está demostrado que el empoderamiento de las mujeres estimula la productividad y el crecimiento económico. En 1979, la Asamblea General aprobó la Convención sobre la Eliminación de Todas las Formas de Discriminación contra la Mujer (CEDAW) que a menudo se describe como una Carta Internacional de Derechos Humanos para las mujeres. Esta convención se centra en la cultura y la tradición como fuerzas incluyentes que dan forma a los roles de género y las relaciones familiares.

## MÉTODOS

Para la realización de esta investigación se planteó un enfoque cuantitativo siguiendo dos rutas de trabajo: a) Investigación de corte documental en donde se consultaron definiciones de términos que desconocíamos para poder estructurar el marco teórico, con la ayuda de fuentes confiables (artículos en PDF, revistas, libros y páginas web), con el propósito de poder analizar lo recolectado desde nuestro punto de vista. b) Investigación de campo, en donde la técnica de recolección de información fue a través de la observación de las experiencias vividas en nuestro entorno familiar y el instrumento utilizado fue un cuestionario diseñado en Google forms para poder distribuirla de manera digital. El universo o población elegida fueron mujeres entre los rangos de 12 a 60 años de la comunidad de Lagunas, Oaxaca, con un total de muestra de 103 mujeres.

## RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de las encuestas aplicadas a 103 mujeres de la localidad de Lagunas, Oaxaca. (Las gráficas se encuentran en el apartado de anexos). En la gráfica 1 se encontró que el 94 % de las personas conocen el término de patriarcado y no se encontró algún patrón de edad entre las que no lo conocen. Con respecto a la gráfica 2 el 83 % compartió sus malas experiencias en el entorno laboral y familiar. La gráfica 3 arroja un resultado en donde se puede observar que predomina el sentimiento de molestia con un 49 % con relación al resto de los sentimientos. La gráfica 4 refiere la frase "las mujeres deben darse a respetarse", en donde las mujeres encuestadas si la han escuchado con un 100%. Con respecto a la gráfica 5 un 97 % de las mujeres encuestadas identificaron que se imponen los roles de género a través de los juguetes y por último la gráfica 6 el 71 % menciona que les ha tocado experimentar y observar que son las mujeres las que deben atender a los hombres. Con los resultados presentados se menciona que es necesario aumentar el número de muestra para que los resultados sean más precisos y obtener un mejor análisis de la información por cada comunidad que se encuentre dentro de nuestro municipio, obteniendo así un panorama de la situación de violencia que existe en la localidad y sus alrededores.



Imagen 1: Formato de encuesta, Google Forms  
Fuente: Elaboración propia a partir del drive de Google

## DISCUSIÓN

En relación con los resultados proporcionados de la encuesta se puede observar que las formas de violencia impuestas por el patriarcado aún se perciben como algo normal y habitual, con respecto a ello se pudo identificar estas formas de violencia, compartiendo cómo se les hace sentir inferiores por el simple hecho de ser mujeres, que en sus áreas laborales se les subestima y hasta han llegado a quitarles tareas porque *una mujer no puede realizarlo*. Lo mismo en el entorno familiar, comparten que se sigue la costumbre de que las mujeres deben buscarse un marido. Durante muchos años a las mujeres se les ha negado el acceso a la educación, actualmente se dice que tanto hombres y mujeres tienen los mismos derechos y que no hay motivos para seguir quejándose del machismo, ya que fácilmente pueden conseguir un trabajo, pero, por el contrario, se dice que las mujeres no pueden desempeñarse de la misma manera que un hombre lo hace, por ejemplo, al momento de que una mujer consigue un puesto importante en su trabajo se piensa que es porque es bonita o porque está con el jefe, pero si un hombre es el que consigue un puesto elevado se le reconoce sus capacidades y se le felicita. (Ver la tabla 1 de Espacios territorializados justificados por el género, en anexos).

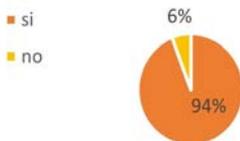
Con esta investigación se analizó que la violencia emocional es la que está presente en las mujeres encuestadas, así mismo se identificó que los roles de género se imponen desde la niñez, encontrando que hay existencia de diversas manifestaciones de violencia en la comunidad, lo que forman parte del llamado Sistema Patriarcal.

## REFERENCIAS

- Coppolecchia, F. (2012). Una crítica feminista al derecho a partir de la noción de «biopoder» de Foucault. Dialnet. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5037660>
- Gamba, S. D. (2007). Diccionario de estudios de género y feminismos. <https://www.academica.org/tania.diz/18>
- Gil, M. (2020, 11 enero). El origen del sistema patriarcal y la construcción de las relaciones de género. Agora: Inteligencia Colectiva para la Sostenibilidad. <https://www.agorarsc.org/el-origen-del-sistema-patriarcal-y-la-construccion-de-las-relaciones-de-genero/>
- Gómez, C. M. (2022, 5 agosto). La estructura patriarcal y la constante violencia contra las mujeres en México | Martínez Gómez | Ciencia Jurídica. <http://www.cienciajuridica.ugto.mx/index.php/CJ/article/view/404>
- Igualdad de género | Naciones Unidas. (s. f.). United Nations. Recuperado 4 de noviembre de 2022, de <https://www.un.org/es/global-issues/gender-equality>
- Lentes de género Lecturas para desarmar el Patriarcado. (2010). Fundación el Perro y la Rana, 1. [http://biblioteca.clacso.edu.ar/Venezuela/fundavives/20170104031339/pdf\\_138.pdf](http://biblioteca.clacso.edu.ar/Venezuela/fundavives/20170104031339/pdf_138.pdf)
- Rivera, F. M. (2021, 22 junio). México: el reto de ser mujer dentro de una estructura patriarcal | Asparkia. Investigación feminista. <https://www.e-revistas.uji.es/index.php/asparkia/article/view/4591>
- Ruiz Vallejo, S. E. & Ruiz Pimentel, S. (2015). MACHISMO MISOGINIA PATRIACADO UNA REFLEXION DESDE LA TERAPIA NARRATIVA. Revista de psicología: procesos psicológicos y sociales., ISSN 1870 – 5618. <https://www.uv.mx/psicologia/files/2015/09/Sara-E.-Ruiz-Vallejo-Susana-Ruiz-Pimentel.pdf>
- Significado de Patriarcado. (2019, 26 enero). Significados. <https://www.significados.com/patriarcado/>
- Villar, A. & Canarias, E. (2013). Los deseos olvidados. Perspectiva de género y de diversidad sexual. [https://www.cear.es/wp-content/uploads/2013/11/NAHIA-Los-Deseos-Olvidados\\_-Castellano.pdf](https://www.cear.es/wp-content/uploads/2013/11/NAHIA-Los-Deseos-Olvidados_-Castellano.pdf)

## ANEXOS

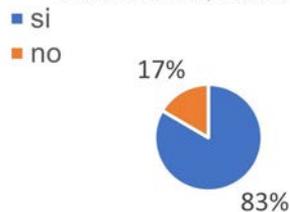
¿Has escuchado el término "patriarcado"?



Gráfica 1 Término de Patriarcado

Fuente: Elaboración propia

¿Alguna vez has identificado comportamientos machistas o sexistas en tu entorno familiar, laboral o escolar?

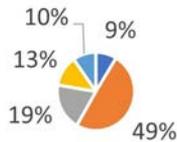


Gráfica 2 Identificando comportamientos

Fuente: Elaboración propia

¿Cómo te hace sentir este tipo de comportamientos?

■ Triste ■ Molesta  
■ Disgustada ■ Frustrada



Gráfica 3 Emociones de acuerdo al comportamiento

Fuente: Elaboración propia

¿Alguna vez has escuchado la frase "las mujeres deben darse a respetar"?

■ SI ■ NO



Gráfica 4 Frase "Las mujeres deben darse a respetar"

Fuente: Elaboración propia

¿Identificas como se imponen los roles de genero desde la niñez? por ejemplo, en juguetes.

■ si ■ no

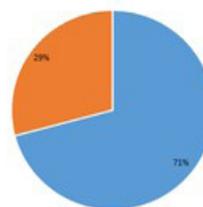


Gráfica 5 Roles de género desde la niñez

Fuente: Elaboración propia

¿Te ha tocado experimentar que solo las mujeres tienen que atender a los hombre? Si es así, cuéntanos tu experiencia...

■ SI ■ No



Gráfica 6 Experiencia al atender al hombre

Fuente: Elaboración propia

	<b>HOMBRE ♂</b>	<b>MUJER ♀</b>
<b>ROLES</b>	Productivos.	Reproductivos.
<b>FUNCIONES</b>	Proveedores, mantenimiento de la familia.	Mantenimiento del hogar. Cuidado de la familia y crianza de los hijos/as.
<b>TRABAJO</b>	Visible y remunerado. Doméstico: reparaciones de plomería, electricidad.	Doméstico, invisible y no remunerado. Productivo: con menor salario y doble culpa.
<b>JORNADA</b>	Fuera del hogar. Dentro del hogar ("ayuda").	Dentro del hogar. Fuera del hogar: doble y triple jornada.
<b>ESPACIOS</b>	Calle, empresa, banca, parlamento, instituciones.	Hogar, familia, comunidad, salud.
<b>LUGARES</b>	Reconocidos y valorados.	No reconocidos y no valorados.
<b>DESCANSO</b>	Descanso dentro del hogar	Fuera del hogar
<b>ÁMBITO</b>	Público	Privado

Tabla 1 Espacios territorializados justificados por el género

Fuente: Lentes de género Lecturas para desarmar el Patriarcado, 2010

# FEMINISMO: ¿MODA O SUPERVIVENCIA?

Rasgado Rojas, Laura Valeria  
Ramírez Pérez, Diego

Centro Educativo Cruz Azul, Campus Lagunas  
Oaxaca

Nivel Pandilla Juvenil  
Área: Ciencias Sociales y Humanidades

## RESUMEN

*El feminismo es un movimiento social que lucha contra la desigualdad de género. Desde inicios del siglo XX, ha logrado resultados importantes en la política, en las leyes, en la economía, en la escuela, en la familia y en las relaciones personales. Por este motivo, la presente investigación, por medio de una encuesta, analiza las opiniones de las mujeres de mi comunidad, El Barrio de la Soledad, Oaxaca, para identificar si el feminismo actualmente se considera una moda o una lucha constante. Puesto que los resultados del muestreo evidencian que mi comunidad aprueba la supervivencia del feminismo, paulatinamente se implementarán intervenciones comunitarias. Dando seguimiento al quinto ODS de la UNESCO, esta investigación promueve el empoderamiento de las mujeres de mi comunidad a nivel público y académico.*

*Palabras claves: Feminismo, moda, supervivencia, igualdad de género, concientización.*

## ABSTRACT

*Feminism is a social movement which fights for gender justice. Over the 20c., this movement has undergone achievements, as a fact of paramount importance, in political, legal, economic, academic, family, and personal lives. Therefore, through field research, this project seeks to analyze the opinions of local women in El Barrio de la Soledad, Oaxaca, to identify if contemporary feminism is a single fad or is a feminists' ongoing struggle for social justice. Since the sampling results show that my community approves of the survival of feminism, community interventions will be implemented gradually. In follow-up to UNESCO's fifth SDG, this research promotes the empowerment of women in my community at a public and academic level.*

*Keywords: Feminism, fad, survival, gender equality, awareness.*

## INTRODUCCIÓN

En 1923 se realizó el primer Congreso Nacional Feminista, en el que se propuso que la mujer pudiese incursionar en cargos políticos (Güemes, 2014). El 17 de octubre de 1953 se concedió a la mujer mexicana el derecho al voto y a ser electa (BANSEFI, 2018). Tradicionalmente, la mujer sigue el feminismo implícito que se reconoce como un acuerdo entre feministas. El planteamiento del problema surge de una dicotomía: ¿las mujeres de El Barrio de la Soledad, Oaxaca, consideran que el feminismo es una moda o una supervivencia? La hipótesis causal sugiere que las mujeres en la comunidad apoyan el movimiento feminista, ergo este sobrevive personal y políticamente. No obstante, si el feminismo se considera una moda, no será posible intervenir comunitariamente. Entre justificaciones personales y profesionales, se destaca la conmemoración del primer Congreso Feminista Panamericano a un siglo de su celebración en la Ciudad de México. Hace falta conocer la opinión pública de El barrio de la Soledad, Oaxaca, mediante una encuesta que se aplicó a mujeres en un círculo social cercano por redes sociales y por medios impresos. Es necesario entablar un diálogo feminista, para crear una red de apoyo feminista antes del 2030, según el ODS 5 de la UNESCO: Igualdad de género.

Por tales motivos, el objetivo general consiste en analizar la opinión pública de mujeres del Barrio de la Soledad, a través de encuestas, con el fin de identificar si el feminismo actualmente se considera una moda o una supervivencia. Los objetivos específicos son: documentar la historia del feminismo, encuestar a una población femenina dentro de un círculo escolar y familiar, analizar el impacto del feminismo en la población, evaluar los datos obtenidos y empoderar la opinión de las mujeres istmeñas de este barrio.

El trabajo en cuestión se fundamenta en terminologías básicas del movimiento feminista, con el fin de elaborar las preguntas de la encuesta, de interpretar los resultados de la pesquisa y de responder no sólo la pregunta central del proyecto, sino de promover el empoderamiento de mujeres y niñas en mi comunidad.

## MARCO TEÓRICO

El feminismo es un movimiento social, que busca la igualdad entre las personas y la paz con las mujeres. Según los registros documentales, a lo largo del siglo XIX, las feministas, al darse cuenta de la situación de opresión en la que se encontraban, popularizaron la idea: "lo personal es lo político". Por autoconciencia, decidieron cambiar sus experiencias comunes de opresión (Varela, 2019). Durante el siglo XX, el movimiento se dividió, por ejemplo, en feminismo político, cibernético, académico, radical, filosófico,lésbico, etc. Recientemente, el feminismo indígena ha apoyado a las mujeres que enfrentan violaciones a sus derechos políticos, económicos, sociales y culturales (CIDH: Comisión

Interamericana de Derechos Humanos, 2017). La supervivencia feminista comenzó con el derecho al voto y al trabajo; luego, a la educación y a la participación en el sistema social (Badillo, 2021). Defiende la libertad de las mujeres, sin la intervención lucrativa del Estado (Leyva, 2018).

La equidad de género es la agrupación de reglas que permite la igualdad entre hombres y mujeres, la participación en el ámbito social y la erradicación de discriminación. Brinda la oportunidad a cada individuo de lograr sus capacidades personales sin limitación alguna, en la igualdad conductual, aspiración y necesidades para ambos sexos (CONAMER, 2012). La equidad de género es una herramienta para conseguir la igualdad de género, como derecho, para que todas las personas participen en comunidad sin importar raza, sexo, religión etc. (UNICEF, 2019).

Por el contrario, el patriarcado es un sistema político, económico, religioso y social que dominó las familias (hombres por encima de mujeres, niños, ancianos). La violencia de género consiste en actos dañinos contra una persona solo por ser hombre o mujer, por lo anterior cualquier persona puede sufrir violencia en diverso grado (ONUMUJERES). Hoy la violencia digital consiste en la difusión de contenido personal a través de redes sociales, con el objeto de acosar, discriminar y atentar contra la dignidad de las personas (Secretaría de las Mujeres, 2016). En el peor grado de violencia están los feminicidios, que son muertes de mujeres por su género. Han incrementado por discriminación y desigualdad (CONAVIM, 2016).

## METODOLOGÍA

El método de investigación es mixto. La parte documental consta de páginas de internet gubernamentales, oficiales y periodísticas. El libro: *Feminismo para principiantes* de Nuria Varela fungió como base para los argumentos sobre la supervivencia y tradición del feminismo. La investigación de campo consistió en levantar un muestreo en un pequeño círculo personal (solo mujeres) de El Barrio de la Soledad, Oaxaca. La encuesta se abordó por el enfoque cuantitativo, ya que se utilizó la recolección y el análisis de datos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del 28 al 30 de septiembre de 2022, se realizaron 42 encuestas a mujeres de El Barrio de la Soledad y Lagunas, Oaxaca, con ayuda de Google Forms. Se aplicaron seis encuestas impresas a maestras y trabajadoras de la Secundaria Patria Cruz Azul, campus Lagunas, Oaxaca. Resultaron 48 encuestas. El rango de edad se mantuvo entre 14 – 45 años. Fueron 7 preguntas en total (4 cerradas y 3 abiertas).

En la primera pregunta (Figura 1) se observa que el 100% de las encuestadas conoce el feminismo. En la segunda, el 94% de las encuestadas ha oído hablar del feminismo en redes sociales, mientras que el 6% no (Figura 2). En la Figura 3, con un total de 47 respuestas, el 33% describió el feminismo como la igualdad entre hombres y mujeres; el 18.75% opina que sirve para reconocer derechos de las mujeres, y el 4.1% piensa que las mujeres pueden vivir de manera independiente.

En la Figura 4, el 60.4% de las encuestadas dijo que estaba a favor del feminismo y demostraba un apoyo total, mientras que el 2% dijo que era algo inaceptable y que no se debía permitir. En la Figura 5, el 77% contestó que ha sufrido algún perjuicio por ser mujer; por otro lado, el 23% respondió que no. En la Figura 6, se expone la opinión pública de las barreras ante el feminismo. El 54% de las encuestadas dijo que el feminismo no está de moda, mientras que el 46% manifestó lo contrario. La justificación de la respuesta anterior se manifiesta en la Figura 7, para quienes consideraron que el feminismo es supervivencia, diciendo que hace valer a la mujer (42%). Por último, quienes consideran que el feminismo es moda (Figura 8) justificaron la viralización en redes sociales, representando un 36% en su elección.

## CONCLUSIONES

Durante el proceso de investigación, fue posible hacer un contraste en el ámbito documental y en el de campo. Se deduce que el feminismo ha sobrevivido, pero ha evolucionado en un siglo debido a la desigualdad patriarcal. Resultó difícil recabar información veraz y actualizada. Las fuentes informales superan a las formales. Una red feminista en El Barrio de la Soledad, Oaxaca, cumpliría con las metas del ODS 5: igualdad de género. La aplicación de las encuestas registra la voz del feminismo por las mujeres de mi comunidad. El postfeminismo resulta del feminismo digital. Sirva este proyecto para intervenciones comunitarias y futuras expresiones masivas dentro y fuera de México.

## REFERENCIAS

- Badilla, Olivia Luz. (Fecha de acceso: 30 de septiembre de 2022). "Feminismo radical y liberal ¿son incompatibles?". (Fecha original del trabajo: 20 agosto de 2021). Disponible en: <https://tecreview.tec.mx/2021/04/20/ciencia/feminismo-radical-y-liberal/>
- Banco del Bienestar, Sociedad Nacional de Crédito (BANSEFI). (Fecha de acceso: 28 de septiembre de 2022). Institución de Banca de Desarrollo. "El voto de la mujer en México". (Fecha original del trabajo: 17 octubre de 2018). Disponible en: <https://www.gob.mx/bancodelbienestar/articulos/el-voto-de-la-mujer-en-mexico?idiom=es#:~:text=Cuando%20el%2017%20de%20octubre,el%20derecho%20al%20sufragio%20femenino>
- Comisión Interamericana de sus Derechos Humanos (CIDH). (Fecha de acceso: 28 de septiembre de 2022). "Las Mujeres Indígenas y sus Derechos Humanos en las Américas" [Folleto]. (Fecha original del trabajo: 2017). Disponible en: <https://www.oas.org/es/cidh/indigenas/docs/pdf/Brochure-MujeresIndigenas.pdf>
- Comisión Nacional de Mejora Regulatoria (CONAMER). (Fecha de acceso al trabajo: 28 de septiembre de 2022). "Equidad de Género y Derechos Humanos". (Fecha original del trabajo: 1 enero de 2012). Disponible en: <https://www.gob.mx/conamer/acciones-y-programas/equidad-de-genero?state=published>
- Comisión Nacional para Prevenir y Erradicar la Violencia Contra las Mujeres. (CONAVIM). (Fecha de acceso al trabajo: 29 de septiembre de 2022). "¿Qué es el feminicidio y cómo identificarlo?". GOBIERNO DE MÉXICO. (Fecha original del trabajo: 9 octubre de 2016). Disponible en: <https://www.gob.mx/conavim/articulos/que-es-el-feminicidio-y-como-identificarlo?idiom=es>
- Güezmes, A. (Fecha de acceso: 28 de septiembre de 2022). Primera vez que la mujer vota en México. CNDH (Comisión Nacional de Derechos Humanos). (Fecha del trabajo original: 2014). Disponible en: <https://www.cndh.org.mx/noticia/primer-vez-que-la-mujer-vota-en-mexico>
- Leyva, E. (2018). La desigualdad causada por la diferencia sexual. El Colegio de México. Revista Interdisciplinaria de Estudios de Género, N. 4, 1-6.
- ONUMJERES. (Fecha de acceso: 30 de septiembre de 2022). "Preguntas frecuentes: Tipos de violencia contra las mujeres y las niñas". (s.f.). Disponible en: <https://www.unwomen.org/es/what-we-do/ending-violence-against-women/faqs/types-of-violence>
- Organización de las Naciones Unidas. (Fecha de acceso: 28 de septiembre de 2022). "Objetivo 5: Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas". (s.f.). Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/gender-equality/>
- Ruano, L. R., Vargas, A. A., & Camacho, P. M. (2021). Feminismos en México: debates, resistencias y acciones colectivas. Universidad de Guadalajara, pp. 125-174
- Secretaría de las Mujeres. (Fecha de acceso: 30 de septiembre de 2023). "Visibilización y prevención de la violencia cibernética contra las mujeres y niñas". (Fecha original del trabajo: 2016). Disponible en: <https://www.semujeres.cdmx.gob.mx/violencia-cibernetica-contra-mujeres#:~:text=La%20violencia%20digital%20contra%20las,de%20la%20v%C3%ADtima%2C%20de%20sus>
- UNICEF. (Fecha de acceso: 28 de septiembre de 2022). "Igualdad de género". (Fecha original del trabajo: 2019). Disponible en: <https://www.unicef.org/lac/igualdad-de-genero>
- Varela, N. (2019). LA MIRADA FEMINISTA ¿Para qué sirven las gafas? En Feminismo para principiantes. B de Bolsillo.

## ANEXOS

### GRÁFICAS DE LAS ENCUESTAS

¿Conoces el feminismo?



Figura 1. Barreñas que conocen el feminismo.  
Fuente: Utilidad propia.

2 ¿Alguna vez has oído hablar del feminismo en redes sociales?



Figura 2. Barreñas que han oído del feminismo en redes sociales.  
Fuente: Utilidad propia.

3. ¿Puedes describirme que es el feminismo?



Figura 3. Barreñas describe el feminismo. Fuente: Utilidad propia.

4. ¿Cuál es tu postura ante él?

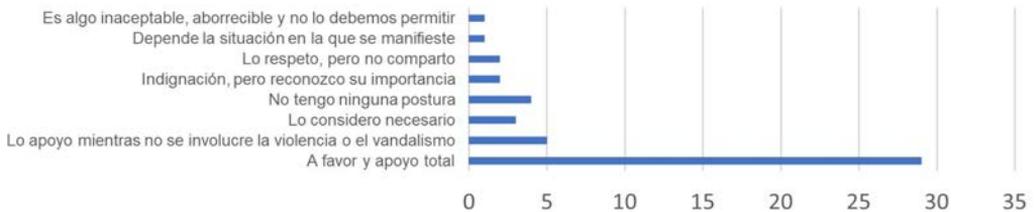


Figura 4. Postura de las barreñas ante el feminismo. Fuente: Utilidad propia.

5. ¿Has sido víctima de un prejuicio por ser mujer?



Figura 5. Mujeres que han sido víctimas de prejuicios por su sexo.

Fuente: Utilidad propia

6. ¿Consideras que el feminismo está de moda?



Figura 6. Barreñas que consideran el feminismo como una moda.

Fuente: Utilidad propia.

7. 1 ¿Por qué consideras que el feminismo no está de moda?

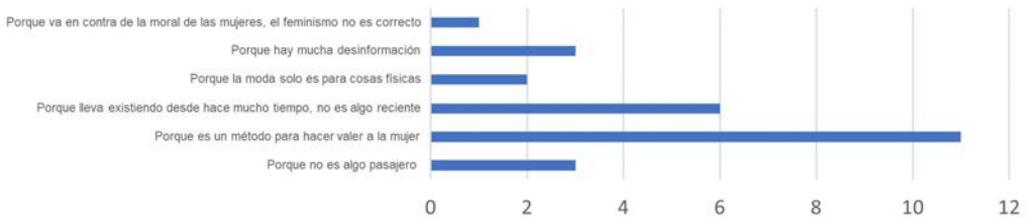


Figura 7. Justificación de las barreñas de por qué el feminismo no está de moda. Fuente: Utilidad propia.

# GUAXORO ENI (AMIGOS DEL AGUA): BIOINDICADORES

Moncayo, Yaretzi<sup>1</sup>,  
Moncayo-Estrada, Rodrigo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto México Bilingüe. <sup>2</sup> Instituto Politécnico Nacional-CICIMAR.  
Baja California Sur

Pandillas Juvenil  
Área: Divulgación

## RESUMEN

*¡Prácticamente, toda el agua del planeta tiene algún contaminante! Este grave problema, solo puede ser resuelto con la participación ciudadana. Para ello se necesita darlo a conocer, y en este proyecto se expone con los bioindicadores, que son organismos que identifican la contaminación y sus efectos dañinos. Se comparte información y se muestran animales marinos (objetivos de desarrollo sostenible, ODS, 14) de colecciones científicas como el plancton, huevos y juveniles de tiburón y raya, corales, estrellas y erizos de mar. Además, se usan peluches del ajolote y ballena azul para hacer accesible el conocimiento (ODS 4). Se concientiza de la crítica situación y se invita a participar activamente en el cuidado del agua (ODS 6). El proyecto fue documentado con artículos y páginas web científicas, visitas a instituciones de investigación, entrevistas y salidas al campo. La exposición incluye: la contaminación del agua, características de los bioindicadores, ejemplos, una app mexicana sobre bioindicadores en ríos y propuestas de acciones ciudadanas para un futuro mejor. Se incluye material moldeable para hacer bioindicadores que se llevan los asistentes. También, se usan redes sociales para difundir la información. Con este conocimiento se espera una mayor participación y transformación social para lograr un futuro sostenible.*

*Palabras clave: contaminación, animales acuáticos, divulgación, agua limpia, educación.*

## ABSTRACT

*Virtually all the water on the planet has some contaminant! This serious problem can only be solved with citizen participation. We need to know the problem, and in this project, we exposed it through bioindicators, which are organisms that identify pollution and its harmful effects. Information is shared, and marine animals (sustainable development goals, SDG, 14) are shown from scientific collections, such as plankton, shark and ray eggs and juveniles, corals, starfish, and sea urchins. In addition, axolotl and blue whale stuffed animals are used to make knowledge accessible (SDG 4). We make people aware of the critical situation and invite them to participate actively in water care (SDG 6). The project was documented with scientific articles and web pages, visits to research institutions, interviews, and field trips. The exhibition includes water contamination, characteristics of bioindicators, examples, a Mexican app on bioindicators in rivers, and proposals for citizen actions for a better future. Moldable material is included to make bioindicators that attendees take with them. Also, social networks are used to share information. With this knowledge, greater participation and social transformation are expected to achieve a sustainable future.*

*Key words: pollution, aquatic animals, divulgation, clean water, education.*

## INTRODUCCIÓN

Hay animales que viven parte o toda su vida en el agua y tienen características que nos pueden indicar si hay contaminación en los océanos, ríos o lagos, son los llamados bioindicadores (Parmar et al., 2016). Lamentablemente, la contaminación sigue creciendo y daña a estos animales, manifestándose, por ejemplo: cuando algunos compuestos peligrosos se acumulan con el tiempo (bioacumulación), o aumentan a lo largo de la cadena alimenticia (biomagnificación), cuando sube la temperatura más de lo normal y por mucho tiempo (calentamiento global), o si hay basura (microplásticos). Una ventaja de usar bioindicadores es que puede ser más barato que otras maneras de medir la contaminación, donde se ocupan equipos y materiales de laboratorio muy especializados (Valente-Neto et al., 2021). Además, se puede conocer el impacto en los seres vivos.

El proyecto tiene como objetivo principal dar a conocer la importancia de los animales bioindicadores que ayudan a entender mejor el problema de la contaminación en el agua, con la finalidad de crear conciencia para promover el cuidado de este valioso recurso y el medio ambiente. Se espera, por medio de la divulgación, mejorar el conocimiento de estos temas, ya que incluye el contacto con ejemplares de colecciones científicas y otras formas interesantes de presentación. También, ayudará a sensibilizar sobre la gravedad de este problema, apreciar un valor más que tiene la biodiversidad, compartir esta experiencia con más personas y participar activamente en el cuidado de la naturaleza, protegiendo la salud y el bienestar ahora y para generaciones futuras.

El artículo está organizado con un marco teórico que presenta aspectos generales de los bioindicadores y ejemplos de grupos de especies. Además, se describen los métodos y se muestran los resultados y conclusiones con trabajos futuros.

## MARCO TEÓRICO

Los bioindicadores han sido estudiados desde hace varios años, y hay trabajos que los describen en general (Parmar et al., 2016). En México se publicó un libro sobre animales y plantas bioindicadoras de tierra y de agua (González Zuarth et al., 2014). Hay revisiones completas (análisis de varios artículos) de la contaminación en el agua, su monitoreo y bioacumulación en animales (Ramírez-Ayala et al., 2020). Otras analizan el calentamiento global y su efecto en especies críticas como los corales (Smale et al., 2019). También, hay estudios mundiales de bioindicadores en grupos grandes como tiburones y rayas (Alves et al., 2022). Otras publicaciones describen a bioindicadores más específicos como los ajolotes (Mendoza Alfaro & Romero-Amador, 2022).

## MÉTODOS

Se usó una metodología documental, consultando artículos científicos, revisando páginas oficiales de internet, libros y videos (Boon, 2016). Además, se hicieron entrevistas a tres especialistas. Se salió al campo, donde se capturaron y reconocieron bioindicadores, para tener una idea de qué tan contaminada estaba el agua y alterado su hábitat (Figura 1). En el laboratorio se identificaron los animales y se revisó su sensibilidad o tolerancia.

Figura 1. Trabajo de campo en el Río Duero, Michoacán y en la Bahía de La Paz, Baja California Sur.



Fuente: Diseño propio

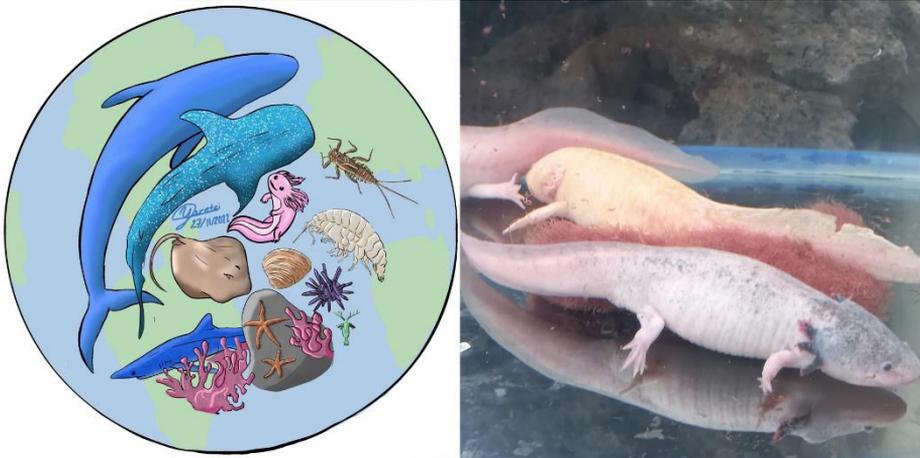
Para la exposición del trabajo se pidieron prestados algunos ejemplares de bioindicadores importantes, a colecciones científicas del CICIMAR y el CIIDIR del Instituto Politécnico Nacional. También, se consiguió material didáctico como peluches y pasta flexible para que los asistentes moldeen distintos bioindicadores. Para probar la hipótesis se aplicaron encuestas desde nivel preescolar hasta preparatoria antes y después de la presentación del proyecto. Con esto se buscó saber si se había entendido el tema, los conceptos y las recomendaciones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se eligieron temas importantes de divulgación que permitieron cumplir los objetivos del proyecto. Primero, se comienza describiendo los problemas principales de la contaminación del agua. Segundo, se define que es un bioindicador y delimita el tema a bioindicadores del agua. Tercero, se dan algunos ejemplos de bioindicadores acuáticos (Figura 2): El plancton (uno de los más pequeños), que en estudios de este se ha analizado la digestión de microplásticos (Botterell et al., 2020). El bioindicador más grande sería la ballena azul (*Balaenoptera musculus*); se han hecho estudios de su grasa en la costa

de Chile, encontrando contaminantes como el DDT (Muñoz-Arnanz et al., 2019). Otro ejemplo sería el de *Eurythenes plasticus* que habita a 6,500 m de profundidad en la Fosa de las Marianas (Océano Pacífico) y cuyo nombre se dio al encontrar microplásticos en su cuerpo (Weston et al., 2020). En los erizos de mar se han hecho estudios sobre la presencia de ciertas “tierras raras” (itrio) que se utilizan en aparatos electrónicos actualmente, estos pueden afectar a sus larvas, estructura molecular y desarrollo en general (Trifuoggi et al., 2017). Los corales nos dan bastante información relacionada con el calentamiento global: (1) aumento en la temperatura del océano provocando su muerte (blanqueamiento de corales), (2) incremento de las tormentas en fuerza y frecuencia (los destruye), (3) cambios en los patrones de las corrientes (le alejan su alimento), y (4) por la acidez del mar (el CO<sub>2</sub> de la atmósfera reacciona con el agua de mar convirtiéndose en Ácido Carbónico, que debilita su estructura dura; NOAA, 2021).

Figura 2. Ejemplos de bioindicadores utilizados a nivel mundial.



Fuente: Diseño propio

Los ajolotes son excelentes bioindicadores, ya que su piel es permeable, dejando pasar contaminantes; además, de las 17 especies que hay 15 se encuentran con algún tipo de amenaza (Mendoza Alfaro & Romero-Amador, 2022). En tiburones se han encontrado metales pesados en sus músculos, insecticidas en sus hígados, proteínas de estrés al calor en las branquias, plásticos en sus estómagos y son un excelente ejemplo de biomagnificación (Figura 3). También, algunos tiburones indican los contaminantes en zonas muy grandes, ya que migran (Alves et al., 2022). Las rayas nos pueden indicar la contaminación en un mismo lugar a través del tiempo, puesto que pasan toda su vida ahí.

Figura 3. Diagrama de biomagnificación de contaminantes en la red trófica del tiburón azul.

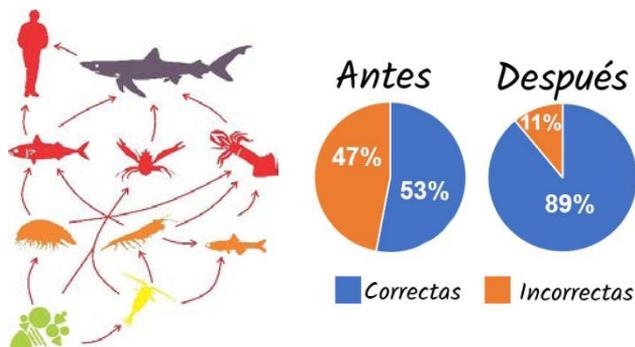


Figura 4. Gráficas de las respuestas antes y después de dar la plática del proyecto, representan los datos de 50 encuestas.

Fuente: Diseño propio

Cuarto, se habla del uso de tecnología mexicana para reconocer a los bioindicadores, con la aplicación llamada *aneneztlí* (libélula en náhuatl). Esta incluye a bioindicadores acuáticos, para que la gente pueda conocer la salud de sus ríos y participar más en su limpieza. Esto ayudará en la apropiación social del conocimiento (ciencia ciudadana). Quinto, se hacen recomendaciones sencillas, pero de gran impacto, para que se reduzca la contaminación que se pueden hacer desde el hogar o en el entorno. Se aplicaron 50 encuestas a los diferentes niveles escolares (Figura 4). Como resultado hubo una mejora en las respuestas acertadas después de la exposición (de 53% a 89%), lo que significa que sí se comprendió la información que se expuso y se está cumpliendo con la hipótesis sobre cómo con la plática se puede concientizar y dar a conocer los bioindicadores.

## CONCLUSIONES

El uso de bioindicadores es importante para identificar y entender los efectos de la contaminación, por lo que se debe compartir esta información. Se aprobó la hipótesis y, con la divulgación, los alumnos de diferentes niveles mejoraron el conocimiento y comprensión del tema y sus conceptos acerca de animales bioindicadores y la contaminación del agua. También, al conocer de primera mano ejemplares de animales reales, a los que normalmente no se tiene acceso, permite valorar más su importancia y la de los ambientes donde habitan, lo que motiva a cuidarlos. Atender el problema de la contaminación, en parte por medio de los bioindicadores, ayudará a tener un recurso limpio y, al mismo tiempo, protegerá la biodiversidad. Con estos aspectos se contribuye a la aplicación de los objetivos de desarrollo sostenible.

## AGRADECIMIENTOS

A la M.C. Yurixhi Ledezma García, por su total e incondicional contribución en el desarrollo del proyecto. Al M.C. Carlos Escalera Gallardo, Dr. Felipe Galván Magaña, Dra. Eugenia López López, y Dra. María Dinorah Herrero Perezrul, por su gran apoyo y asesoría en los diferentes temas.

## REFERENCIAS

- Alves, L. M. F., Lemos, M. F. L., Cabral, H. y Novais, S. C. (2022). Elasmobranchs as bioindicators of pollution in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 176:113418.
- Boon, B. (fecha de acceso: 2022: 15 de febrero). Bibliographic Research, The SAGE Encyclopedia of Communication Research Methods [en red]. (fecha de trabajo original: 2016). Disponible en: <https://methods.sagepub.com/reference/the-sage-encyclopedia-of-communication-research-methods/i2145.xml>
- Botterell, Z. L. R., Beaumont, N., Cole, M., Hopkins, F. E., Steinke, M., Thompson, R. C. y Lindeque, P. K. (2020). Bioavailability of Microplastics to Marine Zooplankton: Effect of Shape and Infochemicals. *Environmental Science & Technology*, 54(19):12024-12033.
- González Zuarth, C. A., Vallarino Moncada, A., Pérez Jiménez, J. C. y Low Pfeng, A. M. (Eds.). (2014). Bioindicadores: Guardianes de nuestro futuro ambiental. El Colegio de la Frontera Sur Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.
- Mendoza Alfaro, R. y Romero-Amador, L. (2022). Ajolotes, especies emblemáticas amenazadas por los factores de cambio de la biodiversidad. *Boletín de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología*, 2(5):58-69.
- Muñoz-Arnanz, J., Chirife, A. D., Galletti Vernazzani, B., Cabrera, E., Sironi, M., Millán, J., Attard, C. R. M., & Jiménez, B. (2019). First assessment of persistent organic pollutant contamination in blubber of Chilean blue whales from Isla de Chiloé, southern Chile. *Science of The Total Environment*, 650:1521-1528.
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). (fecha de acceso: 2022: 1 de noviembre). How does climate change affect coral reefs? [en red]. (fecha de trabajo original: 2021). Disponible en: <https://oceanservice.noaa.gov/facts/coralreef-climate.html>
- Parmar, T. K., Rawtani, D. y Agrawal, Y. K. (2016). Bioindicators: The natural indicator of environmental pollution. *Frontiers in Life Science*, 9(2):110-118.
- Ramírez-Ayala, E., Arguello-Pérez, M. A., Tintos-Gómez, A., Pérez-Rodríguez, R. Y., Díaz-Gómez, J. A., Borja-Gómez, I., Sepúlveda-Quiroz, C. A., Patiño-Barragán, M., Lezama-Cervantes, C., Salomé-Baylón, J., Ramírez-Ayala, E., Arguello-Pérez, M. A., Tintos-Gómez, A., Pérez-Rodríguez, R. Y., Díaz-Gómez, J. A., Borja-Gómez, I., Sepúlveda-Quiroz, C. A., Patiño-Barragán, M., Lezama-Cervantes, C. y Salomé-Baylón, J. (2020). Review of the biomonitoring of persistent, bioaccumulative, and toxic substances in aquatic ecosystems of Mexico: 2001-2016. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 48(5):705-738.
- Smale, D. A., Wernberg, T., Oliver, E. C. J., Thomsen, M., Harvey, B. P., Straub, S. C., Burrows, M. T., Alexander, L. V., Benthuyssen, J. A., Donat, M. G., Feng, M., Hobday, A. J., Holbrook, N. J., Perkins-Kirkpatrick, S. E., Scannell, H. A., Sen Gupta, A., Payne, B. L. y Moore, P. J. (2019). Marine heatwaves threaten global biodiversity and the provision of ecosystem services. *Nature Climate Change*, 9(4):306-312.
- Trifuoggi, M., Pagano, G., Guida, M., Palumbo, A., Siciliano, A., Gravina, M., Lyons, D. M., Burić, P., Levak, M., Thomas, P. J., Giarra, A. y Oral, R. (2017). Comparative toxicity of seven rare earth elements in sea urchin early life stages. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(25):20803-20810.
- Valente-Neto, F., Martínez, B. T., Hughes, R. M., Ferreira, A., Severo-Neto, F., Souza, F. L. de, Souza, R. P., Escarpinati, S. C. y Roque, F. de O. (2021). Incorporating costs, thresholds and spatial extents for selecting stream bioindicators in an ecotone between two Brazilian biodiversity hotspots. *Ecological Indicators*, 127:107761.
- Weston, J. N. J., Carrillo-Barragan, P., Linley, T. D., Reid, W. D. K. y Jamieson, A. J. (2020). New species of Eurythenes from hadal depths of the Mariana Trench, Pacific Ocean (Crustacea: Amphipoda). *Zootaxa*, 4748(1):163-181.

# INNOVABLOCK. BLOQUES DE CONSTRUCCIÓN LIGERA A PARTIR DE TETRA BRIK REUTILIZADO

Castañón-Gordillo, Julián Humberto<sup>1</sup>  
Tirado-Rodríguez, Daniel<sup>1</sup>  
José Humberto Castañón González<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Colegio de Educación Bilingüe Americano Emilio Rosenblueth.

<sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México Campus Tuxtla Gutiérrez.

Estado: Chiapas.

Nivel: Secundaria.

Categoría: Ciencias Ambientales

## RESUMEN

*El armado de construcciones con Legos® da una idea general, de que se pueden elaborar algunos muros de manera sencilla. El objetivo fue llevarlo a nivel real y sobre todo aprovechando los residuos que generamos a diario en casa. Primero es clasificar los residuos, para posteriormente elaborar bloques rellenos de residuos plásticos de un solo uso, con los cuales contamos en todo momento; finalmente construir con este material espacios útiles como lo son de primer momento una casa para perro. La creatividad y responsabilidad ambiental puede dar una segunda oportunidad a la salud de nuestro planeta. Se elaboraron paneles de Tetra Brik con los que se construyó una pequeña casa para perro dentro de la perrera municipal de Berriozábal, Chiapas, México. Se realizó una prueba térmica para el material construido, uno con cemento, otro con arcilla y se comparó con un block tradicional, resultando que en interiores la temperatura puede ser más comfortable.*

*Palabras clave: Residuos, Tetra Brik, Paneles de construcción, Desarrollo sustentable.*

## ABSTRACT

*Building constructions with Legos® gives a general idea that we can all build some walls in a simple way. The aim of this project was to take it to a real level and above all to make use of the waste that we generate on a regular basis at home. The first step is to sort the waste and then to make our blocks out of single-use plastic waste, which we are full of, and finally to build useful spaces with this material, such as a dog house. Creativity and environmental responsibility can give the health of our planet a second chance. Tetra Brik panels were used in a second stage to build a small dog house in the municipal kennel of Berriozabal, Chiapas, Mexico. A thermal test was carried out for the constructed material, one with cement, the other with clay and compared with a traditional block, with the result that temperature can be more comfortable.*

*Keywords: Waste, Tetra Brik, Building blocks, Sustainable development.*

## INTRODUCCIÓN

Un problema grande y creciente como sociedad, es la cantidad de residuos sólidos domiciliarios (RSD) que generamos. Los RSD, conocidos como basura, realmente son residuos, porque muchos pueden reutilizarse o reciclarse y no llegar a basureros o rellenos sanitarios. Los empaques de alimentos son un problema para el ambiente, los vemos en las calles, el campo y el océano. Si se queman, contaminan el aire, ocasionan enfermedades respiratorias e incluso cáncer. De acuerdo con la ONU, cada año se recolectan 11,200 millones de toneladas de residuos en el mundo, sólo se ha reciclado 9% de los plásticos a lo largo de su historia, 12% se ha incinerado y 79% se encuentra disperso en el ambiente.

El *Tetra Brik* es el principal envase utilizado para la leche, consta de 3 materiales diferentes, 75% cartón o celulosa, 20% plástico y 5% aluminio, esta mezcla complica su separación y tratamiento, por lo que es un residuo que generalmente se recicla en pocos sitios en el mundo. La producción de leche va en aumento, por lo que cada vez se requieren mayores cantidades de este material y su uso se ha extendido a otros alimentos como salsas, jugos y más.

El uso de *Tetra Brik* y plásticos en general para la construcción de paneles ligeros para la industria de la construcción es buena alternativa, se encuentra alineada a los objetivos de desarrollo sostenibles (ODS) de naciones unidas, incidiendo en el objetivo 9 "Industria, innovación e infraestructura" se proponen bloques de construcción ligera a partir de un nuevo material; objetivo 13 "Acción por el clima" porque es una actividad que reduce los residuos y les da otra oportunidad de uso; objetivo 14 "Vida submarina" porque hoy en día, muchos de los plásticos van a parar al océano y afectan la vida submarina.

La hipótesis planteada fue que es posible reducir la cantidad de RSD que llegan al vertedero y además reutilizarlos en construcciones sencillas, implementando un proceso de construcción con paneles ligeros con un porcentaje de capacidad térmica para ser más agradable su interior.

El objetivo general fue: Desarrollar un material de construcción tipo panel ligero, a partir de residuos de *Tetra Brik* y plásticos de un solo uso como relleno y elaborar paneles ligeros recubiertos con materiales distintos para comparar la capacidad térmica.

## MARCO TEÓRICO

Nuestro estilo de vida es insostenible, cada vez son más las personas que requieren alimentos, medicamentos, energéticos, viviendas, objetos personales para una vida más placentera a un costo ambiental muy alto.

En México, la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), menciona que la mayor inversión económica del sector se encuentra en edificaciones de viviendas y comercios, es ahí también donde se utilizan mayoritariamente los paneles ligeros estructurales (PLE).

Un PLE es un sistema constructivo que puede ser suficiente, seguro y mucho más rápido de construir que los métodos tradicionales, se adapta a cualquier edificación y necesidad; además puede generar un mayor aislamiento a los espacios, lo que se traduce en ahorro energético por calefacción o aires acondicionados. En la actualidad se han diseñado para construir elementos no estructurales en interiores, muros divisorios, forro de columnas, engrosamiento de muros, muebles integrales y detalles arquitectónicos. En nuestro país se tienen los siguientes materiales:

*Panel de unice*, fabricado con una placa de unice forrada por una malla electrosoldada de alambre de acero.

*Covintec*, estructura tridimensional de alambre pulido electrosoldado, compuesto por armaduras verticales denominadas escalerillas o zig-zag, al interior tiene poliestireno expandido, es recomendado donde se requiera aislamiento térmico y acústico (Qualypanel, 2011).

*Durock*, tiene buena resistencia a la flexión, ideal para muros, divisiones, pisos, faldones y plafones; es resistente y durable (USG Latam, 2022).

*Tablaroca*, equivalente a una tabla, pero de yeso con papel en los lados, se utiliza en detalles de interiores, la empresa más conocida en México es Panel Rey (Panel Rey, 2022).

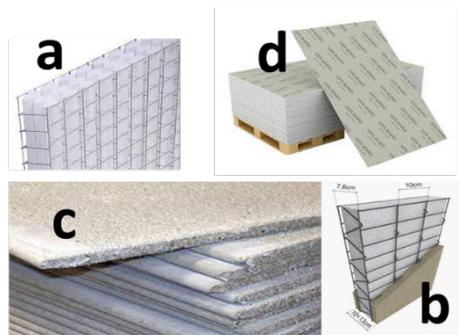


Figura 1. Diversos materiales de construcción para muros de interiores empleados en México bajo normas de construcción.

a) Panel de unice, b) Covintec, c) Durock, d) Tablaroca.

## MÉTODOS

Para construir los paneles estructurales, se necesitaron los siguientes materiales:

- Envases vacíos (*Tetra Brik*).
- Envolturas plásticas diversas (plásticos de un solo uso).
- Mallas de acero para construcción ligera y alambre.
- Cemento-Agua-Arena
- Arcilla roja de la comunidad Vistahermosa de Berriozábal, Chiapas.

Los envases, principalmente de leche, se tienen que lavar, escurrir y secar, posteriormente se rellenan con residuos plásticos y metálicos de productos varios, como: envolturas de galletas, sobres de gelatinas, blíster de medicamentos, cintillos plásticos de botellas, envolturas de golosinas, bolsas plásticas, entre otros. Todos estos residuos ayudan a darle resistencia a nuestro *block*. Un *block* es una caja de leche vacía, limpia y seca rellena de plásticos residuales. La figura no. 2 muestra el proceso.



Figura 2. Envases vacíos de *Tetra Brik* rellenos de plásticos de un solo uso.

Con varias cajas se conforman los paneles, apoyados de dos mallas de acero, y con alambres, se sujetan para formarlos.

En la fase de Expociencias Chiapas, un jurado preguntó por la posible capacidad térmica de Innovablock, por lo que, con ayuda de un albañil, se elaboró un *block* repellido con cemento y otro con arcilla obtenida de la comunidad Vistahermosa del municipio de Berriozábal, Chiapas, México; así como también se comparó con un *block* tradicional. El ensayo consistió en poner los *blocks* en el piso de manera vertical y cuando el sol estuvo dando sombra en un costado, se tomaron con ayuda de dos termómetros, las temperaturas del lado donde el sol incide y la temperatura a la sombra, esto se repitió por varios días y horarios, para obtener promedios de los resultados. El procedimiento se observa en la figura no. 3.

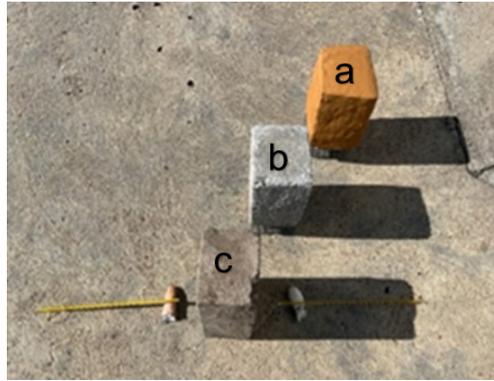


Fig. no. 3. Experimento con innovablock de arcilla(a), innovablock de cemento(b) y block tradicional(c).  
Se observan termómetros al sol y a la sombra.

## RESULTADOS

Se determinó la cantidad de residuos que dejamos de “tirar a la basura”, para ello, se pesaron 20 *blocks* al azar y luego se dividió entre 20, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$(TB1+TB2+...TB20)/20 = \text{promedio}$$

donde, TB y su subíndice se refiere a cada uno de los *blocks* fabricados con *Tetra Brik* rellenos de plásticos de un solo uso.

Con malla y alambre se sujetaron diferentes dimensiones de paneles de innovablocks, uno de 6x7, dos de 4x7 y uno de 2x7, dando un total de 112 *blocks*, para conformar las paredes de lo que fue una casa para perro de las dimensiones resultantes de 140x80x80 centímetros de largo, ancho y altura, respectivamente. Figura no. 4.



Fig. no. 4. Paneles estructurales construidos a la medida de las paredes requeridas para la casa del perro.

Del 10 al 22 de octubre del 2022 se realizaron mediciones para conocer las temperaturas al sol y a la sombra de los diferentes *blocks* (tradicional o comercial), innovablock recubierto con cemento e innovablock recubierto con arcilla, los resultados en promedio fueron los siguientes:

Block	T <sub>1</sub> -Temperatura al sol (°C)	T <sub>2</sub> -Temperatura a la sombra (°C)
Tradicional	34.67	31.34
Innovablock con cemento	34.67	29.78
Innovablock con arcilla roja	34.67	28.56

Cuadro No. 1. Resultados de los promedios de las mediciones realizadas en la ciudad de Berriozábal, Chiapas.

## DISCUSIÓN

De las primeras observaciones se tiene que, si los envases no están limpios, se generan malos olores. Los plásticos utilizados para darle mayor firmeza a las cajas vacías de *Tetra Brik*, además, ayudaron a disminuir los residuos que arrojamos al camión de la basura, con lo cual disminuimos nuestra huella ecológica familiar. Resultando que cada *block* en promedio tuvo un peso de 47.1 gramos, misma cantidad no tirada a la basura.

En relación con la capacidad térmica, los datos experimentales obtenidos se promediaron y muestran que el *block* tradicional disminuye en 3.33° C la temperatura entre la cara que está al sol y la cara a la sombra, mientras que con el Innovablock repellido con cemento tradicional la diferencia es de 4.89° C y finalmente con el Innovablock repellido con arcilla roja fue de 6.11° C; lo que da como resultado, que nuestro producto tenga un mayor nivel de propiedad térmica al sol, sin embargo, en los trayectos de traslados desde Chiapas a San Luis Potosí, México, el *block* con arcilla sufrió fracturas, que evidenciaron un nivel de dureza menor, esto discutido con expertos del Colegio Chiapaneco de Arquitectos A. C., quienes comentaron que es evidente ese resultado por el tipo de material y que se recomienda utilizar cemento para fines de construcciones, aunque en el caso de la arcilla puede ser más vistoso y artesanal en algunos acabados.

No menos importante y de mayor satisfacción, es saber que muchos RSD no tuvieron que irse al camión de la basura, no contaminaron el aire, el suelo, no se acumuló en los sitios de disposición final y con las lluvias y el sol no se generaron lixiviados que contaminan nuestros mantos acuíferos en el subsuelo y que en algún lugar lo sacarán a la superficie como una fuente de agua para consumo, que lamentablemente estará contaminada. Realizando el cálculo donde se emplearon 112 *blocks*, se dejaron de tirar 5,275.2 gramos de residuos.



Figura no. 5. Casa para el perrito "Firulais".

## CONCLUSIONES

La observación de juegos familiares como los Legos® pueden llevar a despertar interés y con el apoyo de familiares, asesores y expertos en el área del conocimiento, llevar a cabo proyectos donde se respondió a la hipótesis de que es posible realizarlo; pero sobre todo, que estamos a tiempo de convertir nuestros residuos en materiales para darles una vida útil mayor y que el beneficio medioambiental es muy grande, dejamos de tirar a la basura 47.1 gramos en promedio por cada *Tetra Brik* reciclado para una futura construcción, y si la construcción es realizada con arcilla, el muro puede resultar térmico hasta en 6.11 grados Celsius.

## REFERENCIAS

Castañón-González, Jorge E. Comunicación personal 2022. Ingeniero Civil y maestro en ingenierías para el proceso de elaboración de los paneles estructurales y las piezas de bloques y construcción de la casa del perro.

Organización de Naciones Unidas (ONU). 2022. Página Web de la ONU. En: <https://www.un.org/es/actnow/facts-and-figures> Revisada el 18 de mayo de 2022.

Panel Rey S.A. de C. V. 2022. Ficha técnica del Panel Rey Ligth. En: [https://publicfilespr.blob.core.windows.net/archivos/recurso-tecnico/Panel\\_yeso\\_light\\_rey.pdf](https://publicfilespr.blob.core.windows.net/archivos/recurso-tecnico/Panel_yeso_light_rey.pdf) Revisada el 15 de mayo de 2022.

Qualypanel S. A. de C. V. 2011. Ficha técnica del covintec de 3 pulgadas. En: <https://covintec.com/wp-content/uploads/2019/09/covintec-ficha-tecnica-qualypanel-covintec-3-pulgadas.pdf> Revisada el 16 de mayo de 2022.

Ríos-Rojas, Carlos. Comunicación personal 2022. El Doctor en Ingeniería Mecánica, para explicarnos la Ley de Fourier para transferencia de calor.

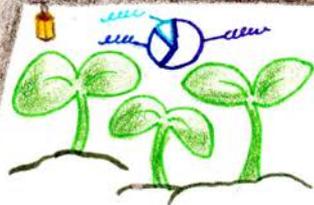
Tetra Bric. 2022. El recetario. En <http://el-recetario.net/tetrabrik/> Revisado el 23 de mayo de 2022.

USG Latam. 2022. Ficha técnica del tablero de cemento USG Durock. En: [https://www.usg.com/content/dam/USG\\_Marketing\\_Communications/mexico/product\\_promotional\\_materials/finished\\_assets/usg-tablamiento-durock-ficha-tecnica-mex-es.pdf](https://www.usg.com/content/dam/USG_Marketing_Communications/mexico/product_promotional_materials/finished_assets/usg-tablamiento-durock-ficha-tecnica-mex-es.pdf) Revisada el 16 de mayo de 2022.

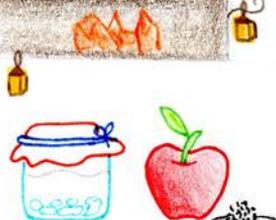
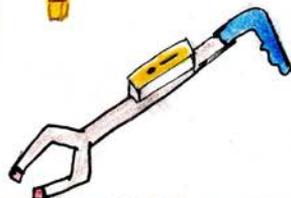
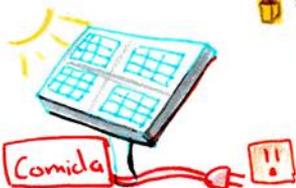
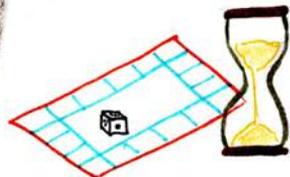
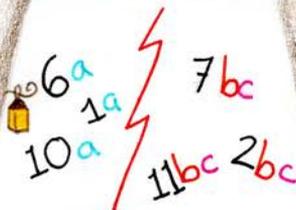
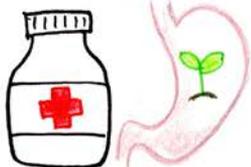
Vázquez-Constantino, Enrique. Comunicación Personal 2023 con el Doctor en arquitectura y sus compañeros del Colegio de Arquitectos de Chiapas A. C. donde obtuvimos retroalimentación de los materiales empleados para la construcción de nuestro material.

Vázquez-García, Genaro. Comunicación Personal 2023. Médico Veterinario Zootecnista que nos explicó las dimensiones de una casa para perro y nos apoyó para su construcción.





# CAPITULO 3 MEDIA SUPERIOR





# ALERTA FIRE

Villanueva-Ramírez, Emily  
Esparza-López, Gema  
Montellano-González, Graciela Guadalupe  
Conalep 055, Plantel Matamoros  
Tamaulipas  
Nivel Media Superior  
Área: Mecatrónica

## RESUMEN

*Fugas de gas en las instituciones educativas, oficinas, restaurantes, casa habitación, empresas, etc. Se realizó una investigación documental para conocer las causas que generaban los accidentes por fuga de gas. Se realizó una investigación aplicada para apoyar en la solución de accidentes causados por fuga de gas. Se utilizó Internet como herramienta de investigación para conocer si ya existe un producto similar en el mercado. Se realizó una investigación de campo mediante un formulario para conocer la opinión de algunas instituciones educativas, guarderías y padres de familia para conocer si era viable realizar nuestro proyecto a través de un formulario en Microsoft FORMS, lo realizamos de forma digital. Se investigó sobre dispositivos electrónicos que integran a ALERTA FIRE, así como sus códigos de programación que nos apoyarán en el diseño del código de programación. Buscar y cotizar los materiales necesarios para realizar nuestro prototipo tecnológico. Una de las medidas de seguridad más eficaces en la prevención de incendios son los detectores de gas. Gracias a un detector de gases o sensor de gases podremos detectar fugas o concentraciones de gas perjudiciales para las personas o los bienes a tiempo para resolverlo y repararlo. Las fugas de gas pueden ser muy peligrosas, la seguridad es lo primero y contar con un detector de gases fiable y de calidad puede evitar muchos problemas. Son una herramienta verdaderamente útil y aporta seguridad y tranquilidad. El sistema ALERTA FIRE es un dispositivo innovador que puede detectar, medir, monitorizar y reaccionar ante la presencia de gas natural, o gas LP presente en sus inmediaciones. Palabras clave: Medidas preventivas, medio ambiente, gas natural, gas LP, accidentes, mortalidad.*

## ABSTRACT

*This research is related to the issue of accidents caused by gas leaks in educational institutions, offices, restaurants, homes, companies, etc. A documentary investigation was carried out to know the causes that generated the gas leak accidents. Applied research to support the solution of accidents caused by gas leaks. The internet was used as a research tool to find out if there is already a similar product on the market. A field investigation was carried out using a form to find out the opinion of some educational institutions, daycare centers and parents to find out if it was feasible to carry out our project through a form in Microsoft FORMS, we did it digitally. The electronic devices that integrate ALERT FIRE were investigated as well as their programming codes that will support us in the design of the programming code. Search and Quote the necessary materials to make our Technological prototype. One of the most effective security measures in fire prevention are gas detectors. Thanks to a gas detector or gas sensor we will be able to detect leaks or concentrations of gas that are harmful to people or property in time to resolve and repair it. Gas leaks can be very dangerous, safety comes first and having a quality, reliable gas detector can prevent many problems. They are a truly useful tool and provide security and peace of mind. FIRE ALERT System is an innovative device that can detect, measure, monitor and react to the presence of natural gas, LP gas present in its vicinity. Keywords: Preventive measures, environment, natural gas, LP gas, accidents, mortality.*

## INTRODUCCIÓN

A escala mundial, México es uno de los principales consumidores de gas LP como combustible de uso doméstico e industrial. Su producción, transporte, distribución y uso final implican diferentes riesgos a la población. Generalmente, se presentan fugas e incendios que involucran este producto, en el hogar, comercios y también, en instalaciones industriales. Esta investigación presenta una revisión acerca de la problemática de la industria gasera y la normatividad vigente en México, así como las afectaciones que puede ocasionar a la población civil y el mal manejo de este producto. Se diseña y desarrolla un sistema de control y monitoreo remoto de gas licuado de petróleo (GLP) para uso residencial, el cual detectará fugas de gas y de monóxido de carbono (CO), que es producto de la combustión.

Las fugas de gas son consideradas la segunda causa de incendios según fuentes oficiales, por ello recomiendan a la comunidad tomar las debidas medidas de seguridad, de evitar manipular los cilindros utilizados en hogares y comercios, estos son tan peligrosos que pueden explotar con una simple chispa. No es necesario que la concentración de gas llegue a producir fuego para que sea un problema, ya que muchos de los accidentes producidos se dan también por su inhalación, en especial de CO.

Será viable diseñar y crear un sistema de dispositivos electrónicos y tecnológicos a base de microcontroladores y sensores que ayuden a prevenir accidentes a causa de una fuga de gas.

Los dispositivos electrónicos del fabricante *Arduino*, han facilitado la compatibilidad entre varios sensores, en este caso de GLP, CO y la conectividad inalámbrica *wifi*, estos son los que se han usado en este proyecto. Adicionalmente, el software de este ESP8266 establece la comunicación entre ellos obteniendo un monitoreo de las variantes deseadas. Para monitorear estas variables se aprovechó una aplicación móvil gratuita que pide un mínimo de datos de registro y configuración, del cual se pudo aprovechar la conectividad a redes inalámbricas para acceder a la comunicación con los módulos de detección que son los que van a recibir las señales de las variables. Para desarrollar un sistema de control y monitoreo remoto de GLP de uso residencial, se planteó y realizó algunos propósitos, inicialmente se identificaron las normas de seguridad para la manipulación e instalación de GLP con el cual se determinó el *software* y *hardware* ya implementado en el proyecto con base en un estudio, por consiguiente se estableció la ubicación más eficiente del detector en el domicilio, se eligió una aplicación para la comunicación inalámbrica entre el detector y el dispositivo móvil, con todos estos elementos se logró construir el prototipo en función a los parámetros establecidos del diseño que finalmente permitió realizar pruebas al prototipo para validar su funcionamiento.

## MARCO TEÓRICO

El Gas Licuado de Petróleo (GLP). El consumo de GLP, denominado comúnmente como gas doméstico, del cual se deriva el monóxido de carbono (CO) como producto de combustión del gas, son los principales causantes de accidentes domésticos, sea por mala instalación, manipulación o falta de prevención en cuanto a herramientas técnicas. Pesa más que el aire, en puro estado de gas pesa casi el doble que el aire. Por esto, no se eleva; sino que se desplaza a nivel del suelo.

El ESP8266 es el microcontrolador más utilizado para conectar cosas. Las aplicaciones de un microcontrolador como este, con conectividad a Internet, son infinitas.

El módulo SIM800L permite utilizar la red GSM para enviar y recibir mensajes de texto.

Un sensor de gas (mq-2), que está integrado en el mecanismo, detectará el gas y mandará una señal al *buzzer* el cual omitirá un sonido alertando a quien se encuentre en casa y a la vez abrirá las ventanas para que se pueda salir el gas en lo que llega *protección civil*.

Un sensor de humedad, el cual es el encargado de enviar una señal al puente H el cual accionará el mecanismo de la varilla roscada para que este cierre la ventana al momento de detectar una lluvia.

## MÉTODOS

Se encuestaron a 30 personas de la ciudad entre padres de familia, empresarios, trabajadores de empresas de gas, para conocer si es viable realizar el producto ALERTA FIRE teniendo un resultado favorable que nos motiva para seguir con el proyecto. Es viable, de triple impacto para la sociedad.

Se utilizó internet como herramienta de investigación para conocer si ya existe un producto similar en el mercado.

Se realizó una investigación de campo mediante un formulario para conocer la opinión de algunas instituciones educativas y padres de familia para conocer si era viable realizar nuestro proyecto a través de un formulario en *Microsoft FORMS*, lo realizamos de forma digital (ANEXO).

Como herramienta principal tenemos el ARDUINO y en internet buscamos los sensores compatibles con el microcontrolador para que realice las funciones del proyecto.

Así como buscar códigos de programación que nos apoyaran en el diseño del código de programación de ALERTA FIRE.

Buscar y cotizar los materiales necesarios para realizar el prototipo tecnológico.

Finalizando esta investigación, es relevante aportar, la importancia que tiene un detector de gases en una institución u otro lugar público y privado, de tal modo que puede demostrar los beneficios y seguridad que ofrece. Estos dispositivos tienden a prevenir accidentes de altos índices de fatalidad, ya que una fuga de gas es altamente riesgosa para cualquier espacio. La fabricación de un detector de gas fue llevada a cabo con propósito de brindar un avance en el aspecto de seguridad.

## RESULTADOS

De igual forma, lo planteado, elaborado y ejecutado en esta investigación fue realizado con la función de hacer tomar en cuenta lo importante que es una prevención y más si es en el sentido de explosiones y daños causados por escapes de gases y tuberías rotas.

ALERTA FIRE no tiene competidor porque tiene más funciones que los productos que ya existen en el mercado.

- Conexión *WiFi*; control remoto inteligente de la aplicación
- Monitorea los niveles de gas natural o gas LP en el ambiente
- Monitorea actividad de fuego en caso de incendio
  - La calidad del oxígeno (monóxido de carbono)
  - La temperatura y humedad en el ambiente
- Se tiene un sensor de lluvia
- Abre la ventana en caso de acumulación de gas.
- Envía mensajes de texto alertando de la fuga de gas
- Realiza una llamada al usuario
- Envía correo electrónico
- Alerta al 911 y protección civil

## CONCLUSIONES

Lo importante es preservar nuestra vida y la de otros, ya que simples descuidos pueden llegar a ser lamentables.

Para finalizar con el presente trabajo, se puede hacer referencia a la importancia que tiene la investigación como proceso de aprendizaje; puesto que la misma posee una gama de características fundamentales y que se estrechan de manera muy compacta

para poder captar la información o para lograr los objetivos propuestos, es preciso recordar que la investigación científica es un método riguroso en el cual se obtiene una serie de objetivos antes propuestos y de manera muy técnica, y la investigación es la que tiene por fin ampliar el conocimiento científico.

## REFERENCIAS

AI-thinker. (2017). Obtenido de <https://www.ai-thinker.com>  
 Arduino. (2018). Obtenido de <https://www.arduino.cc>  
 Arduino. (2018). Obtenido de <https://store.arduino.cc/usa/arduino-nano>

## ANEXOS

**DIAGRAMA A BLOQUES DEL CODIGO FUENTE DEL SISTEMA DE ALERTA FIRE**

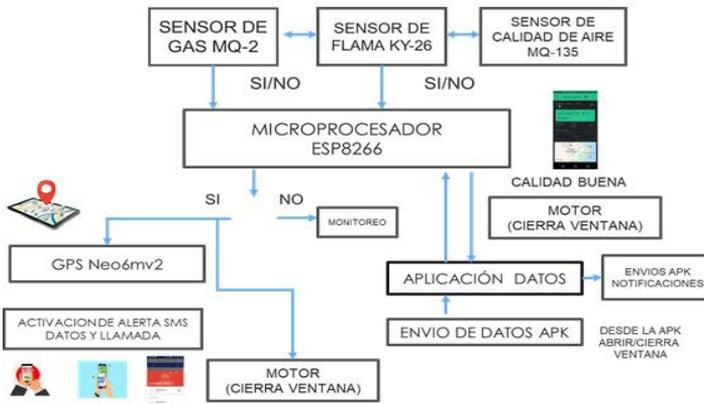
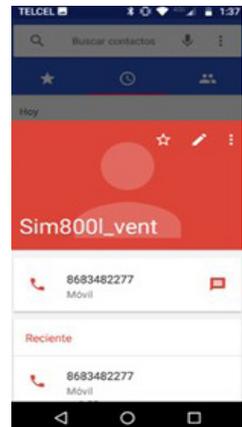


Diagrama a bloques del funcionamiento de Alerta Fire



Prototipo ALERTA FIRE



Aplicación en tu móvil / Mensajes de Texto que envía el SIM de ALERTA FIRE / Llamada que realiza el Sistema ALERTA FIRE



# ANÁLISIS HÍDRICO DEL RÍO MAGDALENA

Álvarez-Fernández, Abigail  
Herrera-Reyes, Ivonne

Centro Universitario México  
Ciudad de México

Nivel Medio Superior  
Área: Biología

## RESUMEN

*Es evidente la importancia del agua como recurso único e insustituible, esta se ha visto afectada por la contaminación humana. México presenta un nivel de estrés hídrico severo, y la contaminación del Río Magdalena, siendo el último caudal vivo de la Ciudad de México, forma parte de este problema. El presente proyecto se aboca al estudio y análisis de la calidad del agua en su caudal alto. Se realizaron técnicas de muestreo para conocer los puntos de inicio de contaminación, asimismo estas se examinaron en el laboratorio someténdolas a pruebas físicas; temperatura, turbidez y transparencia, pruebas químicas; alcalinidad y acidez, y pruebas biológicas mediante observación en microscopio. Se realizaron tablas comparativas expresando los resultados obtenidos y en conjunto permiten conocer como resultado general que el inicio de la contaminación no está en el nacimiento del río, sin embargo, se detectan residuos de plásticos y derivados de petróleo desde el inicio de su cauce. Se concluye que, el caudal alto del Río Magdalena tiene muy bajos niveles de contaminación, pero es crucial continuar con el muestreo en sus demás etapas para sugerir futuros proyectos de rescate, prevención y limpieza del último caudal vivo de la Ciudad de México.*

*Palabras Clave: Río Magdalena, Análisis, Hídrico, contaminación, Ciudad de México*

## ABSTRACT

*Although water is a unique and unreplaceable resource, it is constantly affected by human pollution. Mexico is currently one of the countries with the highest water stress crisis of the world due to water pollution. Magdalena River, being the last living open-air riverbed in Mexico City is facing the consequences of this problem. This project is dedicated to study the quality of it's water using physical sampling techniques (temperature, turbidity, transparency) chemical techniques (alkalinity and acidity) and biological tests using the microscope, all of the above applied to the source of the river in order to find the origin location of it's pollution. Data tables were made expressing results of the sampling techniques, and they show that the origin location of the pollution is not the source. However, plastic waste and petroleum derivates are found in this area polluting the river. As conclusion we have learned that Magdalena River has low levels of contamination in its source, but it's crucial to continue sampling the rest of the riverbed in order to find the origin it's pollution and to propose future prevention and rescue projects of the last living riverbed of Mexico City.*

*Keywords: Magdalena River, analysis, hydric, contamination, Mexico City*

## INTRODUCCIÓN

Con el crecimiento poblacional se ha agudizado la escasez de agua, el recurso esencial para la vida en todos sus aspectos. Hoy en día la demanda de esta es mayor a su disponibilidad, provocando insuficiente abastecimiento para la supervivencia de ecosistemas y actividad humana. El hecho de que México se identifica como el segundo país en Latinoamérica con mayor estrés hídrico ([WRI], 2015), y que seis de cada diez ríos en nuestro país están contaminados, agudiza la importancia del rescate del último río vivo de la Ciudad de México, el Río Magdalena (RM).

Es objetivo de este proyecto la investigación y análisis del caudal alto del Río Magdalena, partiendo de técnicas de muestreo en diferentes zonas, para identificar el estado actual de su calidad de agua y los orígenes de su contaminación, en función de proponer futuros proyectos de limpieza y preservación, al igual que evidenciar la falta de conciencia sobre su estado actual. Si en los resultados de las técnicas de muestreo se determinan los puntos de inicio de contaminación, se podrán conocer las condiciones necesarias para una gestión sostenible de su agua.

Este proyecto es considerado la primera etapa de investigación de un proyecto integral, aunque se limita al cauce alto del río, sustenta las bases necesarias para sugerir futuros análisis de otras partes de su cauce.

El documento se organiza presentando un marco teórico que conceptualiza la importancia del recurso del agua, sus contaminantes principales y datos del cauce del Río Magdalena (RM). Se continúa con el proceso metodológico, físico, químico y biológico de las técnicas de muestreo, posteriormente se presentan los resultados mediante tablas, su discusión y finalmente las conclusiones.

## MARCO TEÓRICO

El agua siendo un recurso renovable deja de serlo gracias a las alteraciones causadas por los múltiples tipos de contaminación (CONAGUA, 2022). Es el factor indispensable para la vida digna de cualquier ser humano, pues está en el epicentro del desarrollo sostenible, es fundamental para la supervivencia de todos los ecosistemas y forma parte crucial de la adaptación al cambio climático (ONU, 2020). La falta de conciencia sobre su importancia como recurso, es la consecuencia de su mal uso, desperdicio y escasez, la cual es principalmente provocada por el ser humano, además, mundialmente seis mil millones de personas carecen de este recurso (UNESCO, 2015). El estrés hídrico se presenta cuando la demanda de agua es mayor a la cantidad de agua disponible, o cuando su uso se ve limitado por su mala calidad (FAO 2022). En nuestro país los

valores de estrés hídrico alcanzan de 3.69 a 3.84 (CONAGUA, 2019) indicando que se consume del 40% al 80% de agua disponible anualmente (GACETA UNAM, 2022), como consecuencia la población compite por la cantidad de agua dulce superficial.

Siendo los ríos el 1.6% del total del agua superficial en el mundo, sufren contaminación hídrica causada por distintos contaminantes (SEMARNAT, 2018). Entre los principales se encuentran insecticidas, pesticidas y fertilizantes, ampliamente usados en la agricultura a nivel mundial. La presencia de heces fecales en cuerpos de agua provoca contaminación con microorganismos y patógenos, los cuales transmiten enfermedades como la diarrea (Aqua, 2021). Los compuestos de origen orgánico como petróleo, plásticos y detergentes también contaminan en escalas masivas, pues no pueden ser naturalmente degradados por microorganismos. Los contaminantes radiactivos son considerados como los peores, a ellos se debe la presencia de isótopos radiactivos en el agua (Aqua, 2021).

El RM aún cruza parte de la ciudad a cielo abierto -los demás ríos fueron intubados el siglo pasado-, nace en la estación de Cuajimalpa en el cerro San Miguel, su curso alto atraviesa el Parque Los Dinamos en la alcaldía de Magdalena Contreras, se incorpora su cauce a la ciudad, intubándose en la avenida Río Magdalena (SECTEI, 2022) y recupera su cauce abierto junto al Parque los Viveros de Coyoacán. Tiene una extensión de alrededor de 20 kilómetros de longitud y se estima que su caudal medio es de 20 millones de metros cúbicos por año. Es evidente que existen descargas de residuos orgánicos e inorgánicos que afectan la calidad de su agua a lo largo de su cauce (SECTEI, 2020).

## MÉTODOS

El proceso metodológico se enfocó a una investigación bibliográfica respecto al cauce del Río Magdalena (RM) y el estudio de las técnicas de muestreo. La parte experimental fue realizada aplicando técnicas físico-químicas y biológicas en el alto cauce del RM. Posterior a la investigación bibliográfica, el 12 de diciembre de 2021 se visitó el alto cauce del RM en el Parque de los Dinamos ubicado en la alcaldía Magdalena Contreras, de la CDMX. Con frascos esterilizados, se tomaron 10 muestras de 250ml y dos de 35ml de en diferentes puntos del río. La ruta de muestreo inició por el cuarto Dinamo, cerca del nacimiento del río, subsecuentemente el segundo Dinamo y sus cuencas, finalizando el muestreo en el Parque la Cañada ubicado cerca de su incorporación a la ciudad, logrando una gran extensión en el área de muestreo. En cada punto de muestreo se midió la temperatura con termómetro de mercurio, el pH con tiras reactivas, y transparencia haciendo uso del Disco de Secci.

El 13 de diciembre de 2021, se continuó el análisis químico y biológico en el laboratorio. Primero se rectificaron los niveles de pH con el potenciómetro para obtener valores de mayor precisión. Posteriormente, para las pruebas químicas se prepararon las soluciones de ácido sulfúrico (0.1N) e hidróxido de sodio (0.02 N) para titular las muestras con los indicadores de alcalinidad; fenolftaleína y naranja de metilo. Finalmente, se observaron las muestras bajo el microscopio con repeticiones, en busca de materia orgánica. Se registraron en bitácora los resultados del sitio de muestreo y del laboratorio para posteriormente ser analizados y divididos en pruebas físicas, químicas y biológicas, considerando variables de las técnicas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra resultados de pruebas físicas, se observa que la temperatura del río varía entre 10° a 7° C, encontrando la temperatura más alta en muestra de la cascada, gracias a la fricción de viscosidad provocada por la caída de agua. El incremento de temperatura conforme el avance de la luz del día fue aproximadamente de 1° C, significando que las temperaturas en las zonas de muestreo entran en el rango aceptable. Los valores del disco de Secci hacen referencia al punto de penetración de los rayos luminosos, indicando su nivel de transparencia. Los valores 3.4 y 1.21 indican que las zonas de muestreo tienen agua cristalina, significando que no se detecta turbidez en el agua. Esto nos da a entender que no hay contaminantes químicos que obstruyan la penetración de luz en el río.



Cauce alto Río Magdalena. Fuente : elaboración propia.

Tabla 1. Pruebas Físicas

				Pruebas Físicas	
Muestra y nombre		Lugar de muestreo		Temperatura	Transparencia Disco de Secci
#	Dinamo	Rivera	Cauce	(C°)	Coefficiente de extensión
1	4			7	3.4 u
1	4			7	
2	4c*			10	/
2	4c*			10	/
3	4	cuenca		10	/
4	2			7	1.21 u
4	2			8	
5	2			8	
5	2			8	
5	2	tubería		8	/
6	Cañada			7	/
6	Cañada			8	/

\*La "c" indica muestra de cascada, el símbolo expresa de donde se tomó la muestra y las diagonales (/) indican no aplica por la zona de muestreo

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.

La Tabla 2 muestra las pruebas biológicas mediante observaciones en el microscopio, un total de 33.33% de las muestras obtuvieron resultados positivos, es decir que se encontró materia orgánica como; restos de plantas, microalgas y bacterias. Es necesario mencionar que no se encontró materia fecal en ninguna de las muestras.

Tabla 2. Pruebas Biológicas

				Pruebas Biológicas	
Muestra y nombre		Lugar de muestreo		Materia orgánica	
#	Dinamo	Rivera	Cauce	Positiva *	Tipo
1	4			-	
1	4				restos de plantas
2	4c			-	
2	4c			-	
3	4	cuenca		-	
4	2				microalga
4	2				microalga
5	2				bacterias
5	2			-	
5	2	tubería		-	
6	Cañada			-	
6	Cañada			-	

\*el símbolo  $\ominus$  significa muestra positiva y los guiones (-) significan muestra negativa.

Fuente: elaboración propia a partir de los datos obtenidos.

La Tabla 3 muestra los resultados de las pruebas químicas de alcalinidad y pH. La columna de alcalinidad presenta valores de cero en la titulación con fenolftaleína, refiriéndose a que las muestras no presentaron coloración rosa, es decir, que el RM aún cuenta con una balanceada concentración de dióxido de carbono. Los valores de la titulación con naranja de metilo demuestran que existe una moderada presencia de hidróxidos e iones de hidrógeno, dando así las condiciones necesarias para organismos acuáticos. La columna de pH compara los valores de tiras reactivas con los valores del potenciómetro, ambas rectifican que las muestras tienen un pH neutro. Lo anterior respalda las pruebas de alcalinidad confirmando que no existen contaminantes disueltos en el agua que provoquen un desbalance de hidróxidos e iones de hidrógeno, por lo tanto, es seguro decir que el agua se mantiene en buen estado. Es importante mencionar que durante la expedición se pudo hallar basura derivada de petróleo como plásticos y unicel en la zona del Parque La Cañada, donde la población comienza a incrementar.



Disco de Secci. Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Pruebas Químicas

Muestra y nombre		Lugar de muestreo		Pruebas Químicas			
				Alcalinidad *		pH	
#	Dinamo *	Rivera	Cauce	Titulación con fenolftaleína	Titulación naranja de metilo	Tiras reactivas	potenciómetro
1	4			0	55.00	7	7.11
1	4			0	22.00	7	7.11
2	4c			0	44.00	7	7.00
2	4c			0	33.00	7	7.08
3	4	cuenca		0	49.50	7	7.18
4	2			0	27.50	7	7.17
4	2			0	33.00	7	7.17
5	2			0	82.00	7	7.15
5	2			-	-	7	7.11
5	2	tubería		0	71.00	6	7.20
6	Cañada			0	66.00	7	7.00
6	Cañada			-	-	6	7.20

\*el guion (-) representa que la muestra no tiene suficiente volumen para el desarrollo de la prueba, la letra "c" significa cascada.

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos.

Es necesario recordar al lector que los resultados presentados de las pruebas se limitan únicamente al cauce alto del Río Magdalena.

## CONCLUSIÓN

La actual crisis hídrica del país es un grave problema, y a menos que no se haga algo al respecto continuará empeorando. El objetivo de este proyecto fue alcanzado, ya que ahora se conoce que el estado actual de la calidad del agua del alto cauce del Río Magdalena se mantiene en buen estado, demostrado por medio de la aplicación de pruebas físicas, químicas y biológicas. Las pruebas químico-biológicas revelan que no hay contaminación fecal ni presencia de contaminantes químicos en las zonas de muestreo, permitiendo así la supervivencia del ecosistema del río, sin embargo, se encontró basura de derivados de petróleo, que en un futuro cercano podría afectar estas condiciones.

Se acepta la hipótesis de trabajo, ya que ahora se conoce que el inicio de la contaminación del río no es el Parque de los Dinamos ni su nacimiento, sin embargo, se sospecha que existe una descarga de residuos contaminantes en algún punto de su intubación lo que provoca que cuando recupera su cauce abierto pierda su buen estado. Aún se necesita de una segunda etapa de pruebas para determinar si existe la presencia de metales, contaminación biológica, solubilidad de gases, entre otros. Este proyecto se considera como parte integral del estudio total del Río Magdalena, por lo que sustenta las bases de análisis para sugerir futuros proyectos de rescate, prevención y limpieza del último caudal vivo de la Ciudad de México.

## REFERENCIAS

Cohen, M. P. (2017). PERSPECTIVAS AMBIENTALES SOBRE LA CONTAMINACIÓN y LA RECUPERACIÓN DEL RÍO MAGDALENA EN LA CIUDAD DE MÉXICO. (fecha de acceso: 25 noviembre 2021) Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/370/37054390002/html/>

Fundación Aequae ODS (agosto 2021). Top 5 propiedades del agua. (fecha de acceso: 25 de noviembre 2021) Disponible en: <https://www.fundacionaqua.org/wiki/propiedades-agua/>

Food and Agriculture Organization (2022) Indicador 6.4.2 - Nivel de estrés hídrico: extracción de agua dulce en proporción a los recursos de agua dulce disponibles. (fecha de acceso: 2 de diciembre 2021) Disponible en: <https://www.fao.org/sustainable-development-goals/indicators/642/es/>

Gaceta Universidad Nacional Autónoma de México, Fernando G. (marzo, 2022) Estrés Hídrico en una Cuarta parte de la Población Mundial. (fecha de acceso: 9 de mayo 2022). Disponible en: <https://www.gaceta.unam.mx/estres-hidrico-en-una-cuarta-parte-de-la-poblacion-mundial/>

Gaviño, G., Juárez, C. y Figueroa, H. (1999). Técnicas Biológicas Selectas de Laboratorio y de Campo. Limusa: Noriega Editores. CDMX

Luo, T., Young R. y Reig P. (Agosto de 2015). Aqueduct Projected water stressed rankings [Archivo Excel] World Resources Institute. (fecha de acceso: 29 de mayo 2022). Disponible en: <http://www.wri.org/publication/aqueduct-projected-water-stress-country-rankings>

Organización de las Naciones Unidas, Paz dignidad e igualdad en un planeta sano. (2020). Agua, desafíos globales. (Fecha de acceso: enero 15 2022) Disponible en: <https://www.un.org/es/global-issues/water>

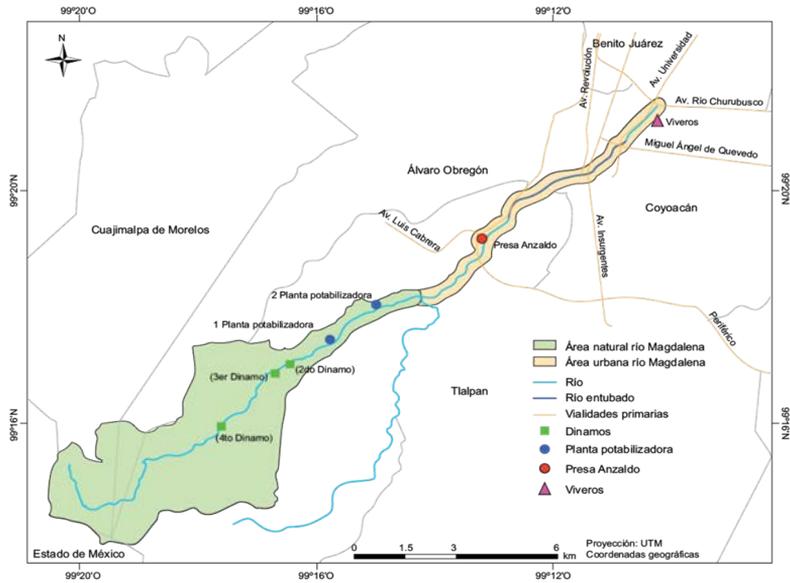
Secretaría de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación. (26 de julio de 2020). Al rescate del Río Magdalena, último río vivo y fuente esencial ambiental, social y económica de la CDMX. SECTEI. (fecha de acceso: agosto 2022) Disponible en: <https://www.sectei.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/al-rescate-del-rio-magdalena-ultimo-rio-vivo-y-fuente-esencial-ambiental-social-y-economica-de-la-cdmx>.

Sistema Nacional de Información del Agua (2018). Informe del Medio Ambiente 2018. (fecha de acceso: noviembre 3 2022) Disponible en: <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap6.html>

Sistema Nacional Ambiental, Comisión Nacional del Agua (2019) Estadísticas del Agua en México 2019. (fecha de acceso noviembre 3 2022). Disponible en: [https://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM\\_2019.pdf](https://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2019.pdf)

## ANEXOS

Mapa del cauce del Río Magdalena



Fuente : Revista Internacional de Contaminación Ambiental (UNAM,2017)

# APLICACIÓN DE MÉTODOS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICOS A CULTIVOS ORGÁNICOS, COMO BENEFICIO PARA LOS AGRICULTORES DE LA HUASTECA SUR

Goytia-Hernández, Irantza Aleixa  
Azuara-Zumaya, Francisca

Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de servicios No. 187  
San Luis Potosí

Medio Superior  
Ciencias Sociales y Humanidades

## RESUMEN

*La Huasteca Potosina región Sur del Estado de S.L.P. se encuentra conformada por 7 municipios, cuentan con 1025 comunidades y una extensión territorial de 1746.33 kilómetros cuadrados en total. En estas comunidades habitan 125,627 personas que pertenecen a la base de la pirámide, es decir, que viven en condiciones vulnerables, sin acceso a los servicios más básicos. Por lo anterior se presenta la siguiente propuesta denominada: Aplicación de Métodos de Análisis Estadísticos a Cultivos Orgánicos, como Beneficio para los Agricultores de la Huasteca Sur, que tiene como objetivo principal: Implementar un modelo de mejora para la agricultura orgánica, basado en la aplicación de análisis estadístico. Para llevar a cabo esta investigación se utilizó investigación documental, de campo y experimental; a la fecha, se han obtenido datos importantes sobre la utilización de sustratos para la germinación de diferentes tipos de plántulas, lo que contribuirá a establecer el modelo de mejora que se pretende aplicar a la agricultura orgánica.*

*Palabras clave: Sustrato, germinación, vacaza, borregaza, gallinaza, estadística.*

## ABSTRACT

*The Huasteca Potosina southern region of the state of S.L.P. is made up of 7 municipalities, with 1,025 communities and a total area of 1,746.33 square kilometers. In these communities live 125,627 people that belong to the base of the pyramid, that is to say, that live in vulnerable conditions, without access to the most basic services. Therefore, the following proposal is presented: Application of Statistical Analysis Methods to Organic Crops, as a Benefit for Farmers of the Huasteca Sur, which has as its main objective: To implement an improvement model for organic agriculture based on the application of statistical analysis. To carry out this research, field and experimental documentary research was used. To date, important data have been obtained on the use of substrates for the germination of different types of seedlings, which will contribute to establish the improvement model that is intended to be applied to organic agriculture.*

*Keywords: Substrate, germination, cow manure, sheep manure, poultry manure, statistics.*

## INTRODUCCIÓN

La Huasteca Potosina región Sur del Estado de S.L.P., se encuentra conformada por 7 municipios: Axtla de Terrazas, Coxcatlán, Matlapa, San Martín, Chalchicuautla, Tamazunchale, Tampacán y Xilitla. Cuentan con 1025 comunidades y una extensión territorial de 1746.33 kilómetros cuadrados.<sup>1</sup>

En estas comunidades habitan 125,627 personas que pertenecen a la base de la pirámide, es decir, que viven en condiciones vulnerables, sin acceso a los servicios más básicos (salud, educación, alimentación, vivienda, vestido y transporte público).<sup>2</sup> Esta situación representa una oportunidad de mejora en el ámbito de desarrollo agrícola, ya que se propone invertir esfuerzos en promover inversiones para un campo más productivo y seguro en la cuestión alimentaria. Tales circunstancias hacen necesaria la implementación de actividades enfocadas hacia estas zonas marginadas y de extrema pobreza, realizando proyectos de investigación como el de esta propuesta. Para realizar la presente investigación se planteó la siguiente pregunta: ¿Se podrá implementar un modelo de mejora en la Huasteca potosina sur, para beneficiar la agricultura orgánica, utilizando métodos estadísticos?

Las hipótesis son: - Todas las distintas clases de plántulas sembradas en los diferentes sustratos y sometidas a las mismas condiciones climáticas, crecen de igual manera, es decir, no existe diferencia en el tiempo de germinación y tamaño del tallo. - Por lo menos una de las distintas clases de plántulas sembradas en los diferentes sustratos y sometidas a las mismas condiciones climáticas, crece de diferente manera, es decir, existe diferencia en el tiempo de germinación y tamaño del tallo.

## MARCO TEÓRICO

La importancia de los abonos orgánicos es la disminución de la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abono, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos (CERVANTES, 2008).

Uno de los aspectos importantes del abono orgánico radica en que, a través de su uso se tiende a mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abono juega un papel fundamental. Con ellos, se aumenta la capacidad que posee el suelo de absorber distintos elementos nutritivos, los cuales se aportarán posteriormente con los abonos minerales o inorgánicos (CERVANTES, 2008).

---

1 Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI 2012).

2 El Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.

Abonos Orgánicos. Son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden en el suelo con el objeto de mejorar las características físicas, biológicas y químicas (SCHWENTESIUS et al., 2007).

Gallinaza. Uno de los fertilizantes más completos y que mejores nutrientes puede dar al suelo, es la gallinaza o estiércol de gallina, pues contiene nitrógeno, fósforo y potasio en buena cantidad. Sin embargo, para su buen aprovechamiento, primero se le debe hacer un buen curado. El estiércol de gallina es un fertilizante con mayor concentración que el estiércol de vaca, debido a la alimentación que reciben (MORIYA, 2007).

Vacaza: La acción o efecto del estiércol de ganado guarda relación íntima con el suelo al que se le aplica. Este sustrato cuenta con materia orgánica, mineral, nitrógeno, ácido fosfórico y potasio (REBOLLEDO, 1970).

Borregaza: Posee un bajo contenido en Nitrógeno y es muy rico en Potasio, con lo que se evita quemaduras en las plantas en su época de crecimiento. Es considerado unos de los abonos más ricos en nutrientes (Ávila et al., 1998).

## MÉTODOS

Se utilizaron tres tipos de investigación: documental, de campo y experimental. Para la primera, se realizó una investigación en fuentes confiables, sobre datos de la región huasteca, cultivos orgánicos y los componentes de los sustratos de vacaza, gallinaza y borregaza, expuestos en el marco teórico. En la investigación de campo, se identificó la materia orgánica que más se desecha en la región, encontrando los desechos de la producción bovina, ovina, avícola y los desechos de frutas y verduras. Como parte de la investigación experimental se utilizaron cuatro tipos de semillas: Jamaica, maíz, chile jalapeño y tomate, adquiridas en expendios que las ofrecen con previa selección; sembrados en distintas condiciones de sol, agua y sustratos: vacaza, borregaza y gallinaza, además de tierra virgen (sin agregar sustratos). Las semillas fueron insertadas en charolas de germinación de 16.0 x 14.5 x 17.0 cm, con 12 espacios. Se diseñaron hojas de observación donde se registró: tipo de sustrato y semilla usada, condiciones de sol, agua y temperatura; así como cambios identificados.

Se utilizaron mezclas de tierra con sustrato en cuatro charolas de germinación. Los porcentajes utilizados fueron tres cuartas partes de tierra con un 25% de sustrato. Se agregaron 2.5 ml de agua al momento de la siembra de las semillas; agregando, igualmente, 2 ml de agua cada tercer día hasta que se identificara los brotes de las primeras hojas; posteriormente, se estuvo agregando solamente 1 ml. Aquí se sembraron seis semillas de cada tipo en los distintos sustratos y tierra virgen; es decir, 96 semillas en total.

Estas charolas fueron colocadas en un área oscura para el proceso de germinación; cuando a la planta le comenzaron a salir hojas, se colocó en una nueva área donde recibiera cierta proporción de sol, ya que comienza el proceso de fotosíntesis.

Las observaciones han permitido identificar lo evidenciado en las tablas siguientes:

TABLA 1. Observaciones destacadas de la germinación y crecimiento de las plantas en sustrato orgánico sin tratamiento.

Vacaza	
Chile Jalapeño	Solamente una semilla evidenció la germinación y aparición de una planta el 7° día.
Jamaica	El primer brote se dio el 5° día. Hasta el día 7, se dio un segundo, no habiendo más.
Tomate	No hubo brotes.
Maíz	No hubo brotes.
Gallinaza	
Chile Jalapeño	No hubo brotes.
Jamaica	Hubo un solo brote, a partir del día 5°.
Tomate	No hubo brotes.
Maíz	No hubo brotes.
Borregaza	
Chile Jalapeño	Los brotes se dieron a partir del día 5, mayor cantidad de semillas germinaron.
Jamaica	Los brotes se dieron a partir del 3er. día, el crecimiento de las plantas fue estándar.
Tomate	Los brotes se dieron a partir del 5° día, con un crecimiento muy similar.
Maíz	Un brote se dio a partir del 4° día, un segundo hasta el 7°. Fue la semilla con menos brotes.
Virgen	
Chile Jalapeño	Los primeros brotes se dieron el 6° día. Han tenido un crecimiento estándar.
Jamaica	El primer brote se dio el 2° día. Es una de las semillas que germinaron más rápido.
Tomate	El primer y único brote se dio el 7° día.
Maíz	El segundo día se dio el primer brote. Es una de las semillas que germinaron más rápido.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Posteriormente, se preparó un precompostaje con los sustratos utilizados en la primera experimentación, después de tener estos materiales pre compostando a la intemperie e hidratados de manera controlada, se procedió a germinar las semillas de maíz, jamaica, tomate y chile jalapeño. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

TABLA 2. Resultados en precompostaje.

Vacaza	
Chile jalapeño	Solo se presentó la germinación de una sola planta de 4.5 cm.
Jamaica	Germinó a los 4 días con crecimientos de 3.1 cm a 11 cm.
Tomate	Germinaron 17 plantas entre 7 a 8.5 cm. de altura, a los 6 días de haberse sembrado.
Maíz	Germinaron 16 plantas, entre 8 y 14 cm, a los 5 días de haberse sembrado.
Gallinaza	
Chile jalapeño	No se presentó ninguna germinación.
Jamaica	No se presentó ninguna germinación.
Tomate	No se presentó ninguna germinación.
Maíz	No germinaron semillas.
Borregaza	
Chile jalapeño	No se presentó ninguna germinación.
Jamaica	No se presentó ninguna germinación.
Tomate	No se presentó ninguna germinación.
Maíz	Germinaron 18 plantas, en un intervalo de 2 a 9 cm, a los 6 días de haberse sembrado.
Frutas y verduras	
Chile jalapeño	Se presentó solo una germinación con 2 cm. de altura, a los 9 días de haberse sembrado.
Jamaica	Germinaron 17 plantas en un intervalo de crecimiento de 2 a 13 cm, a 10 días de sembrado.
Tomate	Germinaron a los 6 días de haberse plantado, en intervalos de crecimiento de 8.5 a 10 cm.
Maíz	Germinaron 20 plantas, en intervalos de crecimiento de 6 a 13.5 cm, a 5 días de sembrado.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

También se llevó a cabo la germinación en una lombricomposta, distintas precompostas preparadas en el experimento anterior, se volvieron a preparar y se alimentó durante tres meses a 400 lombrices de manera separada, obteniendo lombricomposta, se procedió a realizar la germinación de las semillas. Los resultados fueron los que se refieren en la siguiente tabla:

TABLA 3 Resultados en lombricomposta.

Vacaza	
Chile jalapeño	Se presentó la germinación de 16 plantas de 1 a 4 cm, a los 5 días de haberse plantado.
Jamaica	Germinaron todas las semillas a los 3 días con crecimientos de 9.5 a 10 cm.
Tomate	No se presentó ninguna germinación.
Maíz	Germinaron 20 plantas, entre 5.5 y 11 cm, a los 3 días de haberse sembrado.
Gallinaza	
Chile jalapeño	Germinaron 7 plantas, entre .5 y 4.5 cm, a los 7 días de haberse sembrado.
Jamaica	Germinaron 12 plantas, entre 5 y 10.5 cm, a los 3 días de haberse sembrado.
Tomate	No se presentó ninguna germinación.
Maíz	Germinaron 18 plantas, en un intervalo de 6.5 a 11.5 cm, a los 3 días de haberse sembrado.
Borregaza	
Chile jalapeño	Se presentó la germinación de 9 plantas, de 1.4 a 5 cm. de crecimiento, germinó a los 7 días de haberse plantado.
Jamaica	Germinaron 10 plantas, entre 4 y 12 cm, a los 3 días de haberse sembrado.
Tomate	Germinaron 7 plantas, de entre 8.5 y 10 cm, a los 5 días de haberse sembrado.
Maíz	Germinaron 19 plantas, en un intervalo de 7 a 11 cm, a los 3 días de haberse sembrado.
Frutas y verduras	
Chile jalapeño	Se presentó solo una germinación de 2 plantas, de 7 a 8 cm. De altura.
Jamaica	Germinaron 9 plantas en un intervalo de crecimiento de 9.5 a 10 cm, a los 3 días de haberse sembrado.
Tomate	Germinaron 9 plantas a los 5 días de haberse plantado, en un intervalo de crecimiento de 8.5 a 10 cm.
Maíz	Germinaron 9 plantas, en un intervalo de crecimiento de 4.5 a 10 cm, a los 3 días de haberse sembrado.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

## ESTADÍSTICA

La variable para evaluar fue la longitud de tallo, se llevaron a cabo mediciones de las plántulas. Los resultados obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza, donde se identifica que existe diferencia significativa para este tratamiento para el 0.05 de confiabilidad.

TABLA 4. Longitud de tallos en las plántulas de jamaica, en sustrato orgánico sin tratamiento.

Número de semillas	Borregaza (cm)	Vacaza (cm)	Gallinaza (cm)	Tierra virgen (cm)
1	7.4	1.8	1.9	7.0
2	5.7	5.9	2.5	3.1
3	6.9	5.8	3.3	8.0
4	8.0	3.9	1.6	7.4
5	5.3	4	2.3	1.5
6	6.3	4.4	2.1	1.0
Yi=	39.6	25.8	13.7	28
=	6.60	4.30	2.28	4.67
Y=	107.1			

Fuente: Elaboración propia, 2022.

TABLA 5. Análisis de varianza de la longitud de tallos en las plántulas de jamaica, en sustrato orgánico sin tratamiento.

Análisis de varianza						
Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	Fo	Valor-p	Valor crítico para Fc
Tratamientos	56.31	3	18.77	5.50	0.0063981	0.4353393
Error	68.28	20	3.41			
Total	124.59625	23				

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Si existen diferencias significativas, estadísticamente hablando. Como  $F_o > F_c$  Por lo tanto, se rechaza  $H_o$  y se acepta  $H_a$ , por lo menos uno de los sustratos orgánicos sin tratamiento es diferente a los demás.

Se realizaron los análisis de varianza para todas las combinaciones de germinación, mencionadas en la metodología, para las semillas germinadas en los diferentes sustratos pre compostados y para las semillas germinadas en la lombricomposta. Obteniendo en el caso de los sustratos usados en pre composta, que existen diferencias significativas,

estadísticamente hablando. Como  $F_o > F_c$ , por lo tanto, se rechaza  $H_o$  y se acepta  $H_a$ , por lo menos uno de los sustratos utilizados en precomposta es diferente a los demás.

El mismo tratamiento estadístico se realizó para los sustratos utilizados en la lombricomposta, resultado de la alimentación proporcionada a la lombriz californiana, obteniendo en el caso de los sustratos usados en la elaboración de la lombricomposta, que existen diferencias significativas, estadísticamente hablando. Como  $F_o > F_c$ , por lo tanto, se rechaza  $H_o$  y se acepta  $H_a$ , por lo menos uno de los sustratos utilizados en la elaboración de la lombricomposta es diferente a los demás.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran que, de las hipótesis planteadas, la nula se rechaza y la alternativa se cumple, de acuerdo con los experimentos de los sustratos pre compostados y para los usados en lombricomposta.

Para el caso de la germinación de semillas en sustratos orgánicos sin ningún tipo de tratamiento, el mejor resultado es la germinación de semilla de jamaica en el sustrato borregaza, ya que en esta charola se tuvo la germinación de todas las semillas en periodos de tiempo cortos. El caso de los sustratos pre compostados, los mejores resultados fueron la germinación de semillas de jamaica en pre composta de vacaza y en pre composta de desechos de frutas y verduras, así como la germinación de semillas de maíz en tres sustratos pre compostados: vacaza, borregaza, así como en frutas y verduras.

En el caso de los sustratos utilizados como alimento para la lombriz californiana (lombricomposta), el mejor resultado en la germinación fue para la semilla de chile jalapeño en la elaborada con vacaza, igual que para la germinación de la jamaica; otro resultado que se logró observar, es una germinación efectiva de las semillas de maíz en lombricomposta a base de gallinaza, vacaza y borregaza.

El presente trabajo de investigación aporta: "Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible". Uno de los Objetivos del Desarrollo Sostenible acordados en el documento "Transformando nuestro mundo: la agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible", en el marco de las Naciones Unidas; ya que se pretende activar los suelos mediante la siembra efectiva de huertos orgánicos, de manera que las familias en las comunidades, puedan sembrar para autoconsumo.

## CONCLUSIONES

Se encontraron resultados importantes sobre la forma más pertinente para la germinación de semillas de jamaica, tomate, maíz y chile jalapeño.

TABLA 6. Mejores resultados obtenidos en la germinación de las semillas objeto de estudio.

Manejo del sustrato	Tipo de sustrato	Semilla
Orgánico sin tratamiento	-Borregaza	Jamaica
	-Vacaza	Jamaica
Precompostado	-Frutas y verduras	Jamaica
	-Vacaza -Borregaza -Frutas y verduras	Maíz
Lombricomposta	-Vacaza	Chile Jalapeño
	-Vacaza	Jamaica
	-Gallinaza -Vacaza -Borregaza	Maíz

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Está en proceso de realización la transferencia de conocimiento para contribuir al incremento de la productividad y el mejoramiento de la agricultura orgánica, de la zona sur de la huasteca potosina. Esta información se transferirá a los agricultores, de tal manera que usen las estrategias ya comprobadas de germinación en los diferentes sustratos. Para iniciar con el cumplimiento de este objetivo, se seleccionó a Tezapotla por ser una de las comunidades más grandes del Municipio de Tamazunchale, S.L.P., ya que cuenta con 2912 habitantes; estas actividades se realizarán en coordinación con el departamento de Asuntos Indígenas de cada municipio, por medio del Consejo de Desarrollo Sustentable conformado por integrantes de las distintas comunidades.

## REFERENCIAS

ÁVILA, AGUSTÍN Y GONZÁLEZ, ÁLVARO (1998). Diagnóstico regional de La Huasteca. Proyecto Perfiles Indígenas de México, Documento de trabajo. Disponible en: <https://www.aacademica.org/salomon.nahmad.sitton/20>

CERVANTES, F. A. 2008. Abonos orgánicos. Disponible en: [http://www.infoagro.com/abonos/abonos\\_organicos.htm](http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm)

MORIYA, K. 2007. Suplemento rural: la gallinaza Paraguay. Disponible en: <http://www.abc.com.py/suplementos/rural/articulos.php?pid=360310&ABCDIGITAL=472fa60ecfb2e5ad825ebe0c51a0d26c>

REBOLLEDO, J. 1970. Como se hacen y emplean los abonos. Manuales prácticos. Editorial GLEM. Buenos Aires.

SCHWENTESIUS, R. R., GÓMEZ C. M. A., Blas, B. H, (2007) México Orgánico. Experiencias, Reflexiones, Propuestas. Universidad Autónoma de Chapingo.

# ADACAED: APOYO DIDÁCTICO PARA EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS NATURALES DE LOS ALUMNOS DE CAED

Torres-Baena, Shara Abigail  
Murillo-Zepeda, Arlene Alessandra  
Ramos-Mejía, Guadalupe

Centro de Estudios Tecnológicos, Industrial y de Servicios No.25  
Baja California

Nivel Media superior  
Categoría: Divulgación de la ciencia

## RESUMEN

*El Centro de Atención para Estudiantes con Discapacidad (CAED), presenta falta de personal y de recursos didácticos, que se manifiesta en un bajo índice de aprovechamiento. Como una alternativa de solución se creó el prototipo llamado Apoyo Didáctico para el aprendizaje de las ciencias naturales, de los alumnos de CAED (ADACAED), consiste en dos juegos: Memorama y Adivina el Concepto. El proyecto está dirigido a los alumnos con Trastorno de Déficit de Atención e Hiperactividad y a sus maestros como un material de apoyo. El objetivo es proporcionarles una herramienta didáctica para abordar las asignaturas de Biología, Química, Física, Ecología y Matemáticas, promoviendo el aprendizaje con actividades divertidas y atractivas para los participantes, quienes interactúan en parejas y con tarjetas que tienen los conceptos a desarrollar. Se aplicó un examen diagnóstico y después se utilizó el prototipo durante dos semanas, posteriormente presentaron nuevamente la prueba, observándose una mejora del 35%. ADACAED promueve un aprendizaje significativo en los alumnos, es un buen apoyo didáctico para la enseñanza de las ciencias naturales y las matemáticas. Una mejora reciente dentro del prototipo es la creación de una página web para ofrecer una mayor diversidad de contenidos, está disponible en la caja como QR.*

*Palabras clave: estudiantes, prototipo, didáctico, aprendizaje, discapacidades.*

## ABSTRACT

*The Care Center for Students with Disabilities (CAED) has a lack of personnel and teaching resources, which is manifested in a low achievement rate. As an alternative solution, the prototype called Didactic Support for the learning of natural sciences by CAED students (ADACAED) was created. It consists of two games: Memorama and Guess the Concept. The project is aimed at students with Attention Deficit Hyperactivity Disorder and their teachers as support material. The objective is to provide them with a teaching tool to address the subjects of Biology, Chemistry, Physics, Ecology and Mathematics, promoting learning with fun and attractive activities for participants, who interact in pairs and with cards that have the concepts to be developed. A diagnostic test was applied and then the prototype was used for two weeks, then the test was presented again, observing a 35% improvement. ADACAED promotes meaningful learning in students, it is a good didactic support for teaching natural sciences and mathematics. A recent improvement within the prototype is the creation of a web page to offer a greater diversity of content, it is available in the box as QR.*

*Keywords: students, prototype, didactic, learning, disabilities.*

## INTRODUCCIÓN

El Centro de Atención para Estudiantes con Discapacidad (CAED), del CETis No. 25, tiene un déficit de personal docente y no cuenta con apoyos didácticos para sus alumnos, en consecuencia, el índice de reprobación en los exámenes es alto en las áreas de ciencias.

Los recursos didácticos son necesarios dentro de esta institución de acuerdo al capítulo III, artículo 12, fracción sexta de La Ley General para la Inclusión de las Personas Con Discapacidad que nos dice lo siguiente textualmente: se deben proporcionar a los estudiantes con discapacidades, materiales y ayudas técnicas que apoyen su rendimiento académico, procurando equipar los planteles y centros educativos con libros en *braille*, materiales didácticos, apoyo de intérpretes de lengua de señas mexicana o especialistas en sistema *braille*, equipos computarizados con tecnología para personas ciegas y todos aquellos apoyos que se identifiquen como necesarios para brindar una educación con calidad. Los estudiantes con TDAH (Trastorno de Déficit de Atención e Hiperactividad), merecen las mejores herramientas, que los ayuden en su aprendizaje, construya un ambiente digno, que alimente su autoestima y fomente el compañerismo. Los juegos de este apoyo didáctico buscan que los alumnos adquieran habilidades sociales, puedan seguir reglas y controlen la impulsividad mediante dinámicas divertidas pero estructuradas en su apartado de juegos.

El pronóstico es que la implementación del prototipo proporcionará una potente herramienta didáctica al docente y un gran auxiliar al alumno de CAED, que le permita avanzar en el aprendizaje de las asignaturas del área de las ciencias naturales y matemáticas. Con el Memorama (uno de los dos juegos físicos que forman parte de ADACAED), los alumnos memorizan los distintos conceptos gracias a sus imágenes coloridas que generan un estímulo visual, como resultado los estudiantes consiguen nuevos conocimientos a corto, mediano y largo plazo. *Adivina el concepto*, refuerza los temas vistos en el Memorama de una manera grupal. La implementación de ADACAED tiene ciertas limitaciones de contenido, es por esto que se creó una página web para aumentar las actividades y conceptos.

## MARCO TEÓRICO

La página web del Centro de Atención para Estudiantes con Discapacidad (CAED), explica que es un bachillerato general y cuenta con más de 300 centros, ubicados principalmente en planteles federales del país, 150 pertenecen a la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI), y es a la cual este prototipo se va a enfocar. Los CAED están basados en el acuerdo 445 de la SEP, que contempla la certificación del bachillerato por evaluaciones parciales. En este centro hay personas con distintas discapacidades, 60% tienen TDAH/TDA (Trastorno de Déficit de Atención), en CETis

25. El índice de reprobación en CAED es del 28% en las áreas de ciencias naturales y exactas en los exámenes, de acuerdo a la información proporcionada de esta institución.

Valda Paz, Suñagua Aruquipa & Coaquira Heredia (2018) el presente artículo emplaza la temática de estrategias de intervención psicopedagógica en casos de niños y niñas que presentan TDAH (trastorno de déficit atencional con hiperactividad), desde la experiencia directa de trabajo en intervención de dificultades de aprendizaje, con el objetivo de abordar estrategias que permitan superar dicha problemática y promover un desarrollo cognitivo, afectivo, integral del infante con TDAH.

Parellada (2009), sostiene que el TDAH es uno de los trastornos infantiles más frecuentes y es la causa de que muchos niños rindan por debajo de sus posibilidades o se comporten mal a pesar de una educación adecuada. Afecta a un 3-6% de los niños. No son enfermos, en el sentido de que tengan una lesión estructural, permanente, en su cerebro. Son especialmente frágiles, vulnerables, con una disfunción en algunas vías funcionales del sistema nervioso central, que precisan ayuda específica a lo largo de su desarrollo y crecimiento.

Parellada (2009) considera que entre un 35-50% de los niños con TDAH aparecen asociados problemas de aprendizaje específico, frecuentemente relacionados con la lectura, la escritura y las matemáticas.

De acuerdo a la OMS (Organización Mundial de la Salud) y la clasificación internacional de enfermedades (CIE-10) en 1992 reconocieron el TDAH como una enfermedad clínica y lo ubican en el grupo de los trastornos del comportamiento y de las emociones, de comienzo en la infancia y la adolescencia. Según la clasificación del TDAH (Trastorno de Déficit de Atención e Hiperactividad) es frecuente el subtipo combinado: 60%, inatento: 30%, hiperactivo-impulsivo: 10%, con máxima prevalencia de seis a nueve años.

En la educación un factor a destacar es el predominio del procesamiento visual frente al procesamiento auditivo. Rotger M. (2017) los niños y niñas con TDAH presentan una mayor facilidad para la integración de la información visual que la auditiva. El procesamiento visual llega a cubrir estas falencias, facilitando la representación visual de la información (conceptos) y favoreciendo el mensaje y el sentido de este. Vislumbra a la memoria como la capacidad de procesar, codificar, almacenar, evocar, registrar y comunicar la información.

En casos de TDAH esta capacidad se ve afectada por el déficit atencional y el estilo de procesamiento cognitivo, dada la naturaleza del niño, este suele almacenar poco de la información proporcionada en clase, pero puede almacenar y poner en práctica el conjunto de información de aprendizajes mediante la estimulación multisensorial, táctil y

visual, capaz de impactar en mayor medida su atención y está directamente sintonizada con su estilo de procesamiento. En general, las características específicas de aprendizaje que presenta el alumno con TDAH en el ambiente escolar se pueden resumir en: inhibición de estímulos relevantes para la tarea a desarrollar, precipitación en el trabajo, memorización incorrecta de textos, carencia de estrategias para manejar la información.

Es importante la creación de materiales didácticos a partir y en función de las necesidades educativas, habilidades sociales, desarrollo psicomotriz, descubrimiento de capacidades y talentos propios de cada caso específico, con el objeto de facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Formenti S. (2016) es necesario utilizar herramientas pedagógicas flexibles y variadas, en un trabajo cooperativo que permita desarrollar modos de vivir y convivir más saludables.

## MÉTODOS

Se utilizó la investigación exploratoria que tiene como objetivo familiarizarse con el objeto de estudio o problema de investigación, es por esto que se visitó CAED y hubo bastantes interacciones con los alumnos, se realizaron distintas encuestas para conocer sus opiniones. Se exploró e identificó el problema, a la vez de socializar conceptos básicos que buscan recabar información, ubicar y delimitar problemas; se propusieron estrategias para darle mayor seriedad al esquema definitivo del tema a analizar.

Dentro de la investigación se asistió al centro realizando dos encuestas, probando el prototipo, se aplicaron dos pruebas diagnósticas, una para el grupo experimental y otra para el grupo control, se consultó a la profesora Melissa para descubrir las principales circunstancias que provocan un alto índice de reprobación en los exámenes de ciencias.

Se realizó una investigación documental para obtener información acerca del trastorno de déficit de atención e hiperactividad, esto con el fin de conocer la mejor manera de aprendizaje de los alumnos y sus necesidades.

Con la información recabada se pudo establecer la metodología que usa el prototipo para la enseñanza de las ciencias naturales y matemáticas para los estudiantes de CAED con TDAH.

Se realizaron análisis de documentos que tienen que ver con CAED y el TDAH para obtener las mejores metodologías de enseñanza para los estudiantes con Trastorno de Déficit de Atención e Hiperactividad.

ADACAED se basó en la información recabada decidiendo utilizar la enseñanza multisensorial que consiste en fomentar el uso de diferentes sentidos para aprender como

la utilización de dibujos, colores, sonidos y música, también se estableció el trabajo cooperativo que radica en utilizar el trabajo en grupo para que los alumnos con TDAH puedan aprender y colaborar con sus compañeros en una actividad.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIONES

Gracias a las encuestas, interacciones y entrevistas realizadas se logró mejorar el prototipo y dar un seguimiento a la investigación lo que resultó en que los alumnos obtuvieron una herramienta didáctica para su aprendizaje que se interesa por el contenido ofrecido, la diversidad de los productos y la calidad en materiales.

Los estudiantes adquirieron conocimientos de las diferentes secciones, lo que se comprobó al aplicar el último examen donde se obtuvieron calificaciones superiores a la obtenida en el diagnóstico con un aumento del 35%. Comparando al grupo experimental con el grupo control se notó todavía más que ADACAED tuvo un resultado exitoso ya que el experimental consiguió mejores notas que el control.

Sé observó un buen ambiente de trabajo y el compañerismo entre los alumnos, además de una mejora a la hora de trabajar en equipo.

Al maestro le fue de utilidad esta herramienta desarrollada como un buen prototipo didáctico para el estudio de sus alumnos.

Se pudo notar la importancia y practicidad del prototipo a la hora de ponerlo a prueba y obtener resultados positivos, los estudiantes se divirtieron y obtuvieron un aprendizaje significativo lo que se vio reflejado en las calificaciones, el primer juego (Memorama), ayudó al estudio y memorización de los conceptos, de acuerdo con Rotger M. (2017). Los niños y niñas con TDAH presentan una mayor facilidad para la integración de la información visual que la auditiva; En base a las palabras de Formenti S. (2016) "es necesario utilizar herramientas pedagógicas flexibles y variadas, en un trabajo cooperativo que permita desarrollar modos de vivir y convivir más saludables", es por esto que la segunda actividad (Adivina el concepto) fomentó el trabajo en equipo, y el compañerismo sirvió de reforzamiento.

## CONCLUSIÓN

Es de vital importancia empezar a crear más apoyos didácticos para los estudiantes de CAED debido a que no cuentan con estas herramientas que son importantes para su educación, ADACAED está pensado para ayudar y fomentar la educación en México sin ningún tipo de discriminación en el proceso, al principio había ignorancia respecto a CAED y el TDAH lo que fue un indudable reto, sobre todo el pensar qué producto era el más favorecedor para los estudiantes y maestros.

La hipótesis fue comprobada con un resultado exitoso, hubo muchos estudios, trabajo duro, convivencia con los estudiantes, maestros y la historia de CAED.

Las palabras de la profesora Melissa al estar utilizando el prototipo durante un tiempo con sus alumnos fueron las siguientes: El aprendizaje a través del juego y material interactivo, se vuelve un proceso significativo, donde los jóvenes adquieren conocimientos mientras se divierten y participan activamente. El material diseñado facilita la adquisición de conceptos, y al mismo tiempo fomenta la motivación en el aprendizaje.

## REFERENCIAS

- Coaquira, R., Suñagua, R. y Valda Paz, V. (2018). Estrategias de intervención para niños y niñas con TDAH en edad escolar. *Revista de Investigación Psicológica*, 20, 119–134.
- Mildestein, Y., Ramírez, M. y Vasconcelos, A. (2018). Trastorno por déficit de atención con hiperactividad, algunas consideraciones en su diagnóstico y su tratamiento. *Acta Médica del Centro*, 12(4), 485–495.
- Rodillo, B. E. (2015). Trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) en adolescentes. *Revista médica Clínica Las Condes*, 26(1), 52–59.
- Cortez, C. y Rusca, F. (2020). Trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) en niños y adolescentes. Una revisión clínica. *Revista de neuro-psiquiatría*, 83(3), 148–156. <https://doi.org/10.20453/rnp.v83i3.3794>
- Díaz, V. (fecha de acceso: 2022: 12 de septiembre). TDAH. Trastorno por déficit de atención e hiperactividad. De la infancia a la edad adulta [en *Revista Aperturas Psicoanalíticas*]. (fecha de trabajo original: s.f. Disponible en: <http://www.aperturas.org/articulo.php?articulo=0000694>
- Barkley, R.A. (2002). *Niños hiperactivos. Cómo comprender y atender sus necesidades especiales. Guías para padres*, 2ª ed., Barcelona, Ediciones Paidós Ibérica, S.A.
- Brown, T. (2006): *Trastorno por Déficit de Atención, una mente desenfocada en niños y adultos*, Elsevier M, editor, Barcelona.

## ANEXOS

### 1.1 Encuesta 1

[https://www.canva.com/design/DAFRbsqjJME/3OJmwb8MoojPdHfPpTcvAA/view?utm\\_content=DAFRbsqjJME&utm\\_campaign=designshare&utm\\_medium=link&utm\\_source=publishsharelhttps://docs.google.com/spreadsheets/d/1MKMTsZ0SylQb9rzwAmc6lIT-o65rJFY3uFUw4N8Mwjc/edit#gid=1651478289](https://www.canva.com/design/DAFRbsqjJME/3OJmwb8MoojPdHfPpTcvAA/view?utm_content=DAFRbsqjJME&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=publishsharelhttps://docs.google.com/spreadsheets/d/1MKMTsZ0SylQb9rzwAmc6lIT-o65rJFY3uFUw4N8Mwjc/edit#gid=1651478289)

### 1.2 Concentrado de alumnos

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1MKMTsZ0SylQb9rzwAmc6lIT-o65rJFY3uFUw4N8Mwjc/edit#gid=1651478289>

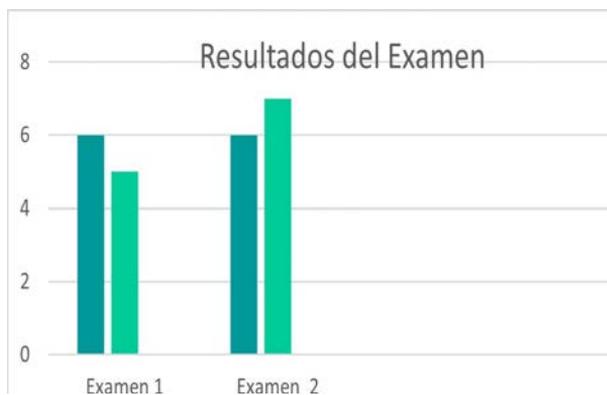
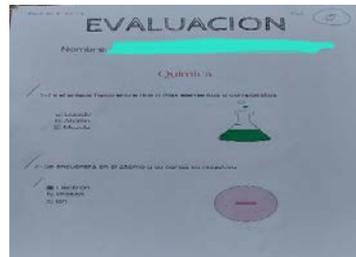
### 1.3 Encuesta 2

<https://forms.gle/4n6wnkpEYRzfHasQ8>

Imagen 1. alumnos jugando



Imagen 2. Examen



Gráfica 1. Resultados de los exámenes aplicados al grupo control y experimental.

# SOUNDTEA AUDÍFONOS CANCELADORES Y MODULADORES DE SONIDO AMBIENTAL PARA NIÑOS CON AUTISMO TIPO 1

Acosta-Villalón, Víctor Eduardo.  
Arjona-Morales, Farid.  
Reyes-Cruz, Verónica.

Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios No. 22.  
Tampico, Tamaulipas.  
Nivel: Media Superior  
Área: Sociales y Humanidades

## RESUMEN

*Nuestro prototipo es un producto que está diseñado y pensado en el análisis real, el cual implica la evaluación psicológica, psicoterapéutica y estadística para su efectividad y manejo en el mercado como un producto no solamente comercial, sino de índole tecnológica y científica, ya que evalúa a través de la terapia continua al sujeto (paciente) en su progreso mediante el uso de esta herramienta. SoundTEA es un producto a nivel científico/tecnológico, puesto que su diseño es de alta calidad para brindar los estándares de calidad que requieren los pacientes, su fabricación está diseñada con materiales que brindan confort y dan seguridad al mismo. Nuestro objetivo es sin duda mejorar la calidad de vida del paciente con TEA del Tipo 1, dándole la oportunidad de una mejor inserción social y estabilidad emocional, la cual ayudará significativamente en la dinámica familiar, apoyando a los padres en este proceso de desarrollo de sus hijos. Con base en el prototipo y su implementación para medir su eficacia, se pretende lograr avances reales y significativos que conduzcan a la patente y producción del mismo.*

*Palabras clave: Índole tecnológico y científica. Estándares de calidad. Calidad de vida. Avances reales y significativos/patente y producción.*

## ABSTRACT

*Our Prototype is a product that is designed and thought in the real analysis, which involves psychological, psychotherapeutic and statistical evaluation for its effectiveness and management in the market as a product not only commercial, but of technological and scientific nature, as it evaluates through continuous therapy to the subject (patient) in their progress through the use of this tool. SoundTEA is a scientific/technological product, since its design is of high quality to provide the quality standards required by patients, its manufacture is designed with materials that provide comfort and give security to it. Our goal is to improve the quality of life of patients with ASD (Autism Spectrum Disorder) Type 1, giving them the opportunity for better social integration and emotional stability which will help significantly in the family dynamics supporting parents in this process of development of their children. Based on the prototype and its implementation to measure its effectiveness, it is intended to achieve real and significant advances that will lead to the patent and production.*

*Keywords: technological and scientific nature. Quality standards. Quality of life. Real and significant advances/patent and production.*

## INTRODUCCIÓN

Nuestro proyecto de investigación está dirigido a las necesidades particulares de niños con el Trastorno del Espectro Autista Tipo 1, el cual surge como una inquietud al participar en la ExpoCiencias 2019, donde se observó a un participante con esta característica al cual le resultaba complicado el ruido y los aplausos generados en los eventos, llevándose las manos a sus orejas para minimizar el ruido externo. Al investigar acerca de este trastorno, comenzamos a pensar en un dispositivo auricular que le ayude al usuario a mitigar este malestar.

Los audífonos canceladores y moduladores de sonido (SoundTEA) para niños con autismo tienen como objetivo mejorar la calidad de vida de los pacientes que presentan autismo Tipo 1, algunos de estos pacientes sufren en particular desintegración sensorial auditiva. Ya que permite regular cualquier tipo de sonido que llegue a molestar o lastimar a la persona afectada. Funcionando como un aislador de sonido exterior para que a su vez el sonido captado se dirija de una forma más amigable a los oídos de la persona afectada a través de la bocina del audífono, la intensidad del volumen se permitirá modular a las necesidades de quien lo tenga puesto.

Por lo que nuestra hipótesis de trabajo es la siguiente: Aumentará la calidad de vida de los pacientes/alumnos con TEA Tipo 1 con el uso de SoundTEA. Cabe mencionar que derivado de la pandemia del COVID-19 y la suspensión de clases presenciales, ocasionó que el trabajo de nuestro proyecto se prolongará a inicios de marzo de 2022, mes en que se retomaron las clases presenciales. De aquí, con la orientación de nuestra asesora M. C. Verónica Reyes Cruz y el CENYAF con la coordinadora Lic. Carmen Abizaí García Longoria desarrollamos investigaciones más detalladas y específicas de las necesidades de los usuarios con TEA Tipo 1, por lo que se realizaron una serie de entrevistas previas con el CENYAF para programar las aplicaciones de las pruebas con SoundTEA en los pacientes. Dentro de las limitaciones, aparte de la pandemia que tuvimos, solicitamos la autorización de los padres de los pacientes para realizar las pruebas. A pesar de que en su mayoría se encontraban muy entusiasmados y dispuestos a colaborar, hubo algunos pocos que no desearon participar en ellas.

De esta manera se podrá leer en el trabajo el Marco Teórico donde detalla el TEA Tipo 1 así como la metodología, los resultados y sus conclusiones.

## MARCO TEÓRICO

Los alumnos con Trastorno del Espectro Autista (TEA) presentan algunas deficiencias, las cuales persisten en su comunicación social, así como en la interacción en las diferentes áreas en las que se desenvuelven. Esto incluye la reciprocidad emocional, conductas

comunicativas no verbales, también en su desarrollo y en el mantenimiento y comprensión en sus relaciones, sin embargo, esta última varía en cada individuo [1]. En años recientes, con las técnicas de evaluación y detección temprana existentes, ha ayudado a incrementar en un 0,7% el diagnóstico de casos de autismo (en niños nacidos). El alumno TEA difícilmente se relaciona con sus pares y al tener alguna interacción será de una forma inapropiada al común denominador. Esto, podría llevar al aislamiento y por ende ser objeto de *bullying* en su salón de clase, interfiriendo con la inclusión del mismo. Además, el paciente TEA presenta patrones de pensamiento y movimientos repetitivos como lo son el balanceo, cerrar y abrir puertas, etc., así como la hiperreactividad ante ciertos estímulos, dificultad para comprender lenguaje simbólico o para empatizar [2].

Por lo que estas áreas implicadas representan limitaciones para los niños TEA que, cuando no están en tratamiento, le dificultan su aprendizaje e inclusión en la escuela.

Las investigaciones que se han hecho arrojan que los niños y adultos con TEA conforman un grupo diverso, cuyas necesidades van a variar a lo largo de la vida en términos de evaluación como de intervención; en ese sentido, es necesaria una evaluación cuidadosa para determinar los servicios que más se adecúen a cada persona [3].

La revisión de literatura realizada por Blanche y Reinoso [4] encontró el apoyo a la presencia de disfunciones sensoriales en el niño con TEA; estas disfunciones representan una alteración en la capacidad de respuesta (exacerbación o limitación). Muchas de esas disfunciones dificultan el desempeño de los niños con TEA dentro del aula, puesto que reciben una sobrecarga de información que obstaculiza su aprendizaje. En los últimos años, se han incrementado los casos de niños con TEA en los que se solicitan terapias especializadas en integración sensorial con el objetivo de mejorarlo para construir respuestas adaptativas que lleven a la organización del comportamiento; asimismo, en los niños que presentan dificultades de aprendizaje y problemas de procesamiento de integración sensorial, la colaboración entre el terapeuta (CENYAF) y el equipo educativo (escuelas) surge como un enfoque efectivo, además del rol de los padres de coordinar los programas de salud y educación que funcionan bien para el niño [5].

El trastorno de espectro autista (TEA), al ser muy amplio, varía en grados y formas en cuanto a su manifestación [6]. Por lo que, la inclusión de niños con autismo tiene que ser personalizada, ajustada a sus necesidades y teniendo presente en todo momento su bienestar; el trabajo es multidisciplinario siendo esta la mejor opción para abordar la inclusión escolar de los niños con TEA [7]. Debido a esto, la inclusión del niño con TEA en el ámbito escolar de manera efectiva y el éxito de su desempeño viene precedido de una concepción integral que implica la temprana detección e intervención, así como el abordaje del equipo multidisciplinario y los cuidadores; el trabajo colaborativo sin duda es la mejor opción en la inclusión escolar de los niños con TEA.

## MÉTODOS

El método de este proyecto es el Experimental, ya que se basa en la psicología experimental sobre las relaciones causales entre variables, buscando analizar en los pacientes los cambios ocurridos en la conducta del paciente (Variable dependiente) como consecuencia del uso del Sound TEA (Variable independiente).

El tipo de *Investigación Experimental* de este trabajo implica la colaboración del CENYAF en el proyecto, el cual se basa en la manipulación de variables en condiciones altamente controladas dentro del proceso de psicoterapia con pacientes TEA del Tipo 1, buscando trabajar con el mayor número de pacientes para que sea representativa permitiendo observar los resultados de manera longitudinal, cualitativa y cuantitativamente al usar Sound TEA.

De acuerdo a nuestro cronograma de actividades, nuestro proyecto comenzó en mayo, donde se llevaron a cabo pláticas previas para formar la idea de los audífonos canceladores y moduladores de sonidos para niños con TEA Tipo 1. Posteriormente, buscamos asesoría y comenzamos a trabajar con la M.C. Verónica Reyes Cruz, quien nos orientó en el desarrollo y manejo del Producto. En los meses siguientes de junio y julio, antes de finalizar el semestre, se acordó buscar el apoyo del CENYAF. Una vez comenzado el ciclo escolar continuamos trabajando en el prototipo, realizando entrevistas con la Lic. Carmen Abisaí quien maneja a pacientes con TEA Tipo 1 y acordó colaborar con nosotros, mostrándose entusiasmada por el diseño de una herramienta que está pensada de manera específica para este tipo de pacientes, ya que no existe en el mercado un producto que proporcione este beneficio en ellos. Los audífonos que ellos utilizaban en psicoterapia con sus pacientes eran de tipo industrial, sin embargo, no son óptimos, puesto que aíslan totalmente todos los sonidos y con ello no se logra una integración e inclusión del paciente en su entorno.

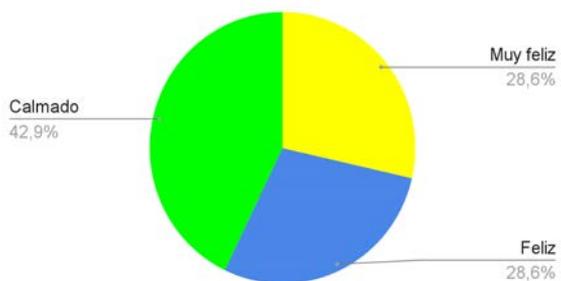
## RESULTADOS

Para medir la efectividad del dispositivo SoundTEA se optó por realizar pruebas con pacientes con Autismo Tipo 1 con Hipersensibilidad Auditiva, que reciben terapias en el Centro de Neurodesarrollo y Apoyo a la Familia (CENYAF) ubicado en Tampico, Tamaulipas. Durante la prueba se reprodujeron en un celular sonidos, que normalmente son perturbadores para los pacientes, como lo son, sonido ambulancia, sonido de licuadora y ruido de la ciudad. Se incrementó el volumen de estos sonidos de forma gradual para conocer las reacciones con y sin el dispositivo SoundTEA.

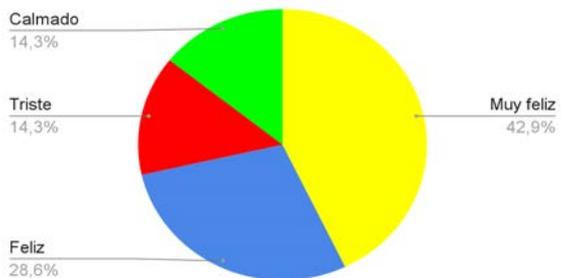
Se encuestó a los 7 pacientes que participaron en la prueba del dispositivo SoundTEA en CENYAF. Con ello valorar el uso del dispositivo y conocer la experiencia de esta prueba con base en su efectividad en el objetivo planteado.

Se realizaron las siguientes preguntas, y las respuestas fueron:

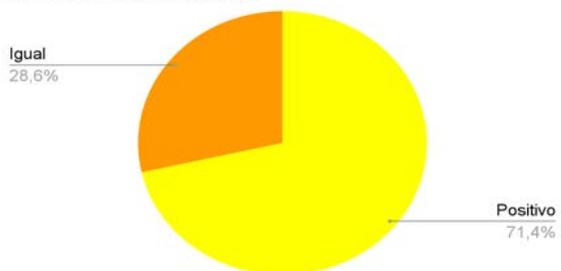
¿Cómo te sientes hoy?



Después de utilizar SoundTEA me senti:



Esta actividad me hizo sentir:

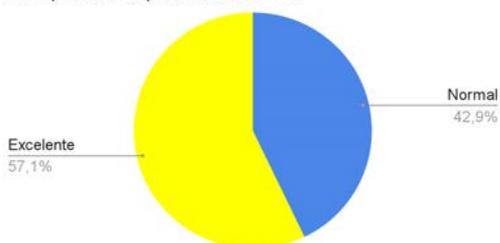


Fuente(s): Elaboración propia.

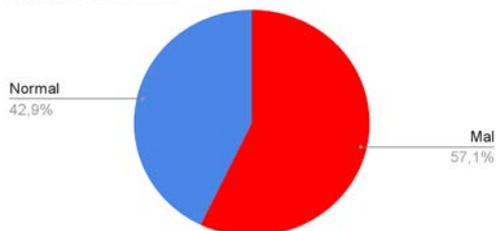
De igual manera se realizó una encuesta al terapeuta especialista encargado de realizar la prueba del dispositivo SoundTEA con los pacientes. Con la finalidad de conocer su interpretación de los resultados de la prueba.

Se realizaron las siguientes preguntas, y las respuestas fueron:

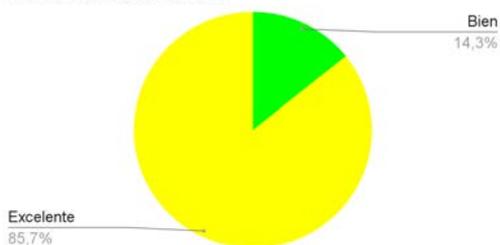
¿Cómo se sintió cuando escuchó los ruidos a su alrededor al tener puesto el dispositivo SoundTEA?



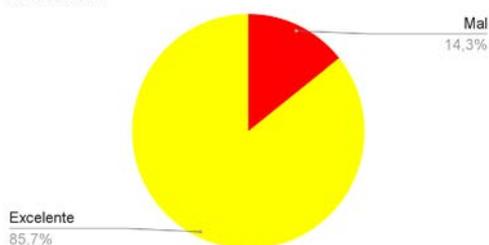
¿Cómo se sintió al escuchar los mismos sonidos sin el dispositivo SoundTEA?



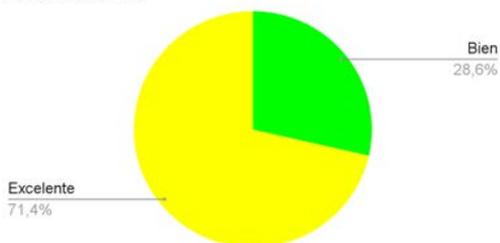
¿Cuál fue la reacción del paciente utilizando el dispositivo al mantener una conversación?



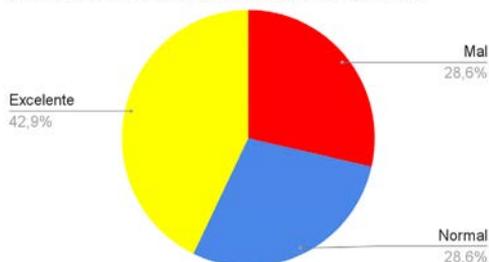
¿Cuál fue la opinión del paciente al seguir utilizando SoundTEA en un futuro?



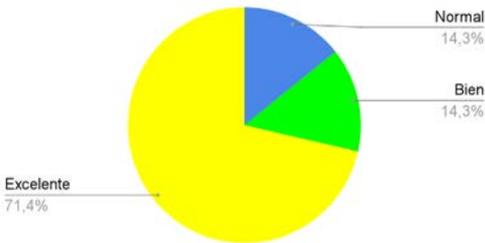
¿Cómo resultó el proceso de aprendizaje para que el paciente utilice SoundTEA?



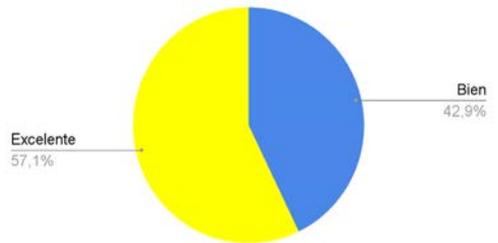
¿Cuál es su opinión respecto al diseño de los audífonos?



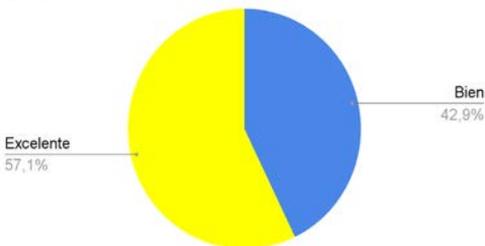
¿Cuál es su opinión respecto a la funcionalidad de los audífonos?



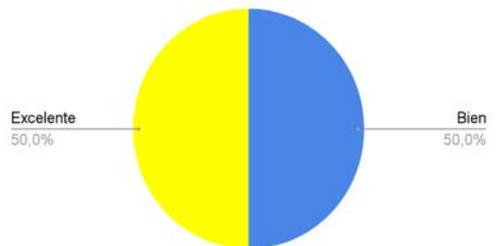
¿Cuál considera que sea el impacto del dispositivo a corto plazo?



¿Cuál considera que sea el impacto del dispositivo a largo plazo?



¿Cuál considera que sea el impacto del dispositivo a mediano plazo?



Fuente(s): Elaboración propia.

## DISCUSIÓN

Con base en las primeras 7 pruebas que se realizaron, en su mayoría se pudo notar la aceptación del paciente con el prototipo y su agrado hacia las funciones que contiene. Siendo de gran ayuda para la hipersensibilidad que ellos presentan, ya que expresaron su intención de usar SoundTEA como un dispositivo que pudieran utilizar en la vida cotidiana, mencionando como ejemplos reuniones sociales, fiestas, eventos culturales, paseos a espacios abiertos, escuelas.

El Centro de Neurodesarrollo y Apoyo a la Familia (CENYAF) nos ha referido que SoundTEA ha sido bien recibido por parte del paciente y sus familiares. De igual manera, SoundTEA se está comenzando a implementar en instituciones educativas, se realizó un primer acercamiento del dispositivo SoundTEA con un alumno con autismo de una secundaria pública, quien nos manifestó las distintas crisis que presenta en las aulas, debido al ruido que se genera y los ruidos ambientales, siendo esto una limitante en su desarrollo académico. El alumno con autismo se mostró feliz y entusiasmado en seguir utilizando SoundTEA en sus clases y en distintos escenarios, debido a las funciones con

las que este dispositivo cuenta y que son de gran ayuda para mejorar la adaptabilidad sensorial. De igual manera se probó el dispositivo en un participante del Certamen Estatal de Creatividad e Innovación Tecnológica ExpoCiencias Estatal 2022, donde al hacer la exposición de SoundTEA, la mamá del participante se mostró interesada en probarlo en su hijo -quien tiene la condición autista-, y se realizó la prueba en ese momento. Los comentarios del participante fueron favorables.

## REFERENCIAS

1. American Psychiatric Association. (2022, 18 de marzo). Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Text Revision Dsm-5-tr (5.a ed.). Amer Psychiatric Pub Inc.
2. Unir, V. (2022, 28 julio). *El autismo en el aula: la necesidad de un equipo docente formado en Educación Especial*. UNIR. <https://www.unir.net/educacion/revista/autismo-en-el-aula/>
3. Lord C, Bishop SL. Autism spectrum disorders: Diagnosis, prevalence, and services for children and families. Social Policy Report. 2010; 24(2): 3-21. (Fecha de acceso 22 de noviembre de 2018) Disponible en: <https://eric.ed.gov/?id=ED509747>.
4. Blanche EI, Reinoso G. Revisión de la literatura: déficit de procesamiento sensorial en el espectro del autismo. Revista Chilena de Terapia Ocupacional. 2007; 7:59-68.
5. Ayres J. La integración sensorial en los niños. Madrid: TEA Ediciones; 2008.p.236.
6. Revista Médica Herediana versión impresa ISSN 1018-130X versión On-line ISSN 1729-214X. Rev Med Hered vol.30 no.1 Lima ene./mar. 2019. <http://dx.doi.org/10.20453/rmh.v30i1.3477>.
- Desafíos de la inclusión escolar del niño con autismo./ Challenges of school inclusion of the child with autism.
- Giannina Valdez-Maguiña <sup>1,a</sup>, Rocio Cartolin- Príncipe <sup>1,a</sup>.  
<sup>1</sup> Instituto Nacional de Rehabilitación Dra. Adriana Rebaza Flores Amistad Perú – Japón. Lima, Perú. Licenciada en Tecnología Médica Terapeuta Ocupacional.
7. Fuentes, V. (2022, 18 marzo). *Problemas de los niños con autismo en la escuela*. Guiainfantil.com. <https://www.guiainfantil.com/articulos/salud/autismo/problemas-de-los-ninos-autistas-en-la-escuela/>

# MS-DC EFECTOS ADVERSOS DE LA LUZ EMITIDA POR DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS

Armijo-Mena, Daniela.  
Vaca-López, Sara Cecilia  
García-Vásquez, Martha Celia Guadalupe

Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios No.75  
Baja California

Nivel Medio Superior  
Área: Divulgación Científica

## RESUMEN

*El presente proyecto tiene como propósito ser una campaña de prevención temprana orientada a preservar la salud ocular en escenarios comunes relacionados con el uso de dispositivos electrónicos emisores de luz. En esta propuesta de divulgación científica, se ha puesto énfasis en llevar a cabo campañas informativas a través de exposiciones orientadas a niños, adolescentes y adultos. Se han creado, publicado y distribuido recursos tanto impresos como digitales, además de realizar actividades de divulgación en entornos escolares de diversos niveles educativos, así como en la comunidad en general. Dentro de esta campaña, se proporcionan pautas para prevenir, diagnosticar y tratar de manera efectiva los efectos perjudiciales generados por la exposición a la luz azul. La justificación de los objetivos de este proyecto se apoya en el tercer punto de la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que se enfoca en la Salud y el Bienestar. Asimismo, este esfuerzo culmina al señalar nuevas áreas de oportunidad para futuras investigaciones médicas, científicas y tecnológicas en este campo.*

*Palabras Clave: Prevención temprana, salud ocular, luz azul, dispositivos electrónicos, divulgación de la ciencia.*

## ABSTRACT

*The purpose of this project is to be an early prevention campaign aimed at preserving eye health in common scenarios related to the use of light-emitting electronic devices. In this scientific dissemination proposal, emphasis has been placed on carrying out information campaigns through exhibitions aimed at children, adolescents, and adults. Both print and digital resources have been created, published, and distributed, in addition to carrying out outreach activities in school environments of various educational levels, as well as in the community in general. In this campaign, guidelines are provided to prevent, diagnose, and effectively treat the harmful effects generated by exposure to blue light. The justification of the objectives of this project is supported by the third point of the 2030 Agenda of the United Nations (UN), which focuses on Health and Well-being. Likewise, this effort culminates in pointing out new areas of opportunity for future medical, scientific, and technological research in this field.*

*Keywords: Early prevention, eye health, blue light, electronic devices, science dissemination.*

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto desarrolló una campaña de prevención temprana para la salud ocular sobre los efectos negativos que la luz emitida por dispositivos electrónicos puede tener en la salud en general, a través de manifestaciones físicas, psicológicas y conductuales. Es bien sabido, que el uso de dispositivos electrónicos emisores de luz visible como teléfonos celulares, tabletas electrónicas y computadoras portátiles, se han convertido en parte de la rutina diaria de la mayoría de las personas, en especial para las generaciones más jóvenes con experiencias menos limitadas en el uso de estas tecnologías. A partir de experiencias personales, se identificó la ausencia de estrategias de concientización y prevención sobre el uso de dispositivos electrónicos que son emisores de luz visible, en su mayoría de luz azul. Se buscó desarrollar una difusión que genere conciencia de manera fácil y digerible sobre los efectos negativos que la exposición cotidiana provoca, así como promover el cuidado y salud ocular en diferentes sectores de la sociedad a manera temprana y no remedial.

Después de revisar la bibliografía disponible, evaluar los resultados de investigación presentados en artículos científicos y partiendo de experiencias personales surgió la siguiente hipótesis: ¿Puede una campaña basada en una investigación científica compleja, ser traducida de manera fácil y digerible a diferentes sectores educativos y familiares, para concientizar sobre el uso de filtros en dispositivos electrónicos de emisores de luz y crear conciencia de prevención, que se reflejen en una mejor calidad de vida?

Basados en los objetivos de la Agenda 2030 aprobados por todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas en el 2015, el objetivo principal de este proyecto es ser una campaña de concientización para informar a la comunidad sobre los riesgos que conlleva el exceso de uso de dispositivos emisores de luz, en los humanos. Bajo esta premisa, se proponen los siguientes objetivos específicos:

1. Promover la prevención temprana del cuidado de la salud visual, a través de conferencias y pláticas para la comunidad.
2. Favorecer la reducción de riesgos para la salud ocular de la comunidad a través de la prevención temprana.
3. Apoyar las actividades de investigación y desarrollo para impulsar la innovación científica y tecnológica que posibilite soluciones alternativas en la prevención, diagnóstico y/o tratamiento.

Esta propuesta de divulgación científica se enfoca en realizar campañas de promoción con métodos de enseñanza para niños, adolescentes y adultos; se crearon y publicaron medios impresos y electrónicos, así como también actividades de difusión en grupos escolares y en la comunidad en general. En dicha campaña, se brindan recomendaciones de prevención, diagnóstico y tratamiento para disminuir los efectos

adversos que la luz azul provoca. Para ello, se realizó una ruta de trabajo y se realizó un diagnóstico de la población atendida por medio de encuestas que permitieron conocer el grado de conocimiento sobre los efectos adversos de este tipo de luz visible, así como también una encuesta posterior para dar seguimiento a las posibles acciones resultantes de nuestro auditorio, un mes después de las pláticas y conferencias.

## MARCO TEÓRICO

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también conocidos como Objetivos Globales, fueron adoptados por las Naciones Unidas (2015) como un llamado universal a la acción para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que para el 2030 todas las personas disfruten de paz y prosperidad. Por ello, el presente trabajo busca atacar uno de los diecisiete objetivos para el desarrollo sustentable presentados en la Agenda 2030 aprobada por la ONU en 2015.

Este proyecto está fundamentado en varias investigaciones científicas publicadas en revistas internacionales. Primeramente, podemos hablar de una investigación hecha por la Universidad Complutense de Madrid (2017), que confirma que nuestros ojos no están diseñados para estar sometidos de manera prolongada a la exposición de la luz artificial como normalmente todas las personas con acceso a dispositivos electrónicos lo hacen. En una revista digital destinada a fomentar la cultura de la iluminación, *Iluminet* (2017), presenta información de *Lighting Science Group*, donde basados en el Dr. Michael J. Breus, explican que hay alrededor de 30.000 células en el interior del ojo que son reactivas a la longitud de onda de la luz que se consideraría azul, pues esta corre aproximadamente en el rango de 460 nanómetros, en términos del espectro de la luz. Ese espectro particular de la luz golpea estas células y hace que envíen una señal a un área del cerebro conocida como núcleo supraquiasmático y le dice que pare la producción de melatonina, siendo esta la llave que enciende el motor para el sueño.

El impacto que la luz tiene en el sueño ha sido estudiado desde hace tiempo por investigadores y científicos. Una investigación de Chang et al. (2015), habla sobre cómo los ritmos circadianos determinan nuestros relojes internos. Explica que alguien que se queda levantado hasta tarde rutinariamente, probablemente tiene un ritmo más largo que un madrugador. La luz diurna mantiene esos ritmos alineados con nuestro entorno y la terapia de luz azul se utiliza con frecuencia para cambiar los patrones de sueño y hacer frente a sus trastornos.

En la investigación de Chang et al. (2015), se evaluaron dos grupos; la mitad leyó un libro impreso durante cuatro horas antes de acostarse durante cinco noches consecutivas, mientras que el otro grupo leía un libro electrónico en un lector que emitía luz durante el mismo período. Los pacientes que utilizaron el lector de libros electrónicos mostraron niveles

suprimidos de la melatonina. En promedio, tardaron 10 minutos más para conciliar el sueño y mostraron movimientos oculares significativamente menos rápidos (REM) que el grupo que leyó los libros impresos. Como era de esperarse, el grupo de lectores de libros electrónicos dijo sentirse menos cansado en la noche, pero también informó que se sentían más cansados en la mañana, a pesar de tener la misma duración de sueño que el otro grupo.

Hablando de los efectos que esta luz provoca, se ha demostrado que la luz azul, no solo afecta al cuerpo humano de manera física, sino también de manera neurológica y psicológica. Un investigador postdoctoral del Instituto Salk (2013), mencionó que la luz puede afectar a partes del cerebro que regulan el estado de ánimo, ya que la luz envía una menor densidad de espinas dendríticas que son las encargadas de enviar mensajes químicos de una célula a otra, y esta disminución se relaciona directamente con la depresión. Por otro lado, una investigación realizada en 2014 en colaboración con la Escuela de Medicina de Harvard, el departamento de Medicina y Neurología del Hospital de la Mujer en Boston y el Instituto de Medicina Aeroespacial de Alemania, confirman que la luz emitida por dispositivos electrónicos hace que se envíe una señal al cerebro que le dice que pare la producción de melatonina, lo que conduce a afectaciones en los patrones de sueño y el ritmo circadiano, lo que conlleva a problemas de salud más graves a tener en cuenta si no se duerme lo suficiente, pues con los ritmos circadianos desestabilizados, los investigadores creen que tenemos mayor riesgo frente a todo tipo de padecimientos, incluyendo ataques al corazón, obesidad, diabetes tipo 2 y varios tipos de cáncer.

Es bien sabido, que los dispositivos electrónicos móviles como los celulares se han convertido en una parte inseparable de nuestras vidas. Desde adolescentes hasta adultos mayores, pertenecen a ese porcentaje de usuarios activos de estos dispositivos y las mujeres embarazadas no son la excepción. Lo anterior se vuelve alarmante, debido a un estudio realizado por Aldad, Gao y Taylor (2012), un grupo de científicos de la Universidad de Yale, quienes encontraron que la exposición a este tipo de dispositivos está altamente relacionada a problemas de comportamiento como el TDAH y deterioro de la memoria. En el 2012, el Dr. Taylor Hugh de la escuela de Medicina de Yale dijo: "Hemos demostrado que los problemas de comportamiento en ratones que se parecen al TDAH son causados por la exposición al teléfono celular en el útero".

Dadas las condiciones observables de la comunidad y pensando en las consecuencias de los embarazos a temprana edad, se siguió investigando hasta llegar a la siguiente información. Una investigación de Birks et al. (2017) concluyó en que el uso de teléfonos celulares por parte de la madre durante el embarazo puede estar asociado con un mayor riesgo de problemas de comportamiento, particularmente problemas de hiperactividad/falta de atención, en la descendencia.

Tras evaluar los resultados de investigación presentados en diversas publicaciones y artículos científicos, se identificó la ausencia de una campaña de concientización y prevención sobre el uso de dispositivos electrónicos que son emisores de luz visible, en su mayoría de luz azul.

## MÉTODOS

Para lograr crear una campaña de concientización que genere un impacto importante y hacer un cambio efectivo, fue necesario realizar una serie de pasos para alcanzar los objetivos. Al inicio y por historia personal, se había escuchado del problema, pero se desconocía la profundidad de este, por lo que fue necesario plantear una ruta metodológica que se describe a continuación:

1. Se recabó la información necesaria y fidedigna sobre los problemas que se generan en el ojo debido a la luz azul. Para esto, se utilizaron herramientas como el internet por medio de palabras claves para encontrar fuentes de información fidedignas, tales como las que provienen de artículos y publicaciones de universidades de renombre. También se buscaron opiniones de especialistas en el área. Cabe destacar que la información de procedencia dudosa fue descartada inmediatamente.

2. Una vez identificada la información requerida, se hace una segunda investigación con referencia a las fuentes de emisión de luz azul.

3. Se generó una estrategia para divulgar estos resultados basados en la concientización. Por lo que el desarrollo de información y soportes visuales son generados, buscando crear el mayor impacto posible.

4. Una vez generados los medios necesarios, se crea una estrategia para difundir la información en distintos foros (escuelas, grupos juveniles, familia y vecinos).

5. Al tener identificado al grupo de personas que escucharon la plática preventiva, se les aplica un cuestionario a través de *Google Forms* para determinar los saberes previos sobre el tema.

6. Se presenta la plática de prevención ocular. Cabe destacar que los asistentes son de diferentes edades por lo que el mensaje a transmitir debe ser claro y objetivo para toda la audiencia.

7. Se da seguimiento y se realiza una segunda evaluación de los resultados en los foros tras recibir la capacitación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se logró crear una campaña de concientización sobre la salud ocular y la importancia de disminuir el uso de aparatos electrónicos emisores de luz, así como implementar en cierta parte de la muestra, las gafas con filtro de luz azul para uso diario. Se crearon métodos de enseñanza orientados a niños, adolescentes y adultos sobre la importancia de la atención a la salud ocular y recomendaciones para evitar los daños provocados por la

luz artificial. Se dio difusión a través de conferencias, medios impresos como carteles y trípticos y de manera electrónica se utilizaron infografías y creación de contenido que fue publicado en redes sociales y maquetas demostrativas.

Tras realizar diversas pláticas y conferencias en un periodo de tres meses, como resultado pudimos corroborar que al menos el 15% de nuestra audiencia optó por utilizar bloqueadores de luz al momento de utilizar dispositivos electrónicos emisores de luz y al menos el 20%, acudió a visitas de rutina a clínicas especializadas en oftalmología con el fin de realizar ajustes a su graduación y/o implementar los filtros en sus lentes de uso diario. Como se mencionó en apartados anteriores, los ojos no están diseñados para la prolongada exposición a la luz azul, por lo que el aumento en la dependencia de dispositivos de luz azul artificial representa un riesgo latente que puede derivar en daños futuros a la integridad de la salud y que impacten en la calidad de vida. Datos alarmantes, como la aportación por parte del Instituto Salk (2013), donde demuestra que este tipo de ondas de luz pueden afectar partes del cerebro que regulen el estado de ánimo y que potencialicen enfermedades mentales como la depresión. Por otro lado, también se atribuyen afectaciones del desempeño diario de los usuarios, como alteraciones en los ritmos circadianos que alteran la producción de hormonas, confirmado también por la Escuela de Medicina de Harvard, el departamento de Medicina y Neurología del Hospital de la Mujer en Boston y el Instituto de Medicina Aeroespacial de Alemania en 2014, de acuerdo con el estudio publicado en el *Journal of the National Cancer Institute* en 2001, mencionado por Chepesiuk (2010).

A través de las encuestas de seguimiento, se identificó que es muy difícil el cortar la dependencia de los dispositivos electrónicos que emiten luz azul, al contrario, se tiende a creer que se siguen usando en mayor necesidad para buscar soluciones, como parte fundamental de los canales comunicativos o simplemente como distracción. Pero ciertamente, a mayor dependencia, mayor uso de estos, y, por ende, más tiempo se pasa frente al dispositivo. Dicho tiempo consume a los usuarios de actividades prioritarias como dormir, y si a esto le sumamos los efectos de la luz azul en los ojos, el problema se potencializa.

## CONCLUSIONES

Este experimento ha probado que una campaña aunque se haya realizado en escala pequeña, ha generado un cambio positivo en la conciencia de las personas a quienes se transmitió dicha información, optando así por la utilización del filtro o bien un chequeo preliminar.

A lo largo de este proyecto se identificaron nuevas áreas de oportunidad en la investigación médica, científica y tecnológica que ayuden a entender y atender los efectos adversos que la exposición prolongada a este tipo de luz pueda conllevar.

## REFERENCIAS

- Aldad, T. S., Gan, G., Gao, X. B., y Taylor, H. S. (2012). Fetal radiofrequency radiation exposure from 800-1900 mhz-rated cellular telephones affects neurodevelopment and behavior in mice. *Scientific reports*, 2(1), 1-8. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/srep00312?viewType=Print&viewClass=Print>
- Bedrosian, T. A., Vaughn, C. A., Galan, A., Daye, G., Weil, Z. M., & Nelson, R. J. (2013). Nocturnal light exposure impairs affective responses in a wavelength-dependent manner. *Journal of Neuroscience*, 33(32), 13081-13087. Disponible en: <https://www.jneurosci.org/content/jneuro/33/32/13081.full.pdf>
- Birks, L., Guxens, M., Papadopoulou, E., Alexander, J., Ballester, F., Estarlich, M., ... & Vrijheid, M. (2017). Maternal cell phone use during pregnancy and child behavioral problems in five birth cohorts. *Environment international*, 104, 122-131. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412016307383>
- Chang, A., Aeschbach, D., Duffy, J. y Czeisler, C. A. (2015). Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(4), 1232-1237. Disponible en: <https://www.pnas.org/doi/abs/10.1073/pnas.1418490112>
- Chepesiuk, R. (2010). Extrañando la oscuridad: los efectos de la contaminación lumínica sobre la salud. *Salud pública de México*, 52(5), 470-477.
- Iluminet (2017). ¿Por qué la luz azul te impide conciliar el sueño?. Disponible en: <https://www.iluminet.com/bhp-luz-azul-sueno-lighting-science-group/>
- Instituto Salk (2013). Repertorio de publicaciones. Disponible en: <https://www.salk.edu/es/cient%C3%ADfico/panda-satchidananda/publicaciones/>
- Naciones Unidas. (2015). Objetivos de desarrollo sostenible. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

Alarcón-Cruz, Aram Darío  
Gutiérrez-Ferreiro, Anamary  
Varela-Meléndez, Andrea  
Arroyo-Pérez, Verónica

Colegio Baden Powell.  
Estado de México.  
Nivel: Medio Superior  
Área: Medicina y Salud

## RESUMEN

Las enfermedades gástricas son un problema recurrente en toda la población, especialmente las causadas por la bacteria *Helicobacter pylori*, pues es fácil de contraerse y trae consigo múltiples síntomas. Las úlceras estomacales causadas son, además de dolorosas, factores que pueden llevar a alguna fase de cáncer. Varios estudios han demostrado que el sulforafano encontrado en el germinado de brócoli reduce significativamente la presencia de la bacteria. Este efecto se potencia al añadir la mirosinasa, presente en las semillas de mostaza, ésta activa al sulforafano; y la curcumina en la cúrcuma, restaura la mucosa gástrica y previene inflamaciones. El objetivo de este trabajo, es combinar estas sustancias para lograr combatir la bacteria, buscando la sinergia de efectos y disminución de reacciones secundarias, también se desarrollan diferentes formas farmacéuticas (tabletas, cápsulas y jarabe) con el preparado herbolario para tratar la infección y malestares causados. Así, se determinará qué forma farmacéutica es la más adecuada en cuanto a su costo y uso. Para demostrar la eficacia del producto, se somete una muestra del jarabe (66% sulforafano, 4% mirosinasa y 10% curcumina) a un antibiograma (cultivo en medio específico con identificación y cuenta de *H. Pylori* ISO 21528- 2:2017) (B), estando aún pendientes los resultados. Palabras clave: Mirosinasa, Sulforafano, Curcumina, *Helicobacter pylori*.

## ABSTRACT

Gastric diseases have always been a frequent problem in the entire population, especially those caused by the *Helicobacter Pylori* bacteria, as it is easy to be contracted and brings multiple uncomfortable symptoms. Stomach ulcers are, in addition to annoying and painful, factors that can lead to any stage of stomach cancer. Several studies have shown that sulforaphane found in broccoli can significantly reduce the presence of such bacteria, along with myrosinase in mustard, which activates sulforaphane, and curcumin in turmeric, which restores gastric mucosa and prevents inflammation. The combination of all this makes this product something excellent to combat the problem, because they complement each other and cause almost no side reactions. By taking the recommended daily dose, it is possible to prevent and treat serious illnesses caused by the bacteria before mentioned. Therefore, the objective was to create a tablet of natural origin capable of treating the infection of *Helicobacter pylori*. Thanks to the experimentation, tests and research carried out, it was possible to verify the viability and effectiveness of the tablet, however, it would be important to develop more in-depth studies about the bacteria in question to have accurate results, but with the current level, it is difficult to get such evidence. Despite the above, studies conducted with a patient also show that the active ingredients of the formula are excellent for fighting *H. pylori* bacteria. Keywords: Mirosinasa, Sulforafano, Curcumina, *Helicobacter pylori*.

## INTRODUCCIÓN

Desde siempre, los malestares y enfermedades estomacales han sido un problema prevaleciente en todo el mundo. Hablando específicamente de México, un estudio gubernamental realizado en 2003, reportó 4 556 muertes causadas por padecimientos gástricos. La mayoría de estos casos pueden ser prevenibles, sin embargo, no siempre existen opciones adecuadas para prevenir y tratar; por lo cual se decidió elaborar este producto, el cual, siendo natural, ayuda a resolver aquellas problemáticas por las propiedades y sustancias que contienen sus ingredientes. A lo largo del trabajo, se desarrollará el tema al evaluar la problemática causada por la bacteria *Helicobacter pylori*, así como las investigaciones realizadas sobre el sulforafano y la mirosinasa que demuestran una actividad antibacteriana contra la *H.pylori*, lo que ha impulsado el desarrollo de este proyecto y aunque el alcance del laboratorio en donde se trabaja impide la elaboración de pruebas microbiológicas que sean concluyentes, el respaldo bibliográfico augura que el producto obtenido será beneficioso.

## MARCO TEÓRICO

La bacteria *Helicobacter Pylori*, es una bacteria en forma de espiral que posee unos flagelos en uno de los extremos, lo que le confiere movilidad. Puede dañar el tejido del estómago y la primera parte del intestino delgado (duodeno). Esto puede causar enrojecimiento y sensibilidad (inflamación). Puede causar llagas dolorosas llamadas úlceras pépticas en la parte superior del sistema digestivo. Los expertos en salud no saben con certeza cómo se propaga una infección por *H. pylori*. Creen que los gérmenes pueden pasarse de una persona a otra por la boca. También se puede entrar en contacto con las bacterias si:

- Se comen alimentos que no se limpiaron y se cocinaron correctamente.
- Se bebe agua que está infectada con la bacteria.
- No se lava bien las manos después de ir al baño.

La mayoría de las personas se contagian primero con la bacteria, cuando son niños. Sin embargo, los adultos también la pueden tener. La infección por *Helicobacter pylori* es una de las infecciones humanas más prevalentes, afectando aproximadamente al 60% de la población, aunque en poblaciones con nivel socioeconómico más bajo y peores condiciones sanitarias llega a ser del 80%. Los expertos no están seguros de si la infección por *H. pylori* se transmite de padres a hijos (hereditaria). Es más común en personas que viven en condiciones insalubres o de hacinamiento. Puede afectar hasta el 75% de los niños en los países en desarrollo. Ocurre a una tasa más baja en los EE.UU.

La mayoría de la gente tiene la bacteria *H. pylori* por años sin saberlo porque no tienen ningún síntoma. Los expertos no saben por qué es así. Una vez que se produce la infección gástrica, se desarrolla una respuesta inflamatoria en el estómago, provocando una gastritis crónica. Aunque como se ha indicado anteriormente, sólo un porcentaje pequeño de pacientes va a desarrollar síntomas a pesar de padecer esta gastritis. Parece que depende tanto de factores del huésped como de la cepa de HP que provoque la infección. La infección por esta bacteria -se ha demostrado que- es la principal causa de la úlcera gastroduodenal y sus complicaciones y también se conoce su papel patogénico en el desarrollo del cáncer gástrico y el linfoma MALT gástrico. A veces los síntomas no son tan intensos y sólo se manifiesta como: molestias gástricas y malas digestiones, lo que se conoce como dispepsia funcional; que mejora en numerosas ocasiones tratándola.

El sulforafano (SFN) es un isotiocianato derivado de la glucorafanina (GRA), encontrada en gran cantidad, especialmente en el brócoli (Time Magazine, 2004). Su consumo está asociado a un menor riesgo de infarto del miocardio y de cáncer. Además, sus efectos están siendo estudiados en enfermedades neurodegenerativas, diabetes y aterosclerosis, casi siempre utilizando modelos animales y cultivos celulares. Previene y atenúa la expresión de fragmentos de ARN largos no codificantes asociados al cáncer. Así concluye un reciente estudio de la Universidad de Oregón (Journal of Nutritional Biochemistry, 2015).

Según otro estudio realizado por el científico Jed Fahey (2002), el 'Helicobacter' es capaz de 'hacerse fuerte' en las paredes del estómago, causando úlceras, gastritis y otras molestias estomacales. Además, es considerada una bacteria 'carcinógena' por la Organización Mundial de la Salud, debido a su fuerte relación con el desarrollo de cáncer de estómago. Sin embargo, como advierten los investigadores con cautela, es pronto para deducir que el brécol pudiese prevenir la aparición de este tumor, uno de los más frecuentes en todo el mundo. "Aunque el hecho de que lográramos reducir la infección y la inflamación que causa en el estómago, sugiere la posibilidad de que se reduzcan la gastritis y las úlceras [causadas por la bacteria]". Fayeh, que ya descubrió el potencial antibiótico del sulforafano contra el '*H. pylori*' en el año 2002, explica que eligieron los brotes porque contienen una mayor concentración de este ingrediente que la planta madura.

Por otra parte, la mirosinasa está asociada estrechamente con los glucosinolatos. A principios del siglo XIX fueron descritos unos compuestos azufrados presentes en determinados vegetales, los cuales representaban la base fundamental de varias dietas tradicionales a lo largo del mundo, las denominadas como crucíferas (Brassicaceae). Dentro de este grupo de plantas se incluyen algunas de gran interés agronómico y económico, como las del género *Brassica*: la coliflor, el brócoli, las coles de Bruselas, el repollo (*Brassica oleracea*), la colza (*Brassica napus*) o el nabo (*Brassica rapa*). Aparte de tener en común una serie de características botánicas que hacen que pertenezcan a la misma familia vegetal, todos estos cultivos acumulan estos compuestos químicos con azufre: los glucosinolatos. Estos compuestos presentan una estructura química general un poco

compleja y con diferentes partes. Por un lado, su síntesis parte de un aminoácido (molécula que forma las proteínas) al cual se le une una glucosa sulfatada y un átomo más de azufre rodeado de oxígeno, mediante numerosas reacciones y modificaciones físico-químicas.

La mirosinasa es necesaria para formar el sulforafano, por lo que acompañar con una sustancia que contenga mirosinasa a cualquier alimento que contenga esta última, potenciará su efecto en grandes cantidades (Augustine, R., & Bisht, N. C., 2016).

Otro compuesto de interés, es la curcumina, un componente que procede de la cúrcuma, la cual es una planta que normalmente es utilizada en la cocina como especia y es de un color amarillo muy fuerte, por lo que es implementada mayormente como un colorante natural, esto precisamente es lo que le da el color a la mostaza. La curcumina ha sido implementada en la medicina desde hace miles de años debido a que fue descubierto que tiene un gran poder como antioxidante, antiinflamatorio, antiviral, antifúngico y antibacterial. Así bien, este compuesto es excelente para tratar enfermedades como artritis, diabetes y varios tipos de alergia, así como también muchos otros tipos de enfermedades.

La estructura química de la curcumina tiene mucho que ver y demuestra su poder medicinal, ya que sus propiedades tienen que ver en gran parte por la bioactividad que tienen sus componentes en la ruta del metabolismo. La curcumina trabaja especialmente con dos compuestos: los compuestos fenólicos y los aceites volátiles. La curcumina, como potente sustancia medicinal, tiene comprobadas muchas características curativas, entre ellas las más importantes incluyen: poder antiinflamatorio, previene la gastritis, previene la arteriosclerosis, mejora los problemas respiratorios y gastrointestinales, así como también mejora notablemente problemas en la piel y tiene un gran poder antioxidante.

## MÉTODOS

Se seleccionaron brotes de brócoli (germinado), semillas de mostaza y cúrcuma en polvo. Se pesaron (8g de cada uno), los brotes se sometieron al proceso de escaldado (hervir agua y dejarlos caer en ésta hasta que suavicen). Se procede a la molienda hasta obtener un producto pastoso que posteriormente se deja secar.



Proceso de escaldado



Molienda



Tableteado manual



Tableta

Elaboración propia

Para lograr el proceso de tableteado, se eligieron para diferentes pruebas excipientes aglutinantes y lubricantes que permitieran tabletear el producto, se realizaron diversas pruebas con diferentes productos y porcentajes, hasta lograr la mezcla que permitiera lograr al finalizar el secado de la tableta, un producto firme, pero no duro que además no presentaba sabor, listo para realizar las siguientes pruebas.

Se sometieron las tabletas obtenidas a pruebas de desintegración (a través de un simulador de las condiciones estomacales), pH=2 presencia de pepsina (0.2%), temperatura de 36 °C y ligera agitación simulando los movimientos peristálticos.

Para el jarabe se realizaron infusiones. Se dejó el germinado de brócoli en agua a 60 °C durante cinco minutos, ya que el contenido de sulforafano es mayor así. Las semillas de mostaza y cúrcuma se dejaron en agua a 60 °C durante 10 minutos. La dosis adecuada de principio activo es de un gramo dos veces al día. Se deben ingerir 15 ml de jarabe por cada toma (puesto que en cada mililitro de jarabe hay 0.06 ml de principio activo). En cuanto a las cápsulas, se realizan con las concentraciones indicadas.

La cúrcuma se agregó a la fórmula para contrarrestar las flatulencias, efecto secundario del resto de los ingredientes.

A la par se probó el efecto de la tableta en una persona con problemas gástricos moderados, consumiendo 1 tableta en ayunas y 1 tableta por la noche, por un lapso de 2 semanas, registrando al día las observaciones en su malestar.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inicialmente, los productos carecían de una buena textura y sabor. Se encontró que los glucosinolatos son los que causan su sabor fuerte, por lo que se buscó un excipiente (almidón de maíz) para unir los principios activos y enmascarar el sabor.

Para determinar la mejor forma farmacéutica, hubo pruebas de estabilidad y desintegración previa a la absorción intestinal. En la simulación de un ambiente gástrico, se obtuvo que el más rápido absorbido fue el jarabe (inmediatamente), luego la cápsula (15 minutos), y al final la tableta (45 minutos). Es por esto que, además de la preferencia de los encuestados, la forma más adecuada es la cápsula. El jarabe no lo pueden tomar personas con diabetes.

Se realizaron dos muestras concentradas (66% sulforafano, 4% mirosinasa y 10% curcumina) para realizar el antibiograma (en cultivo en medio específico con identificación y cuenta de *H. Pylori* ISO 21528- 2:2017 (B)). Una de las muestras se filtró para dejarla lo más líquida posible y la otra no. Los resultados del estudio están aún por obtenerse.

De las pruebas clínicas se determinó que la dosis fue de una toma por la mañana y otra por la noche. Se utilizó una escala para medir sus malestares: 1 (nulo) -10 (extremo). El primer sujeto es una mujer adulta de 48 años, que sufre de gastritis crónica, frecuente inflamación estomacal, indigestión e intolerancia a los lácteos. El segundo sujeto es una mujer adolescente de 14 años, que sufre de dolores estomacales frecuentes e inflamación estomacal. El tercer sujeto es un hombre adulto de 53 años, que sufre de inflamación estomacal, indigestión, reflujo y acidez. En el producto surge un efecto desde el tercer día aproximadamente, a partir de ahí los síntomas disminuyen lentamente. Con base en la gravedad, se comprobó que se debe tomar durante más tiempo. Por ello se realizó una segunda prueba durante dos semanas, en las cuales se redujeron en un 50% aproximadamente.

Mujer adolescente				Mujer adulta				Hombre adulto			
Días	Dolor abdominal	Inflamación	Gases	Días	Dolor abdominal	Inflamación	Gases	Días	Dolor abdominal	Inflamación	Gases
1	6	5	2	1	8	9	9	1	9	8	3
2	6	5	2	2	8	8	9	2	9	9	3
3	6	4	2	3	7	8	8	3	9	8	4
4	5	4	1	4	7	8	9	4	10	9	3
5	5	4	1	5	6	7	7	5	9	8	4
6	5	3	1	6	7	8	8	6	9	8	3
7	4	3	1	7	6	7	7	7	8	8	3
8	5	3	1	8	6	7	6	8	8	7	3
9	3	3	1	9	5	6	6	9	7	7	3
10	2	2	1	10	6	7	6	10	8	7	4
11	3	4	2	11	5	6	5	11	6	6	2
12	2	2	1	12	4	6	4	12	5	6	3
13	2	1	1	13	4	5	4	13	6	5	2
14	1	1	1	14	3	5	4	14	4	5	2

Tablas de resultados de prueba clínica donde se muestran los perfiles estudiados. Elaboración propia a partir de estudio clínico

## CONCLUSIONES

Es posible utilizar el germinado de brócoli, las semillas de mostaza y la cúrcuma para tratar a la bacteria *Helicobacter Pylori* y a los malestares provocados por esta, gracias a sus propiedades demostradas en estudios. También fue posible elaborar un comprimido a base de aquellos ingredientes, con la consistencia y textura correcta. Una manera de comprobar su efectividad con la bacteria en cuestión sería realizando un cultivo bacteriológico, por lo que se está investigando acerca de la realización de un antibiograma, pero por el momento, los estudios anteriores a este trabajo, respaldan el proyecto. Asimismo, las pruebas en un paciente con gastritis crónica comprueban la efectividad de la tableta.

## REFERENCIAS

- Brócoli - Información general. (s.f.). Recuperado 22 febrero, 2020, de <https://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Presentacion-Brocoli.html>
- Conzatti, et al., A. D. R. I. A. N. A. (2005, febrero). Evidencias clínicas y moleculares del consumo de brócoli, glucorafanina y sulforafano en humanos. Recuperado 22 febrero, 2020, de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext)
- Excipientes: qué son y para qué sirven. (2016, 19 octubre). Recuperado 22 febrero, 2020, de <https://www.ocu.org/salud/medicamentos/informe/excipientes+>
- García Fernández, D. R. F. R. A. N. C. I. S. C. O. (2020, 17 enero). Helicobacter Pylori. Recuperado 22 febrero, 2020, de <https://www.saludigestivo.es/mes-saludigestivo/helicobacter-pylori/helicobacter-pylori/>
- Glucosinolatos: ¿defensas vegetales o batallón contra el cáncer? (2018, 23 enero). Recuperado 22 febrero, 2020, de <https://naukas.com/2018/01/23/glucosinolatos-defensas-vegetales-o-batallon-contra-el-cancer+>
- H. pylori (Helicobacter pylori) en los niños. (s.f.). Recuperado 22 febrero, 2020, de <https://www.stanfordchildrens.org/es/topic/default?id=helicobacterpylori-90-P05102>
- INDUSTRIA FARMACÉUTICA [Publicación en un blog]. (2011, 30 mayo). Recuperado 22 febrero, 2020, de <http://industria-farmacautica.blogspot.com/2011/11/pasos-para-elaborar-tabletas-y-su.html+>
- Las propiedades de la semilla de mostaza. (s.f.). Recuperado 22 febrero, 2020, de <https://www.deplantasmedicinales.net/propiedades-de-la-semilla-de-mostaza/+>
- Mercola, D. R. (2014, 8 julio). El Germinado de Brócoli ideal para aniquilar Contaminantes. Recuperado 22 febrero, 2020, de <https://articulos.mercola.com/sitios/articulos/archivo/2014/07/08/beneficios-del-germinado-de-brocoli.aspx>
- Mostaza propiedades, beneficios y contraindicaciones. (2019, 17 enero). Recuperado 22 febrero, 2020, de <https://www.mostaza10.com>
- Tolsa, A. M. P. A. R. O. (2017, 17 abril). El sulforafano, sustancia presente en el brócoli, regula la expresión de lncARNs asociados al cáncer. Recuperado 22 febrero, 2020, de [https://genotipia.com/genetica\\_medica\\_news/sulforafano-brocoli-cancer/+](https://genotipia.com/genetica_medica_news/sulforafano-brocoli-cancer/+)
- Valerio, M. A. R. Í. A. (2009, 6 abril). Brotes de brécol contra la bacteria estomacal más molesta elmundo. es salud. Recuperado 22 febrero, 2020, de <https://www.elmundo.es/elmundosalud/2009/04/06/nutricion/1238999782.html>
- Vermeulen, et al, M. (2008). Bioavailability and kinetics of sulforaphane in humans after consumption of cooked versus raw broccoli. - PubMed - NCBI. Recuperado 22 febrero, 2020, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/m/pubmed/18950181/>

# EQUIS: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA COMPRENSIÓN DE LOS TÉRMINOS SEMEJANTES

Villa-Coronado, Alexa Nahomi  
Loera-Barrón, Arely Guadalupe

Centro de Bachillerato Tecnológico, industrial y de servicios No. 151  
San Luis Potosí

Nivel Medio Superior  
Área: Ciencias Exactas y Naturales

## RESUMEN

*Equis es una estrategia didáctica que utiliza el aprendizaje basado en juegos para facilitar la comprensión de los términos semejantes, tema correspondiente a la materia de álgebra del plan de estudios de educación media superior. La idea surge de la dificultad para comprender las matemáticas, algunos expertos indican que esto se debe principalmente a la abstracción que presentan, a su carácter acumulativo y a que exigen esfuerzo de atención por su razonamiento deductivo. La finalidad de la investigación es mejorar el rendimiento académico del alumno en el tema de los términos semejantes, facilitando la comprensión de los contenidos mediante la implementación de un juego de cartas, en el cual se repartirán cartas con colores y términos matemáticos a cada jugador, los cuales, tomando turnos, podrán utilizar, siempre y cuando tengan un término algebraico semejante o el mismo color; gana el jugador que utilice todas sus cartas. Con esta mecánica de juego los participantes pondrán en práctica sus conocimientos para distinguir los términos semejantes y saber cuáles se pueden agrupar, todo mientras se divierten.*

*Palabras clave: álgebra, gamificación, juegos, rendimiento.*

## ABSTRACT

*Equis is a teaching strategy that uses game-based learning to facilitate the understanding of like terms, a topic corresponding to the algebra subject of the upper secondary education curriculum. The idea arises from the difficulty in understanding mathematics; some experts indicate that this is mainly due to the abstraction they present, their cumulative nature and the fact that they require an effort of attention due to their deductive reasoning. The purpose of the research is to improve the student's academic performance on the topic of like terms, facilitating the understanding of the contents through the implementation of a card game, in which cards with colors and mathematical terms will be distributed to each player. which, taking turns, they can use, as long as if they have a similar algebraic term or the same color, the player who uses all their cards wins. With this game mechanic, participants will put their knowledge into practice to distinguish similar terms and which ones can be grouped together, all while having fun.*

*Keywords: algebra, gamification, games, performance.*

## INTRODUCCIÓN

Desarrollar el pensamiento lógico matemático es una de las tareas más complicadas para los estudiantes de cualquier nivel educativo, se piensa que esto se debe a que los seres humanos tenemos problemas con la capacidad de abstracción y eso nos dificulta trabajar con elementos simbólicos, además los conceptos tienen carácter acumulativo y si para un alumno es complicado comprender lo más básico, será una tarea casi imposible entender los temas más avanzados, las matemáticas exigen un gran esfuerzo de atención porque requiere razonamiento deductivo, pero nuestro cerebro es económico por naturaleza y se resiste a hacer ese gasto.

A pesar de las dificultades, las competencias disciplinares básicas de las matemáticas son muy importantes, ya que buscan propiciar el desarrollo de la creatividad y el pensamiento lógico y crítico entre los estudiantes. Un estudiante que cuente con las competencias disciplinares de matemáticas puede argumentar y estructurar mejor sus ideas y razonamientos.

Sin embargo, el rendimiento académico de los alumnos, en esta área del conocimiento, no es el esperado. Según el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos 2018 (PISA 2018), alrededor del 56% de los estudiantes no es capaz de interpretar y reconocer, sin instrucciones directas, cómo se puede representar y solucionar matemáticamente una situación.

Esta problemática afecta significativamente a los estudiantes, provocando rezago académico que, en algunas ocasiones, lleva a la deserción escolar. Por lo tanto, es importante buscar nuevas y mejores estrategias didácticas que nos permitan facilitar el entendimiento de las matemáticas.

## MARCO TEÓRICO

Levy Moreno (2010), psicólogo y psiquiatra, indica que el juego es una constante vital en la evolución, maduración y aprendizaje del ser humano, ya que acompaña al crecimiento biológico, psico-emocional, y espiritual del hombre, por lo que, el uso de estos recursos para el aprendizaje abre enormes oportunidades para llevar experiencias de la vida cotidiana a las aulas de clase, aumentando la motivación y el compromiso con el aprendizaje.

Según Robertson & Howells (2008), citados por Moreno (2010), el proceso de aprendizaje a través del juego atraviesa varias etapas, ya que mientras se juega, el jugador analiza y prueba, crea hipótesis, reprueba y repiensa; estableciendo así un enlace entre las acciones y la respuesta del juego, con el cual consigue replantear sus modelos mentales. De igual manera, en su investigación Qian y Clark (2016) concluyen

que es posible aprender a través del juego y que, además, el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la comunicación pueden ser desarrolladas de manera especial a través de esta estrategia.

Además, el juego también contribuye a incentivar la participación del alumno, ya que según Hamari, Shernoff, Rowe, Coller, Asbell-Clarke y Edwards (2016) una de las principales ventajas del aprendizaje basado en juegos es que capta el interés del alumno y lo motiva a realizar las actividades al darle un objetivo, promoviendo su competitividad. Sin embargo, es importante aplicarlo de manera correcta y en este sentido Shute y Ke (2012), indican que el juego debe tener metas y reglas claras para generar incertidumbre, además de ser interactivo, adaptativo, estimulante, y dar al jugador una retroalimentación constante.

La relación entre el aprendizaje y las estrategias basadas en juegos se ha investigado a lo largo de la historia, existen investigaciones donde se implementaron juegos de mesa, videojuegos, actividades lúdicas o competencias como estrategia, y en su gran mayoría los resultados son favorecedores, por lo que podemos identificar que los seres humanos desarrollan aprendizajes y habilidades mientras realizan actividades lúdicas.

## MÉTODOS

Se implementó una investigación de tipo cuantitativa, ya que, por medio del análisis de datos, nos permite encontrar la relación que existe entre las variables de estudio, la información fue recolectada a través de pruebas objetivas y encuestas, mientras que su análisis fue elaborado utilizando el *software* Excel de *Microsoft*.

La muestra fue elegida por conveniencia y se delimitó a 31 alumnos de primer semestre del Centro de Bachillerato Tecnológico, Industrial y de Servicios #151, que, al momento de realizar la investigación, cursaban la materia de álgebra.

El alcance es correlacional, ya que se pretende estudiar cómo influye el aprendizaje basado en juegos en el rendimiento académico del alumno. La principal limitación del estudio se presenta en los distintos factores que pueden afectar el desempeño del alumno, sin embargo, buscaremos delimitar la información recolectada.

La investigación fue desarrollada desde el enfoque de la metodología *Design Thinking*, la cual se compone de cinco etapas: empatía, definición, ideación, prototipado y testeo.

El juego propuesto se compone de 100 cartas, las cuales se clasifican en 4 cartas de comodín y 96 cartas de 4 colores, cada color tiene 24 cartas, distribuidas en 8 cartas especiales y 16 términos algebraicos. Los términos algebraicos son expresiones que están compuestas por un coeficiente, una o más variable y un exponente para cada una de ellas.

Figura 1. Partes de un término algebraico.



Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, para que sean semejantes solo se requiere que la variable o el conjunto de variables y sus respectivos exponentes sean iguales, en este sentido, existen 8 tipos de términos algebraicos diferentes en el juego:  $x, x^2, x^4, y^3, y^5, xy, x^2y, xy^5$ . En cuanto a las cartas especiales, se definieron 6 tipos diferentes, los cuales se describen a continuación:

Figura 2.- Cartas especiales del juego.

 <p><b>Invertir giro</b> Cambia el sentido del juego de derecha a izquierda y viceversa.</p>	 <p><b>Bloquear jugador</b> El siguiente jugador pierde su turno.</p>	 <p><b>Intercambio</b> Quien juega la carta, cambia de mano con el jugador que elija.</p>
 <p><b>Cambio de término</b> Después de jugar esta carta tira otra de tu mano con un término algebraico distinto sin importar su color.</p>	 <p><b>Eliminación</b> Quien juega esta carta elige un término algebraico y todos descartan que contengan dicha elección.</p>	 <p><b>Comodín de color</b> Cambia el color que se está jugando en la carta de pila de descarte.</p>

Fuente: Elaboración propia

La mecánica del juego consiste en repartir 7 cartas a cada jugador, las demás se ponen a manera de montón en el centro, se despliega la primera carta, siendo esa la carta por la cual se empezará el juego, posteriormente cada jugador tomará su turno y podrán lanzar una carta que contenga el mismo término algebraico o el mismo color.

Si en algún momento de la partida, un jugador no puede jugar ninguna de las cartas de su mano por no coincidir con la última de la pila de descarte, está obligado a robar una carta del montón y terminar su turno. El objetivo del juego es utilizar todas las cartas en tu mano y al hacerlo ganas la partida.

Para la implementación de la propuesta se aplicaron dos pruebas de conocimientos a los alumnos, una previa y una posterior a las sesiones de juego, ambas eran similares

y enfocadas en el tema de términos semejantes, esto con la finalidad de medir el grado de aprendizaje y comprensión del alumno, comparando los aciertos obtenidos en cada una de las pruebas.

Además, se aplicó una encuesta de satisfacción, para conocer la opinión de los participantes acerca de la propuesta e identificar los aspectos que pudieran ser mejorados para una mejor experiencia del jugador.

## RESULTADOS

Para probar la funcionalidad del juego se trabajó con una muestra de 31 alumnos, el proceso de testeo consistió en tres etapas, en la primera se aplicó una prueba en el cual se tenían que relacionar términos semejantes encerrándolos con colores, se incluyeron términos de una sola variable, de conjuntos de variables y de variables y potencias, la calificación máxima que se podía obtener era de 10 aciertos; la finalidad de esta prueba era evaluar si los alumnos entendían lo que es un término semejante y si eran capaces de identificarlos.

En la segunda etapa, se implementó la propuesta en una sesión de grupo, comenzando por explicar a los alumnos en qué consistía el juego y cuáles eran las reglas, después jugaron partidas en grupos de 4 personas, durante el desarrollo de la actividad podían preguntar sobre las cartas jugadas, tanto a sus compañeros como al profesor, en caso de que existieran dudas.

Posterior a la sesión de juego, en la etapa final, se aplicó otra prueba, similar a la primera, con la finalidad de obtener un puntaje que se pudiera comparar con el obtenido en la primera prueba y de esta manera analizar si hubo una mejora en la comprensión del alumno de los términos semejantes y por ende en su rendimiento académico. Además, de esto se aplicó una encuesta de satisfacción, para conocer la opinión de los participantes acerca de la propuesta e identificar los aspectos que pudieran ser mejorados.

La información recolectada de las pruebas de conocimientos se integró a una base de datos en el software Excel de *Microsoft*, para su análisis comparativo, los resultados se muestran en la siguiente gráfica:

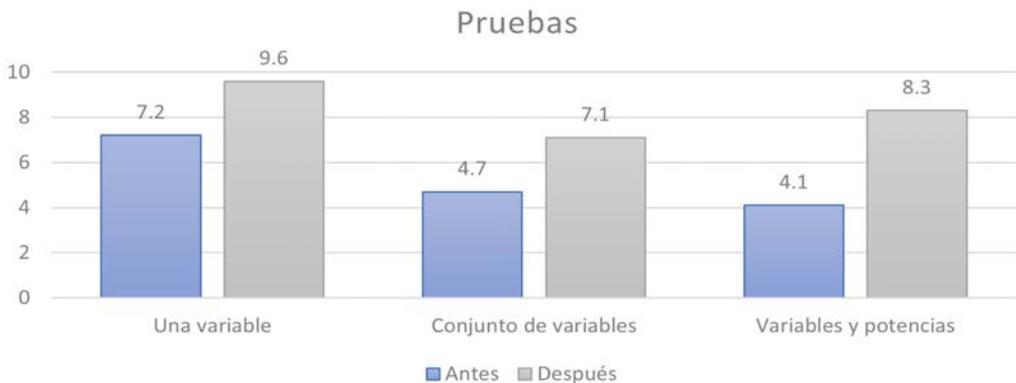


Figura 3.- Resultados de las pruebas de conocimientos.

Como podemos observar, en los datos obtenidos al poner a prueba el juego, existe una mejora significativa en el promedio de aciertos obtenido por los alumnos en cada prueba. A pesar de que se obtuvieron diferentes resultados, en los distintos tipos de términos, en todos se observó un incremento.

En los términos de una sola variable los aciertos se incrementaron más de dos puntos, estos son los términos más simples, ya que es una sola variable y solo se requiere identificar que es la misma letra, sin embargo, el promedio de aciertos de los alumnos después de la prueba se acercó al máximo posible.

Por otra parte, en los términos de conjuntos de variables, el promedio general tuvo un incremento considerable, logrando superar el puntaje de media de 5 aciertos, ya que antes de la prueba no alcanzaba este valor, esto es algo alentador, puesto que los conjuntos de variables representan un nivel de dificultad medio.

Por último, en el apartado de variables y potencias, el promedio de aciertos se duplicó, esto es alentador por el hecho de que esté el nivel de dificultad más elevado, los alumnos mostraron una gran mejoría en la prueba.

La encuesta de satisfacción se dividió en dos categorías, la jugabilidad y las propuestas para mejorar la experiencia de los jugadores; en estas encuestas los alumnos indicaron que el juego les pareció didáctico, entretenido, divertido y útil y que disfrutaron mucho las partidas. Esto se vio reflejado al momento de realizar las partidas de prueba, ya que todos los alumnos se mostraron muy participativos y la competitividad los incentivaba a preguntar si las cartas jugadas eran correctas.

Sobre las posibles mejoras, creen que la jugabilidad es sencilla y que en ese aspecto no modificarían nada, pero les gustaría que existieran niveles de dificultad, para poder ir mejorando poco a poco en el juego.

También indicaron que les gustaría que se pudieran abordar otros temas de la materia, como despeje, eliminación o productos notables, con instrumentos de este tipo, ya que les parece una buena estrategia para abordar los temas.

## CONCLUSIONES

Al analizar los resultados, podemos concluir que el objetivo planteado se cumplió, pues los alumnos mostraron una mejora en su desempeño al responder cuestionarios e indicaron que el juego les pareció entretenido y que sin duda volverían a jugar por diversión.

Además, mientras jugaban se corregían mutuamente cuando jugaban una carta que no correspondía, lo que indica que el juego promueve el aprendizaje entre pares, lo que beneficia el conocimiento colectivo del grupo.

Por último, es importante mencionar que los alumnos continuaron utilizando el juego aun después de las sesiones de pruebas, ya que de verdad les pareció entretenido, esto abre la posibilidad a buscar otros juegos con los que se puedan abordar más temas.

Si bien, en esta etapa de la investigación, solo se realizaron pruebas para monitorear la utilidad del juego, a futuro se pretende implementar el curso de álgebra en otros niveles educativos y midiendo la variable del rendimiento académico con más indicadores, para poder realizar un análisis más profundo del impacto del juego.

## REFERENCIAS

Design Thinking en español. (24 de septiembre del 2021). ¿Qué es el Design Thinking? Recuperado de: <https://www.designthinking.es/inicio/index.php>

Duran, L. (2013), Aprendizaje Basado en Juegos como Estrategia para el Desarrollo de Competencias Específicas de Educación

Hamari, J., Shernoff, D. J., Rowe, E., Coller, B., Asbell-Clarke, J., & Edwards, T. (2016). Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. *Computers in human behavior*, 54, 170-179.

Gómez, M; Gómez, P; Gómez-Martín; Gonzales, P. (2004). Aprendizaje basado en juegos. *Revista Icono* 14, Nº 4, ISSN 1697-8293. Madrid, España.

Moya, F; Carrasco, A; Jiménez, P; Ramó, A; Soler, C. (2016). El aprendizaje basado en juegos: experiencias docentes en la aplicación de la plataforma virtual "Kahoot". *Investigación, innovación y enseñanza universitaria: Enfoques pluridisciplinarios*, 1241 - 1254

Moreno, J. (2010). Aproximación teórica a la realidad del juego. *Aprendizaje a través del juego*. Ediciones Aljibe.

Muños, O. (2014). Los juegos de mesa como recurso en la implementación del aprendizaje colaborativo en primaria. *Universidad Internacional de la Rioja; Facultad de Educación*. España.

Naciones Unidas (2021). *Objetivos de desarrollo sostenible; Objetivo #4: Educación de calidad*

Recuperado de: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/>

Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos. (2021). *Informe de resultados 2018*.

Recuperado de: [https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018\\_CN\\_MEX\\_Spanish.pdf](https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_MEX_Spanish.pdf)

Qian, M., & Clark, K. R. (2016). Game-based Learning and 21st century skills: A review of recent research. *Computers in Human Behavior*, 63, 50-58.

Shute, V. J., & Ke, F. (2012). Games, learning, and assessment. In *Assessment in game-based learning* (pp. 43-58). Springer, New York, NY

## ANEXOS

Anexo 1.- Encuesta sobre juegos de mesa: <https://forms.gle/27AHJL6bEtdkJR0n8>

Anexo 2.- Encuesta sobre la materia de álgebra: <https://forms.gle/jmA9m9hC5HJqHLzz5>

Anexo 3.- Encuesta de satisfacción: <https://forms.gle/RxRiNTFq76YWgLNH6>

Anexo 4.- Actividad propuesta para evaluar a los alumnos: Ver el manual en la web

Anexo 5.- Manual del juego: Ver el manual en la web

# MONOPOLY TIME TRAVEL

Bautista-Cisneros, Xavier Andre  
Canelo-Martínez, Paola Guadalupe  
González-García, José Alberto  
Cisneros-López, Hilda Lucia

Universidad de Guanajuato  
Guanajuato

Nivel Medio Superior  
Área: Divulgación Científica

## RESUMEN

*Con el paso del tiempo, cada vez es menos la población joven que se siente atraída hacia la ciencia; es por esto que hemos creado Monopoly Time Travel, un juego que involucra a algunos de los más grandes científicos de la historia moderna y envuelve a los adolescentes para que se sientan atraídos por el espléndido mundo de la ciencia. Con este juego esperamos ver, sobre todo, a las personas de corta edad, con un deseo mayor por aprender, debido a que de ellos depende el futuro. En el presente reporte se podrá observar el trabajo de campo desarrollado en el proyecto (del cual obtuvimos resultados satisfactorios) así como la metodología y la etapa actual del mismo. Sin lugar a duda, este es un juego que tiene bastante potencial y queremos seguir desarrollándolo. Consideramos y hemos comprobado que puede provocar un cambio positivo muy notable en la mentalidad de niños, adolescentes e incluso familias enteras sobre el concepto que se tiene de ciencia, convirtiéndolo en un proceso interactivo y divertido de aprendizaje para todas las edades.*

*Palabras Clave: Monopoly Time Travel, Divulgación de la ciencia, ciencia, proyecto, herramienta lúdica, investigación, jóvenes, pre-adolescentes.*

## ABSTRACT

*After all these Years, fewer young people are interested in science; this is why we have created Monopoly Time Travel, a game that involves some of the most outstanding scientists in modern history and involves teenagers to make them feel attracted by the amazing world of science.*

*The project emerged as an idea for a science fair and gradually took on the form it currently has. With this game, we hope to see young people, with a greater desire to learn, because the future depends on them. In this report, we will be able to observe the fieldwork developed in the project (from which we obtained satisfactory results) as well as the methodology and the current stage of the same.*

*Without hesitation, this game has enough potential and we want to continue developing it. We believe and have found that it can bring about a very noticeable positive change in mind of children, teenagers, and even whole families about the concept of science, turning it into an interactive and fun learning process for all ages.*

*Keywords: Monopoly Time Travel, Science Outreach, science, project, playful tool, research, youth, pre-teens.*

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, en las escuelas se ha visto una pérdida del interés por parte de los jóvenes hacia la ciencia, como menciona Ruiz (2017): “Estudios realizados a nivel mundial nos han permitido visibilizar una importante reducción de la vocación científica de la sociedad, llegándose a detectar un relevante descenso en el número de estudiantes que se deciden a cursar carreras científico-técnicas”.

Esto ha generado preocupación en las últimas décadas, como lo afirman Valero-Matas et. al. (2017), “uno de los grandes problemas económico- educativos de los países occidentales es la escasez de estudiantes de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas”. Aunado a ello como estudiantes observamos que es un tema que nos involucra, considerando que es momento de aportar. Esto nos ayuda a plantear nuestro objetivo que es generar el interés por la búsqueda y obtención de saberes científicos, empezando por un público joven mediante un juego como herramienta lúdica.

Este objetivo formó parte de un proyecto final dentro de la materia de química y para lograrlo, nos dimos a la tarea de realizar la investigación que aquí se presenta con la finalidad de comprobar la viabilidad de un juego de mesa como nuestra herramienta base. Comenzamos entonces a idear un juego de mesa basado en el clásico juego de Monopoly, agregando conceptos innovadores y atractivos para nuestro público objetivo, teniendo por parte de las mismas respuestas por demás satisfactorias. Es así como nuestros supuestos llegaron a ser conclusión, logrando encender un sentimiento de atracción hacia la ciencia en adolescentes, niños e incluso familias, esto a partir de la historia del juego, que involucra a científicos famosos, mismos que han hecho aportes imprescindibles para el mundo y la vida, esperando dejar de lado la abulia y retomando el gusto por la absorción de saberes, cumpliendo así con el cuarto objetivo de desarrollo sostenible “Educación de calidad”.

## MARCO TEÓRICO

Dentro de nuestra investigación encontramos en primer lugar a González (2014) en España, que dice que el aprendizaje basado en juegos suele ser muy interesante, lo que lleva a determinar que es viable que formen parte de un método de aprendizaje.

En segunda instancia, analizamos a Vélez, et al. (2019) en Colombia, consideran que los juegos son una eficaz herramienta lúdica de aprendizaje, pues facilitan y mejoran la obtención del conocimiento. La tercera investigación está enfocada en Navarrete (2022) en Perú, que menciona que una de las funciones principales en los juegos es motivar el aprendizaje, ya que avivan el interés y la atención, especialmente si el material didáctico es llamativo.

Además, nos encontramos con Montero (2017) en Costa Rica, quien nos dice que al igual que la sociedad y el mundo, los métodos de enseñanza cambian constantemente, pues con el paso del tiempo van quedando obsoletos y provocan un aburrimiento y desmotivación en los estudiantes, mencionando los beneficios que podrían traer los juegos si se llevaran a las aulas.

Urteaga (2016) en Perú, habla acerca de los juegos como medio de aprendizaje en diversas áreas, entre las que se encuentra la ciencia, plantea que la educación es uno de los mayores problemas de la actualidad, y busca darle una solución, para que los alumnos se interesen más en el estudio, y llega a la conclusión de que los juegos tienen una gran influencia en el aprendizaje en los rubros de la ciencia, personal, entre otros.

Después nos encontramos con Iglesias *et al.* (2018) en Cataluña, España, quienes concluyen con diversos autores que las principales virtudes del uso de juegos y sus características en la educación son la mejora de la motivación, la implicación y el interés de los estudiantes; suponer un aprendizaje activo y dinámico; posibilitar la educación experiencial; permitir la creación de simulaciones y modelos que reproducen temas complejos; facilitar la creación de mapas mentales, y potenciar la adquisición de las habilidades del siglo XXI.

Siguiendo la línea de beneficios encontramos a Encinas *et al.* (2016), en Valladolid, quienes en su investigación sobre la eficacia del Aprendizaje Basado en Juego (ABJ) comentan que el ABJ, como metodología necesariamente grupal, puede propiciar la inclusión educativa, ya que alumnos con diferentes capacidades comparten ese espacio de juego.

Incluso encontramos que ya se da por manifiesto su beneficio, como se puede leer en los artículos de Melian *et al.* (2020), autores que afirman que su fomento es clave para el desarrollo en las aulas, pues ayudan a la simulación estratégica necesaria en la creación de esta competencia.

Pero no solo tienen beneficios a estos niveles, sino en el ámbito personal y familiar. Esto puede encontrarse en el trabajo de Marin y Moyola, en Medellín (2015), donde se redacta que la aplicación de los juegos de mesa llega incluso a favorecer en las relaciones familiares y formaciones de los niños cuyo ambiente son estas dinámicas, teniendo herramientas socioemocionales para su futuro.

Y por último nos encontramos con el trabajo de Pizarro, en Chile (2021), donde concluye la viabilidad de esta estrategia con el estudio de la predisposición favorable hacia los juegos de mesa, a los que considera idóneos para desarrollar habilidades sociales, habilidades para la resolución de problemas y habilidades analíticas.

## MÉTODOS

Se utilizó un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo) así como una investigación descriptiva.

El método de recolección de datos se realizó a través de la observación directa y de una entrevista corta para después analizar los datos.

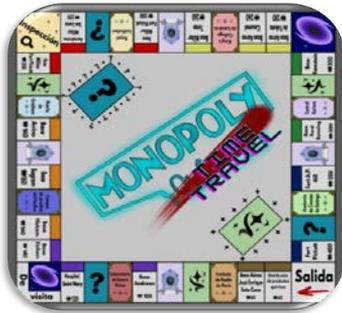
Etapa 1: planteamiento de la problemática, acompañado con el trabajo para el desarrollo del proyecto (reuniones virtuales, trabajo colaborativo, evaluaciones de viabilidad, análisis de investigaciones).

Etapa 2: análisis práctico del proyecto mediante su presentación en la feria de ciencias, como a su vez observar su respuesta ante el público.

Etapa 3: invitación y preparación para ExpoCiencias, para posteriormente Presentar el proyecto en el evento mencionado, para finalizar con mejoras en el juego basadas en los comentarios emitidos por evaluadores.



Se expone el juego a una muestra aprox. 350 alumnos de nivel básico, con los siguientes resultados: El 98% del público se sintió atraído hacia el juego. Se realizan preguntas directas a 80 de ellos, de los cuales el 75% otorgan una calificación de 10 al juego, el 87.5%, no conocían a los personajes y demostraron genuino interés, lo que significa que logramos promover un nuevo aprendizaje. Otro de los puntos metodológicos fue probar el juego en nuestras propias familias. Centrándonos en nuestro público (los niños) estos mostraron una reacción positiva que fue aumentando a lo largo de la partida. Se entrevistó a uno de ellos, el cual mencionó: "Me hubiera gustado mucho completar la partida. Fue muy emocionante, pero como es algo complejo, las partidas se alargan".



Después de analizar los resultados nos dimos cuenta de que el juego ha sido muy bien recibido, cumpliendo nuestros supuestos y tiene el potencial que esperábamos. Sin embargo, creemos que a raíz de los mismos resalta la posibilidad de una mejora en la dinámica de este, así como su aspecto. Fuera del punto mencionado, estamos muy satisfechos con nuestro trabajo y esperamos seguir potenciándolo.

## CONCLUSIONES

La importancia de la divulgación científica no se debe dejar solo a investigadores de gran trayectoria, como jóvenes debemos involucrarnos para que cada día logremos acercar no solo a los de nuestra generación, sino a niños, el cambio empieza desde nosotros para proyectarlo a los más grandes.

Nuestros supuestos son verdaderos, ya que a la hora de aplicar el proyecto pudimos generar un genuino interés hacia lo que estábamos presentando, cumpliendo nuestro objetivo, generar interés por la búsqueda y obtención de saberes científicos, lo cual nos comprueba de una vez por todas qué estrategias como esta son requeridas para fortalecer la divulgación de la ciencia. Durante todo el desarrollo del proyecto tomamos como base la implementación de estrategias lúdicas en el aula, que como nos menciona Torres (2002) "El juego tomado como estrategia de aprendizaje no solo le permite al estudiante resolver sus 11 conflictos internos y enfrentar las situaciones posteriores, con decisión, con pie firme, siempre y cuando el facilitador haya recorrido junto con él ese camino, puesto que el aprendizaje conducido por los medios tradicionales, con una gran obsolescencia y desconocimiento de los aportes tecnológicos y didácticos, tiende a perder vigencia." Es así como podemos decir que es de suma importancia buscar maneras de implementar herramientas y estrategias lúdicas, pues estas facilitan el desarrollo de habilidades en los jóvenes, y en este caso también propicia a la divulgación científica, la cual como hemos mencionado anteriormente es de suma importancia para nuestro desarrollo como entes. Monopoly Time Travel es un proyecto que combina talentos, enfocados en la propiciación de la divulgación de la ciencia, y que sin estos talentos el proyecto no podría tener vida ni sustento, estamos dispuestos a seguir apuntando hacia el futuro, y de igual manera poder romper fronteras, e impactar no solo a nuestra población, sino que todos puedan gozar de lo hermoso que es la ciencia, estamos empeñados en cumplir nuestras metas y que Monopoly Time Travel siempre este en constante mejora, pues nosotros buscamos brindar calidad, pues la ciencia, no tiene tiempo.

## REFERENCIAS

- Pobre, el conocimiento de los mexicanos en torno a ciencia y tecnología: encuesta de la UNAM. (S. f.). Recuperado 16 de octubre de 2022, de [https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bd\\_boletin/2016\\_892.html](https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bd_boletin/2016_892.html)
- Vista de Falta de interés por la ciencia en la formación profesional de estudiantes de la ESIME-IPN, México/ Lack of Interest for Science in the Professional Education of Students of the Esime-IPN, Mexico. (S.f.). Recuperado 16 de octubre de 2022, de <https://journals.eagora.org/revEDUMAT/article/view/1912/1270>
- Martínez, J. A. R. (2019). Falta de interés por la ciencia en la formación profesional de estudiantes de la ESIME-IPN, México. Dialnet. Recuperado 16 de octubre de 2022, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8258861>
- González, C. (2014). Estrategias para trabajar la creatividad en la Educación Superior: pensamiento de diseño, aprendizaje basado en juegos y en proyectos. Universidad de La Laguna, España. Recuperado de: <https://revistas.um.es/red/article/view/234291/180001>
- Vélez, O. A., Palacio, S. M., Hernández, Y. L., Ortiz, P. A. y Gaviria, L. F. (2019). Aprendizaje basado en juegos formativos: caso Universidad en Colombia. Universidad de Medellín, Colombia. Recuperado de: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1607-40412019000100112](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-40412019000100112)
- Navarrete, V. L. (2022). JUEGOS DIDÁCTICOS Y SU INFLUENCIA EN EL APRENDIZAJE DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN ESTUDIANTES DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 22273-CHINCHA. Universidad Nacional de Huancavelica, Perú. Recuperado de: <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/93bfc803-087c-456a-ae87-2170da5f6b86/content>
- Montero, B. (2017). Aplicación de juegos didácticos como metodología de enseñanza: Una Revisión de la Literatura. Universidad de Costa Rica, Costa Rica. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6000065>
- Urteaga, S. M. (2016). LOS JUEGOS ESCOLARES COMO MEDIO DE APRENDIZAJE EN LAS ÁREAS DE PERSONAL SOCIAL Y CIENCIA Y AMBIENTE EN LOS ESTUDIANTES DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 821355 NUEVA ESPERANZA DEL DISTRITO DE JOSÉ SABOGAL - SAN MARCOS, 2014. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. Recuperado de: <http://190.116.36.86/bitstream/handle/20.500.14074/1277/%e2%80%9cLOS%20JUEGOS%20ESCOLARES%20COMO%20MEDIO%20DE%20APRENDIZAJE%20EN%20LAS%20c3%81REAS%20DE%20PERSONAL%20SOCIAL%20Y%20CIENCIA%20Y%20AMBIE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Melián, M. A. (2020, 11 diciembre). Los juegos de mesa como recurso didáctico para el desarrollo del pensamiento estratégico | acceda CRIS Recuperado en: <https://accedacris.ulpgc.es/handle/10553/76563>
- Abril, C. M. A. R. (2020, 18 enero). Implementación de los juegos de mesa para mejorar la convivencia en los niños y niñas en la Institución Santa Rosa de Lima sección la Pradera. Recuperado en <https://repository.libertadores.edu.co/handle/11371/2258>

# CI-MS MULTITASKING CANE

Méndez-Casco, Gerardo Ezequiel

Juarez-Leyva, Luis Alberto

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Puebla

Nivel Medio Superior

Área: Ciencias de la Ingeniería

## RESUMEN

De acuerdo con Fisiosalud (2013) la gran mayoría de la gente anciana presenta dificultades al desplazarse en casa debido al deterioro natural de su cuerpo. No obstante, "los dolores de espalda en la región lumbar son actualmente la principal causa de discapacidad en personas mayores de 45 años", según ha concluido un estudio de la Universidad CEU de Valencia." (Valencia, 2016). Es por los anteriores motivos que el proyecto a desarrollar consiste en la creación de un bastón adaptable que con la ayuda del microcontrolador ATMEGA 328P y un sensor de proximidad es capaz de detectar objetos del suelo, los cuales, mediante la activación de unas pinzas magnéticas podrán ser levantados con facilidad. Al mismo tiempo, gracias a la implementación de ciertos sensores y actuadores el bastón cuenta con un botón de pánico, así como con la capacidad de medir frecuencia cardiaca y transmitir su ubicación tiempo real con coordenadas GPS al dispositivo móvil de su familiar más cercano. El dispositivo busca una eficiencia alta y de calidad para el usuario. Es por ello por lo que actualmente se encuentra en vías de desarrollo, pues el prototipo actual, a pesar de cumplir con los objetivos propuestos, presenta cierta fragilidad e inexactitudes que lo hacen poco fiable en usos cotidianos. Con el implemento de mejores componentes, una programación más sólida y el diseño de un circuito minúsculo pero sofisticado, el bastón podrá ejecutar todas sus acciones de forma perfecta.

Palabras Clave: Tercera Edad, Región Lumbar, Dolor, Calidad de Vida, Microcontrolador ATMEGA328P, Sensor, Actuador, Programación, Circuito, Electrónica.

## ABSTRACT

In accordance with Fisiosalud (2013), a significant challenge faced by the elderly population stems from the natural physiological changes that affect their mobility within their homes. Nevertheless, recent research conducted by CEU University of Valencia (Valencia, 2016) highlights that "lower back pain in the lumbar region currently is the leading contributor to disability among individuals aged 45 and older. "It is in response to these pressing concerns that this project is being undertaken. The project's primary objective is the development of an adaptable walking cane, incorporating an ATMEGA 328P microcontroller and proximity sensors. This innovative cane will serve the dual purpose of detecting objects on the floor and employing magnetic grippers for effortless retrieval. Additionally, the device will be equipped with sensors and actuators, enabling it to audibly alert the user to potentially hazardous conditions, monitor heart rate, and provide real-time GPS coordinates to a designated family member's mobile device. The envisioned device aspires to offer users a seamless experience characterized by optimal efficiency and quality. Currently, the project is in the developmental phase, as the existing prototype, while partially meeting its intended objectives, exhibits certain limitations and design inaccuracies that compromise its reliability for daily use. The incorporation of superior components, enhanced programming, and the creation of a compact yet advanced circuit design will enable the cane to perform its functions flawlessly.

Keywords: Elderly, Lumbar Region, Pain, Quality of Life, ATMEGA328P Microcontroller, Sensor, Actuator, Programming, Circuit, Electronics.

## INTRODUCCIÓN

De acuerdo con datos recabados por la INEGI (2020) Hoy en día en México residen alrededor de 15.4 millones de personas mayores a 60 años, de las cuales 1.7 millones viven solas, 41.4% son económicamente activos y 69.4% padecen de alguna discapacidad que les impide llevar un estilo de vida ameno y confortable.

Como es bien sabido, en las últimas décadas los constantes avances tecnológicos y la proliferación de dispositivos electrónicos han contribuido a mejorar la calidad de vida de todos los seres humanos de forma radical.

Lamentablemente, son las personas mayores quienes más difícil se han adaptado al cambio, pues el escaso conocimiento digital que presenta dicho grupo poblacional ocasiona que sean ellos quienes menos disfruten de los beneficios que la tecnología ofrece.

Así mismo, la alta inversión de capital que significa el desarrollo de dispositivos más sofisticados y complejos impide a cientos de familias mexicanas considerar ciertos equipos como una opción viable a pagar.

Considerando estos antecedentes, surge la siguiente interrogante: ¿De qué manera la tecnología y la electrónica pueden contribuir de forma práctica, eficiente y rentable a una mejor calidad de vida de los adultos mayores en México?

Una respuesta potencial a esta pregunta es la concepción de un dispositivo cotidiano y familiar para esta población, como un bastón, que se beneficie de la integración de componentes electrónicos y un microcontrolador, así como de un diseño ergonómico y multifuncional. Este dispositivo está diseñado para asistir y simplificar tareas diarias que, debido al proceso natural de envejecimiento, se vuelven cada vez más complicadas de efectuar para los usuarios.

El propósito de este proyecto es elevar la calidad de vida de las personas mayores y discapacitadas al proporcionar asistencia en las actividades de la vida diaria. De forma tal que el analfabetismo digital y el capital económico para financiar los más nuevos dispositivos no sean limitantes para el uso equitativo de la tecnología del mundo contemporáneo.

## MARCO TEÓRICO

La lumbalgia, comúnmente conocida como dolor de espalda, es una afección médica caracterizada por la presencia de dolor en la región lumbar de la columna vertebral, específicamente en la zona dorsal inferior del cuerpo. Esta condición puede ser causada por diversos factores anatómicos, que incluyen lesiones musculares y de ligamentos,

problemas en los discos intervertebrales, estenosis espinal, artritis y fracturas vertebrales. A pesar de que cualquier persona puede experimentar síntomas de lumbalgia a lo largo de su vida, es importante destacar que los adultos mayores de 60 años son especialmente propensos a desarrollar una forma crónica de lumbalgia que persiste durante más de 12 semanas. Esta afección puede tener un impacto significativo en la calidad de vida de los adultos mayores, limitando su capacidad para realizar actividades diarias, como caminar largas distancias o doblarse con comodidad (Valencia, 2016).

Los problemas cardiovasculares son otra preocupación importante durante el envejecimiento. El corazón y los vasos sanguíneos tienden a volverse menos flexibles con el tiempo, lo que puede dar lugar a condiciones como la aterosclerosis y la hipertensión. Estos problemas pueden derivar en enfermedades cardiovasculares graves, incluyendo derrames cerebrales y ataques cardíacos. Para mantener un estilo de vida activo y saludable a medida que envejecemos, es esencial monitorear constantemente la presión arterial, incluso en individuos aparentemente saludables, ya que las irregularidades en la frecuencia cardíaca pueden conducir a afecciones graves que afectan al corazón, los ojos, el cerebro y los riñones.

La pérdida de memoria y el deterioro cognitivo son padecimientos comunes en el envejecimiento. El cerebro experimenta un desgaste natural con el tiempo, lo que puede afectar las habilidades de pensamiento y memoria. El deterioro cognitivo leve o moderado, a menudo referido como Alzheimer en etapa temprana, es la afección neurodegenerativa más común en adultos mayores. Sus signos incluyen la pérdida frecuente de objetos, olvido de eventos importantes, dificultad para planificar y organizar, y desorientación en lugares familiares.

En este contexto, la tecnología desempeña un papel crucial en el apoyo a una vejez más llevadera. Según la OMS, dispositivos de alarma, reproductores y altavoces de sonido, así como los bastones convencionales, son esenciales para el bienestar de la población mayor. Sin embargo, la accesibilidad y el costo siguen siendo barreras significativas para muchos. Se estima que solo una de cada diez personas que necesitan estos apoyos vitales tiene acceso a ellos, a menudo debido a la falta de conocimiento o a los altos costos asociados.

Por los motivos anteriores se plantea la necesidad de desarrollar un bastón multitareas que aproveche la tecnología para abordar los desafíos de salud mencionados. Este dispositivo no solo proporcionaría soporte físico y equilibrio al caminar, sino que también integraría características como alertas de salud, monitoreo de la presión arterial y asistencia para la memoria, mejorando así la calidad de vida de los adultos mayores. Este proyecto busca superar las barreras de accesibilidad y costo al ofrecer una solución tecnológica efectiva y asequible para esta población envejecida, ayudando a mantener su independencia y bienestar.



Figura 2. Prototipo Rápido del Bastòn



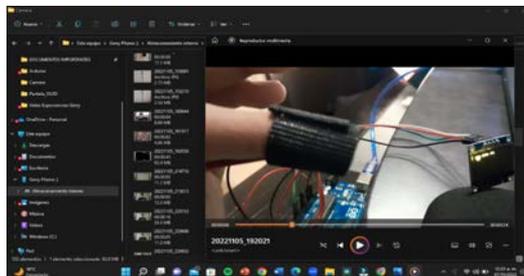
Fuente: Diseño Propio

3. Diseño Ergonómico: El diseño del bastón se basó en la elección de un tubo de aluminio redondo de 1 pulgada de diámetro y 3 metros de altura. Seccionado de manera que coincidiera con una altura estándar de 93 cm, considerada ideal para mantener una postura erguida. Además, se incorporaron pinzas retráctiles de 62 cm, usualmente utilizadas para destapar tuberías, que permiten al bastón recoger objetos del suelo. Una empuñadura curva de metal y un regatón antiderrapante se añadieron para mayor comodidad y seguridad.

4. Desarrollo Electrónico: El bastón se enriqueció con componentes electrónicos, pasivos y activos esenciales. Se incorporaron sensores cardíacos para monitorear la salud del usuario, un sistema de geolocalización mediante GPS y señal SMS para el monitoreo en tiempo real de la ubicación del dispositivo, un sensor de proximidad infrarrojo y un display Oled 128 x 64 PX. que permite al usuario la visualización de los datos de las magnitudes proporcionadas por los diversos sensores ubicados estratégicamente en el cuerpo del bastón.

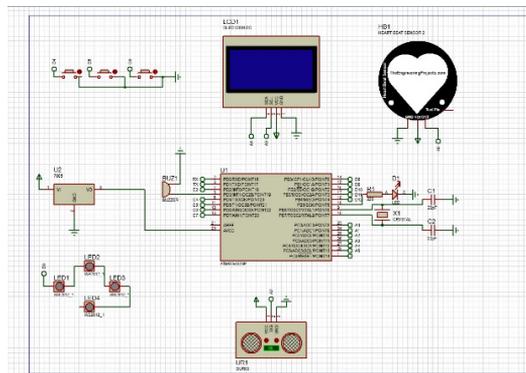
La programación de estos componentes se llevó a cabo utilizando el lenguaje C++, compilándolo y ejecutándolo en el microcontrolador ATMEGA 328P.

Figura 3. Prueba de Funcionamiento – Sensor de Pulso Cardíaco



5. Seguridad y Compactibilidad: Para garantizar la seguridad y la estabilidad de los componentes electrónicos, se soldaron a una placa de circuito impreso. Esto redujo el riesgo de cortocircuitos y aseguró un funcionamiento fiable del bastón. No obstante, por medio de la herramienta 'Fusion 360' se diseñó el mango y la cubierta protectora del circuito de forma tal que todo estuviese a la medida y proporción deseada. Para la posterior impresión se utilizó filamento tipo PLA, un polímero con óptimas capacidades resistivas a la deformación.

Figura 4. Dibujo Esquemático del Circuito Propuesto



Fuente: Diseño Propio

6. Pruebas y Mejoras: Tras completar el prototipo funcional, se llevaron a cabo pruebas de campo y análisis detallados para identificar áreas de mejora. Se perfeccionaron aspectos como el peso, la altura y la practicidad del bastón.

Figura 5. Prototipo Final



Fuente: Diseño Propio

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

Después de varios bosquejos y un riguroso proceso, se obtuvo como resultado final un bastón de aleación de aluminio de 90 cm de altura, 200 gramos de peso y valorado, debido a sus propiedades y la tecnología contenida en su interior en 950 mxn.

A comparación de sus predecesores, el prototipo actualmente desarrollado destaca tanto en composición, diseño, ergonomía y cualidades electrónicas. Llegando a ser considerado como un dispositivo inteligente.

El más reciente bastón, además de ser ligero, es ergonómico y ajustable. Cabe destacar que el propio mecanismo de recolección ahora cuenta con un pequeño imán para recolectar piezas metálicas sin la necesidad de activar las tenazas.

En el apartado tecnológico, el nuevo arquetipo tiene ciertas ventajas extra, pues no solo cuenta con detección de objetos mediante un sensor de proximidad infrarrojo, sino que ahora la distancia a la que se encuentran puede observarse en la pequeña pantalla ubicada al costado superior del mango.

De igual forma, se cuenta con un botón de pánico en caso de cualquier emergencia inmediata, un pequeño oxímetro con el que se pueda monitorear y tener un control del estado de salud del portador, y por último un localizador con tecnología GPS para aquellos usuarios periclitantes de Alzheimer leve y moderado, abriéndose la posibilidad de moverse de manera independiente sin peligro de extraviarse.

El prototipo final fue probado por un total de 15 personas del sector mayor en la Ciudad de México y en el Estado de Puebla, quienes mediante una breve demostración del proyecto y el uso de este dieron su veredicto.

Con base a los resultados obtenidos en el proceso experimental se pudieron obtener las siguientes conclusiones:

El prototipo no está 100% calibrado para operar de la forma más eficiente posible. No obstante, se logró reducir ciertos factores de riesgo que pudiesen comprometer el buen funcionamiento del bastón. Pues ahora todos los componentes se encuentran soldados y fijados en una placa de circuito impreso.

Se logró dar un paso adelante en el sistema de recolección, pues en esta ocasión, gracias al imán incrustado en su extremo, el bastón es apto para atrapar piezas medianas y diminutas de metal. Aunque sigue siendo inadecuado para obtener objetos robustos y muy pesados.

El pequeño oxímetro se limita únicamente a calcular la frecuencia cardiaca del usuario, siendo deficiente en tomar otras medidas (tales como oxigenación sanguínea). Así mismo, su precisión se encuentra en estado inexacto, pues es sensible a cualquier fenómeno que pueda alterar su lectura.

Aún queda mucho por mejorar, ideas que activar y pruebas por ejecutar, sin embargo, cada uno de los avances logrados han mostrado resultados satisfactorios que podrían desembocar en la implementación del dispositivo dentro del día a día de aquellos, quienes los problemas de la edad les impiden tener una vida cómoda, segura, feliz y plena.

## REFERENCIAS

Biblioteca de Publicaciones Oficiales del Gobierno de la República. (2018, 8 enero). Diagnóstico sobre la situación de las personas con discapacidad gob.mx. <https://www.gob.mx/publicaciones/articulos/diagnostico-sobre-la-situacion-de-las-personas-con-discapacidad-en-mexico>

SEDESOL. (2010, 22 agosto). Diagnóstico sobre la situación de vulnerabilidad de la población de 70 años y más. [http://www.sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/Sedesol/sppe/dgap/diagnostico/Diagnostico\\_70%20y%20Mas\\_VERSION\\_FINAL.pdf](http://www.sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/Sedesol/sppe/dgap/diagnostico/Diagnostico_70%20y%20Mas_VERSION_FINAL.pdf)

OMS. (2016, 11 febrero). Del bastón a la alarma de muñeca: encuesta mundial de la OMS sobre los dispositivos más importantes para los ancianos y los discapacitados. <https://www.who.int/es/news-room/feature-stories/detail/from-walking-canes-to-wrist-alarms-who-s-global-survey-on-assistive-technologies#>

Chavarrías, M. (2020, 27 enero). Riesgo de infarto y edad: una dolencia que no solo afecta a personas mayores. ElDiario.es. [https://www.eldiario.es/consumoclaro/cuidarse/partir-edad-riesgo-sufrir-infarto\\_1\\_1060112.html](https://www.eldiario.es/consumoclaro/cuidarse/partir-edad-riesgo-sufrir-infarto_1_1060112.html)

La salud del corazón y el envejecimiento. (s. f.). National Institute on Aging. <https://www.nia.nih.gov/espanol/salud-corazon-envejecimiento>

# MA-MS-SON-914: OJOS DE LAS TORTUGAS

Villalvazo-Carrillo, Ana Paula  
Colunga-Olea, Ana Lucía

Tecnológico de Monterrey Campus Sonora Norte  
Sonora

Nivel Media Superior  
Área: Medio Ambiente

## RESUMEN

*El rol de la tortuga marina ha jugado un papel fundamental durante miles de años, ayudando a crear un ecosistema equilibrado y de gran impacto para nuestras vidas el día de hoy. Su estancia en la tierra ha sido de 110 millones de años, haciéndola una especie ancestral y de gran relevancia, incluso cultural. Sin embargo, a pesar de ser tan beneficiosa y jugar un rol tan importante, nuestras acciones, tales como la extracción directa, captura, extracción de huevos y hembras, contaminación, destrucción de playas y actividades ilegales comerciales, han puesto a estos ejemplares en un marco de peligro de extinción. Esto es una grave problemática en México, ya que tenemos seis de las siete especies de tortugas marinas existentes en todo el mundo y además es el país con mayor número de ejemplares. **Ojos de las tortugas**, asume el reto de la preservación de estos especímenes, mediante un sistema tecnológico de monitoreo a través de una cámara térmica y de movimiento de alta gama. Esto para monitorear y detectar las situaciones de riesgo presentadas en cada nido, para posteriormente dirigirla a una base de datos, que será utilizada por instituciones gubernamentales y centros de investigación para atender el cuidado de los nidos y como beneficio extra, analizar la información para entender mejor a las tortugas. Estos colaborarán por disminuir el 90% de la pérdida de la especie en el proceso de anidación en playas mexicanas.*

*Palabras clave: tortuga marina, extinción, anidación*

## ABSTRACT

*The role of the sea turtle has played a fundamental role for thousands of years, helping to create a balanced ecosystem that has a great impact on our lives today. It has been on earth for 110 million years, making it an ancestral species of great relevance, even cultural. However, despite being so beneficial and playing such an important role, our actions, such as direct extraction, capture, egg and female extraction, pollution, destruction of beaches and illegal commercial activities, have put these specimens in danger of extinction. This is a serious problem in Mexico, since we have six of the seven species of sea turtles in the world and it is also the country with the largest number of turtles. Eyes of the turtles, assumes the challenge of preserving these specimens, by means of a technological monitoring system through a high-end thermal and movement camera. This is to monitor and detect the risk situations presented in each nest, to later direct it to a database, which will be used by government institutions and research centers to take care of the nests and as an extra benefit, to analyze the information to better understand the turtles. These will collaborate to reduce the 90% of the loss of the species in the nesting process in Mexican beaches.*

*Keywords: sea turtle, extinction, nesting*

## INTRODUCCIÓN

Las tortugas marinas han existido por más de 110 millones de años, y viajan por el mundo a través de los océanos, sin embargo, las acciones humanas están dificultando su vida, imposibilitando un mundo en el que puedan sobrevivir. La extinción de esta especie representa un desafío global, ya que al ser posible se presentarán efectos ecológicos que afectarían a la vida marina de nuestros océanos y con el pasar del tiempo, a toda la humanidad y al planeta Tierra. Para ejemplificar, las tortugas marinas, especialmente la tortuga verde, son uno de los pocos animales que comen y realizan pastoreo para mantener los parches de pastos marinos saludables. Las zonas de pastos marinos han disminuido en las últimas décadas y ello está relacionado con la disminución de las poblaciones de tortugas marinas. Sin estos parches, muchas especies marinas de las que dependen los humanos desaparecerían, al igual que los escalones inferiores de la cadena alimentaria.

En la actualidad hay siete especies de tortugas marinas en el mundo, de las cuales seis están en peligro de desaparecer y están catalogadas como amenazadas en la Lista Roja de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza), Catálogos de especies protegidas, Apéndices o Anexos de Acuerdos internacionales para la protección de la Fauna. La tortuga marina representa un oasis y equilibrio marino y al ser México el país con el mayor número de ejemplares y tener un alto índice de mortalidad a nivel mundial, nace esta investigación para impulsar la lucha de prevención a su extinción a través del siguiente proyecto.

Dado lo anterior, *Ojos de las Tortugas*, nace con el objetivo principal de analizar el proceso de anidación de las tortugas marinas en México en los últimos años para disminuir la tasa de mortalidad. Por consiguiente, los objetivos específicos serán determinar qué acciones son las que tienen mayor impacto en la mortalidad de las tortugas, dar las bases para la prevención de las muertes de las tortugas en el proceso de anidación y aumentar el número de ejemplares en playas mexicanas.

Este proyecto busca proteger a las tortugas marinas de las playas de México, esto mediante un sistema de monitoreo, el cual cuida a estos mamíferos durante su proceso de anidación al crear un perímetro de vigilancia alrededor de los nidos.

Todo esto es posible a través de la detección de una cámara térmica, la cual capta la llegada de las tortugas marinas para anidación, la ubicación donde hacen sus nidos y ponen sus huevos y el camino que utilizan para entrar y salir del mar. Como todo ser vivo, las tortugas deben de continuar con sus ciclos de alimentación para recuperarse después de este proceso.

Una vez listo este proceso, el sistema dará seguimiento a la captura de imagen que detectará la aproximación de situaciones de riesgo de cualquier tipo; al detectar una anomalía emitirá un sonido de alta frecuencia, una señal de aviso a las autoridades y organizaciones de protección silvestre y ambiental, quienes estarán trabajando como aliados estratégicos para el proyecto.

Dicho sistema también contará como un centro de recopilación de información diaria mediante una base de datos donde podrán acceder nuestros aliados a través de una aplicación. Por otra parte, para crear conciencia por esta problemática nacional, se llevará a cabo una aplicación para público general con información de los avances en tu localidad y una campaña por las tortugas marinas, donde podrás realizar donaciones y/o aportaciones.

La tecnología juega un papel fundamental, ya que los sensores, cámaras infrarrojas, sistemas de comunicación, alerta, y la aplicación son lo que hace posible que podamos cuidar a esta especie que año con año sufre de la avaricia humana. Es indispensable que este proyecto poco a poco siga desarrollándose e innovando, por eso al entender el flujo del avance tecnológico, estamos comprometidos a evolucionar y poco a poco ir desarrollando mejoras para hacer un modelo más avanzado, sustentable y económico.

## MARCO TEÓRICO

Tal y como expone Sea Turtle (2023), las tortugas marinas han existido desde hace más de 100 millones de años y su extinción representaría un grave problema para los ecosistemas de playa/duna y el sistema marino. Al actuar como un animal de pastoreo de los lechos de pastos marinos ayudan a mantener la salud de estos y con ello de muchas especies.

Como menciona Márquez (1996), las tortugas son amenazadas por las actividades humanas desde hace mucho por una captura excesiva, incluyendo la pesca clandestina y la incidental, además de la contaminación, provocando que se encuentren en peligro de extinción.

Como medidas para combatir esta dificultad, se encuentran apartados en el marco legal que buscan asegurar su protección, como la ley General de Vida Silvestre, que sanciona a quien atente contra la integridad y desarrollo de las Tortugas. De igual manera, la PROFEPA (2019), ha catalogado a todas las especies de tortugas marinas en México como animales en peligro de extinción para velar por su conservación. Entre las acciones de esta secretaría, se encuentran la colaboración con pobladores locales de la costa, centros de investigación, organizaciones públicas y privadas para buscar proteger a las tortugas como rescate de tortugas heridas, protección de hábitats, programas de anidación vigilada, entre otras.

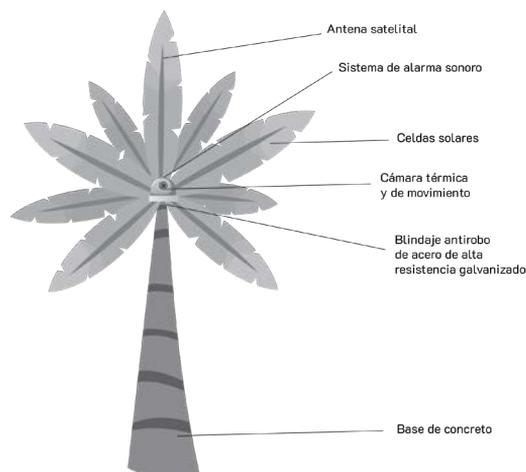
Por otro lado, el uso de la tecnología también ha sido implementado para esta causa. Herramientas como la telemetría por satélite han permitido a expertos y organizaciones rastrear a las tortugas con fines de protección y monitoreo al colocar un Transmisor Terminal de Plataforma (PTT) en sus caparazones. De esta manera, se recopilan datos de ubicación y desplazamiento cuando la tortuga emerge a la superficie, los cuales son enviados a estaciones de estudio. Con esta información, los investigadores pueden analizar el comportamiento de las tortugas, así como las condiciones de sus hábitats (Sea Turtle Conservancy, 2022).

Además de la telemetría por satélite, existen diferentes herramientas y usos que se le da a la tecnología para la conservación de las tortugas, como cámaras de video, sensores remotos, bases de datos, la educación y concientización y en la vigilancia y cumplimiento de la ley, etc.

## MÉTODOS

*Ojos de las tortugas* es un prototipo innovador desarrollado con componentes tecnológicos interconectados por una misma programación para dar funcionalidad a la prevención de la pérdida de las tortugas marinas en su proceso de anidación.

Para la elaboración de la fase de prototipo del proyecto se usó los siguientes componentes tecnológicos: cámara térmica refrigerada modelo FS-UT500UL3120CHR1200R, disco duro, poste de acero de alta resistencia (galvanizado), celdas solares, banco de baterías, modelo de conexión para celular y vía telefónica satelital, sistema de alerta, blindaje antirrobo y base de concreto. (Ver anexos)



El sistema de monitoreo funcionará de la siguiente manera: en la parte inferior, estará posicionado el poste de acero de alta resistencia que se separará en tres bloques para facilitar su construcción y posicionamiento en la arena, donde ambos serán galvanizados sobre una base de concreto. En la parte superior, se encontrará el sistema de monitoreo tecnológico con la cámara térmica, el banco de baterías y el modelo de conexión para celular y vía telefónica satelital. Dentro de esta área, se captarán las imágenes de monitoreo por medio de la cámara térmica, y la recopilación de la base de datos se enviará al centro de monitoreo para después emitir la información a los dos programas del proyecto. Para añadir protección al sistema tecnológico, se encontrará un blindaje antirrobo de metal, la cubierta de acrílico y el sistema de alerta. Por otra parte, el sistema tendrá un diseño de palmera con celdas solares, para que tenga un funcionamiento automático y autosuficiente, al ser su abastecimiento, solar.

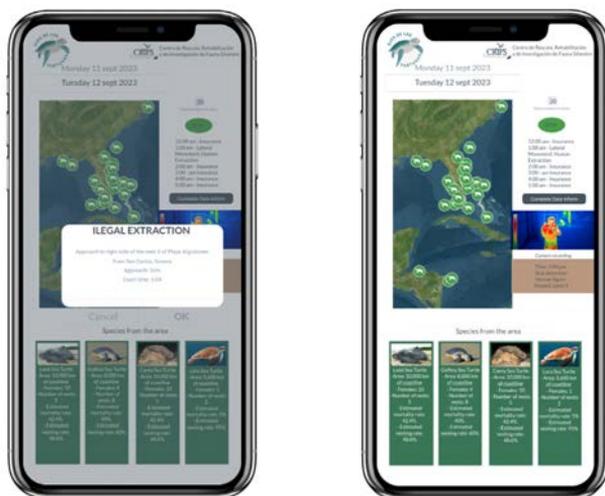
Primeramente, se inicia la captura de imagen a través de la cámara térmica y movimiento, impulsando un sistema de monitoreo que detecte por medio de la temperatura la llegada de las tortugas hembras, para posteriormente el posicionamiento de sus nidos, con una profundidad bajo superficie de 20 cm a 30 cm. Posteriormente de captar el nido, se busca comenzar la captura de imagen a través del movimiento y temperatura, que detectarán las situaciones de riesgo que presencia cada nido. Por medio del monitoreo, se captará las actividades humanas de extracción y caza ilegal, siendo la causa principal de pérdida del 90% de la especie en su proceso de anidación. En caso de detección de riesgo o anomalía, se enviará una alerta inmediata a nuestro programa y el sistema de alerta emitirá un sonido de alta frecuencia, significando el aviso directo a las autoridades.

La cámara que se usará es modelo FS-UT500UL3120CHR1200R, siendo una con sistema de iluminación láser de larga distancia de iluminación, gran alcance con realización de monitoreo en oscuridad total de 0Lux, visibilidad de alto alcance con diseño integrado de doble espectro de imagen, monitoreo continuo diurno y nocturno. Tiene una inclinación panorámica en forma de U de alto rendimiento para cargas pesadas con seguimiento automático incorporado, sistema de control de temperatura inteligente y máquina reforzada y diseñada para resistir vientos, niebla y bajas / altas temperaturas. La capacidad de cada cámara es de 4 a 6 kilómetros y visión diurna de 10 kilómetros por costa.

Dando seguimiento a la detección de riesgo, los datos recopilados se interconectan al modelo de conexión para celular y vía telefónica satelital, donde se enviará y capturará la base de datos a los centros de monitoreo y las vías satélites. El sistema de cada poste se conecta en una misma hora, emite la información y cada minuto se envía un gigabyte al centro de monitoreo.

La recopilación de la base de datos se registrará y mostrará en los dos programas de aplicaciones con distinto enfoque y utilidad. El primer programa estará dirigido a organizaciones, centros de rescate y gobierno, como la CONANP, SEMARNAT, PROFEPA y centros de rescate y rehabilitación, como CRRIFS, quienes en la actualidad están trabajando por la causa de aumentar el número de ejemplares de tortugas marinas en playas mexicanas y es por ello que se busca el colaborar con estas instituciones.

En función a la base de datos, nuestro sistema cada 24 horas mostrará en un mapa la localización exacta de los nidos con su respectivo informe de datos del área y su nido. Además, la cámara térmica estará grabando todo el día y detectará, por medio de la programación del sistema, su visión térmica y de movimiento, las situaciones de riesgo que puede enfrentar el nido durante su desarrollo antes de eclosionar. Esto con la finalidad de agilizar el proceso de acción y sanción de las autoridades en casos ilegales de extracción de huevos de las tortugas marinas, previendo la disminución de ejemplares. (Ver anexos)



La segunda aplicación, para público general, presentará una encuesta para el usuario, donde por medio de ubicación GPS se determinará la selección de las playas cercanas con presencia de tortugas marinas en un mapa global. A partir de esto, informará al usuario referente a aquellas especies que anidan en las respectivas playas, así como su avance en formato de gráficas y datos digeribles para público abierto. Además, de informar, tendrá un apartado de ayuda 24 horas para el aviso de situaciones de riesgo que pueden ser presentadas ante turistas de nuestras playas locales. Este formato funciona para crear conciencia con información de los avances en su localidad y una campaña por las tortugas marinas, donde podrán realizar donaciones o aportaciones.

En síntesis, *Ojos de las tortugas* se especializa en un sistema de monitoreo en tiempo real del proceso de anidación de las tortugas marinas y la recopilación de la base de datos en dos programas de uso público y privado, garantizando una protección adecuada a los nidos en su etapa de anidación en cada playa mexicana.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

*Ojos de las tortugas* nace al percatarse del apoyo que se requería en el estado de Sonora, siendo hogar de miles de ejemplares de tortugas marinas, donde predomina la tortuga golfina. Durante la pandemia, por causa del confinamiento y restricción de personas, hubo una histórica eclosión de tortugas en San Carlos, Guaymas y Bahía de Kino, sin embargo, ahora que ya no estamos en pandemia y la playa está a público abierto, se han registrado miles de casos de tortugas muertas por atropellos de *raisers*, pesca, caza ilegal y extracción directa. A pesar de los apoyos del gobierno, se siguen registrando un bajo número de ejemplares en nuestro océano.

*National Geographic* (2022) menciona que se están llevando a cabo proyectos y avances tecnológicos para la conservación de las tortugas marinas en estado de adultez. Tal es el caso del grupo de Nahill que está liderando un esfuerzo para combatir el comercio ilícito de la especie *Carey* utilizando tecnología moderna, por medio de SEE Turtles, una app que permite identificar, a través de una fotografía, si un patrón de caparazón de tortuga *Carey* es real o falso con un 94% de precisión. Al igual que se están realizando esfuerzos por medio de transmisores satelitales, sin embargo, no existen suficientes programas para el proceso de anidación, siendo en un caso ideal cuando la tortuga prevalece dentro del huevo y en un par de días eclosiona y sale a su vida marina.

De manera preliminar, se evalúa una alternativa para la disminución de la mortalidad de las tortugas marinas durante su proceso de anidación. *Ojos de las Tortugas* busca la conexión de la tecnología, el gobierno mexicano, la población mexicana con la problemática al fungir como sistema de monitoreo a través de dos sensores y la base de datos que darán funcionalidad al control de los nidos y la prevención de actividades de riesgo.

Durante el mes de julio, hubo acercamiento con el Centro de Rescate, Rehabilitación y de Investigación de Fauna Silvestre en San Carlos, Sonora, donde se presentó el proyecto y se recibieron opiniones favorables para su implementación y puesta en práctica a corto plazo, de forma que sirva para ahorrar tiempos y aumentar el alcance. El centro mencionó que durante el periodo de anidación una de las problemáticas que les concierne es el poco personal y surgen dificultades para la protección de los nidos en las playas de San Carlos y Guaymas, por lo que la base de datos que se propone ayudaría a mantener controlado el ecosistema marino y dar una protección equitativa.

Durante *Expociencias Sonora* (octubre 2022) y *Expociencias Nacional San Luis Potosí* (diciembre 2022), se recibió retroalimentación y aportaciones al proyecto por medio de los evaluadores, quienes acordaron sumarse al proyecto. Entre estas figuras se encuentran la maestra Pilar Barrientos, de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, CONANP, el Fondo Nacional de Fomento de Turismo y especialistas en la materia, como, Roberto Herrera, Ingeniero Agrónomo Zootecnista por el Instituto Tecnológico de Chetumal.

A partir de enero 2023, se llevó a cabo la difusión del proyecto en plataformas de radio y televisión, siendo el 10 de enero entrevista en Rayos y Centennials con Radio Sonora, el 4 de febrero entrevista en Noticias con Radio Sonora y el 11 de agosto en Las Cosas Como Son Telemax.

Como futura línea, se busca rediseñar el prototipo con Enrique Suárez, Ingeniero Mecánico Electricista y Maestro en Administración con 20 años de experiencia en Gestión de Negocios, Administración de Proyectos y Desarrollo de soluciones técnicas para la Industria en México, Norteamérica, Latinoamérica y Europa. A partir del diseño del proyecto y la programación en software para la interconexión del módulo satelital con el programa, se buscará llevar a cabo pruebas de diseño en el mes de agosto y septiembre de 2024. Dichas pruebas se llevarán a cabo en conjunto con el Centro de Rescate, Rehabilitación y de Investigación de Fauna Silvestre en San Carlos, Sonora y Prescott College Kino Bay Station en Bahía de Kino, Sonora.

## REFERENCIAS

Basurto, E. (1997). Marquez R. Las tortugas marinas y nuestro tiempo. México D.f., Sep, Conacyt, Fondo de Cultura Económica, La ciencia desde México, No. 144, 1996. Ciencia - Academia Mexicana de Ciencias, 48(1), 61-62. Disponible en: <https://biblat.unam.mx/es/revista/ciencia-academia-mexicana-de-ciencias/articulo/marquez-r-las-tortugas-marinas-y-nuestro-tiempo-mexico-d-f-sep-conacyt-fondo-de-cultura-economica-la-ciencia-desde-mexico-no-144-1996>

Daly, N (2022). Crearon una app que ayuda a proteger a las tortugas marinas en peligro crítico de extinción. National Geographic. Disponible en: <https://www.nationalgeographic.com/animales/2022/04/crearon-una-app-que-ayuda-a-proteger-a-las-tortugas-marinas-en-peligro-critico-de-extincion>

Gobierno de México (fecha de acceso: 2023: 10 de septiembre). Protección de las tortugas marinas en México. (fecha de trabajo original: 2019). Disponible en: <https://www.gob.mx/profepa/articulos/proteccion-de-las-tortugas-marinas-en-mexico?idiom=es#:~:text=Nuestro%20pa%C3%ADs%20es%20privilegiado%20por,de%20M%C3%A9xico%20y%20El%20Caribe>

Martínez Barrientos, N., Linares Márquez, P., Acosta Hernández, C.C., Ureña Imedio, (2021). Conservación de las tortugas marinas del Estado de Veracruz, México: Manual teórico-práctico para docentes de educación básica. Monografías de la Asociación Chelonia. Volumen XVII. Madrid: Asociación Chelonia.

Sea Turtle Conservancy (fecha de acceso: 2023: 10 de septiembre). Información sobre tortugas marinas: Por qué son importantes. (fecha de trabajo original: 2022). Disponible en: <https://conserveturtles.org/esp/informacion-sobre-tortugas-marinas-por-que-son-importantes/>

Secretaría Pro Tempore de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT), San José, Costa Rica, <http://www.iacseaturtle.org>, [contact@iacseaturtle.org](mailto:contact@iacseaturtle.org)

Semarnat, Conanp (2022). Programa Nacional de Conservación de Tortugas Marinas. México, Claudia Ivón Zapata García

# PMA – PUNTO MÓVIL AUTOSUSTENTABLE

Ornelas-Jiménez, Alberto Alejandro  
Flores-De la Torre, Jonathan Israel  
Chávez-Campos, Omar Alejandro

Centro de Enseñanza Técnica Industrial Plantel Colomos  
Jalisco

Media Superior  
Área: Ciencias de la Ingeniería

## RESUMEN

*Este proyecto se elaboró con el fin de reducir el robo desmedido de energía eléctrica por parte de los vendedores ambulantes, ya que estas prácticas provocan grandes daños a las instalaciones eléctricas públicas y causa pérdidas económicas al ayuntamiento del estado, también se pensó en las zonas rurales de México que no tienen acceso a la electricidad y al gas, debido a esto las personas que habitan esas zonas no tienen muchas opciones para tener un solvento económico y son obligadas a hacer uso de la leña y carbón, provocando en ellos enfermedades como cáncer pulmonar, asma y bronquitis. Gracias al Punto móvil Autosustentable, les brindamos a esas personas una oportunidad para evitar esos problemas, ya que todo el sistema es completamente eléctrico y su principal fuente de energía es solar. Los elementos principales que se emplearon para la elaboración del prototipo son un módulo fotovoltaico policristalino el cual se encarga convertir el fenómeno foto eléctrico de la iluminación de interiores y de los rayos de sol en corriente directa, un controlador para la protección del módulo, y un inversor para el cambio de la corriente directa a la corriente alterna, además de los sistemas de iluminación y el sistema de cocción eléctrico, que puede adaptarse a diferentes giros, siendo el más común una plancha eléctrica.*

*Palabras Clave: Puesto Ambulante, Panel Solar, Innovación sustentable, Robo de energía eléctrica.*

## ABSTRACT

*This project was developed to reduce the excessive theft of electrical energy by street vendors, since these practices cause great damage to public electrical installations and cause economic losses to the state council, rural areas were also considered. of Mexico who do not have access to electricity and gas, due to this the people who live in these areas do not have many options to have an economic solvent and are forced to use firewood and coal, causing diseases such as lung cancer in them, asthma, and bronchitis.*

*Thanks to the Self-sustaining Mobile Point, we give these people an opportunity to avoid these problems, since the entire system is completely electric, and its main source of energy is solar. The main elements that were used for the elaboration of the prototype are a polycrystalline photovoltaic module which is in charge of converting the photoelectric phenomenon of interior lighting and sunlight into direct current, a controller for the protection of the module, and an inverter for the change from direct current to alternating current, in addition to the lighting systems and the electric cooking system, which can be adapted to different turns, the most common being an electric grill.*

*Keywords: Peddler, Photovoltaic module, sustainable innovation, Power theft.*

## INTRODUCCIÓN

La electricidad desde su descubrimiento ha sido un elemento importante para el ser humano y poco a poco este ha logrado desarrollar múltiples formas de obtenerlo, los más reconocidos son de manera mecánica, hidráulica, eólica y solar. Esta investigación se enfoca en el uso de la energía solar como base para el funcionamiento del prototipo denominado Punto de venta Móvil Autosustentable o PMA, este consiste en la creación de un puesto de venta ambulante que como se mencionó anteriormente su principal fuente de energía es la luz del sol, esto con ayuda de módulos fotovoltaicos que suministrarán electricidad a toda la estructura. Esto se diseñó a partir de las necesidades de los vendedores de tener una fuente de energía eléctrica, lo cual genera que la mayoría se conecten a las líneas de distribución pertenecientes a la CFE de manera ilegal, otro punto fue que se podría implementar en zonas donde no haya acceso a la electricidad o al gas, el cual es el caso de muchas zonas rurales alrededor de México.

## MARCO TEÓRICO

Robo de energía eléctrica por parte de vendedores ambulantes. En México, no solo se sufre de problemas como inseguridad y la falta de servicios públicos, sino también el robo desmedido de energía eléctrica que hacen cientos de vendedores que se conectan de puestos ubicados en la vía pública. Se han reconocido que el problema de robo de energía eléctrica por medio del servicio de alumbrado público que se tiene en las calles y vialidades es grave, considerando el daño económico y estructural que se ocasiona al conectar cables de muy baja calidad y resistencia.

Falta de acceso al gas natural y energía eléctrica en zonas de México En México hay uno 2 millones de mexicanos sin energía eléctrica y el gobierno no tiene un plan para brindarles ese servicio. en el informe de la organización México evalúa expone varias consecuencias de la falta de luz en los hogares, como por ejemplo que las mujeres deben utilizar carbón y leña para calentar alimentos y eso las expone a desarrollar enfermedades respiratorias.

## HIPÓTESIS

La implementación del prototipo denominado punto móvil autosustentable, ayudará a reducir gastos de servicios básicos como la energía eléctrica y el gas LP, disminuir el uso ilegal y desmedido del alumbrado público, además de abordar los ODS.

## MÉTODOS

Para la realización de este proyecto se realizaron varios procesos para hacer la selección de materiales y la construcción del prototipo.

Uno de los primeros procesos fue la realización de un cuadro de cargas, esta gráfica sirve para conocer el gasto de energía que generan diferentes consumidores, esto ayuda a saber qué tipo de módulo fotovoltaico cumple con las especificaciones requeridas para el funcionamiento del sistema, aquí se presenta dicho cuadro.

No. Consumidor	W	Cantidada	Requisitos	Long (m)	Consumidor 1 #1		Consumidor 1 #2		In	Ic	Voltaje	Potencia	Carga
					W	W	W	W					
C1	10	4			10	10	10	10	11.43		14.2875		
C2	162	2			162	162	162	162	0.705556		0.881944		
C3	100	1			100	100	100	100	1.143		1.31445		

Para saber con exactitud el consumo primero se hace una lista de consumidores

CLAVE DE CONSUMIDOR						
Consumidor	NOMBRE	Potencia (Watts)	Voltaje (Volts)	Pzas.	In	Ic
C1	Luminarias de 10W	10	127	4	11.43	14.2875
C2	Contactos para equipo de computo	162	127	2	0.705556	0.881944
C3	Resistencia	100	127	1	1.143	1.31445

En electricidad es necesario conocer la potencia (en Watts) que utiliza cada consumidor, para así saber cuánta energía suministrar al circuito, por eso se investiga la ficha técnica del consumidor y con respecto a la cantidad de consumidores del mismo tipo (luminarias, contactos, etc.), se saca un total por consumidor y al final un total de circuito.

Con base en la potencia total, se calcula la corriente estimada (Amperes) se obtiene de dividir la potencia sobre el voltaje, el voltaje generalmente es designado basándose en qué tipo de consumidores se utilizarán, en este caso 127 V.

### 1. Voltaje del Circuito.

La corriente se divide en Nominal y de consumo (Ic, In). Estas se calculan con el voltaje utilizado y la potencia total del circuito.

<b>In</b>	<b>Ic</b>
<b>Amp</b>	<b>Amp</b>
<b>0.246336207</b>	<b>0.307920259</b>

## 2. Corriente del Circuito.

Al tener estos datos podemos empezar a hacer la selección de los materiales eléctricos a utilizar, como lo son el interruptor termomagnético.

ITM	
No. Polos	Amp
2	5

## 3. Interruptor Alimentador.

El calibre del cable utilizado y sus canalizaciones.

Conductor (cu) F/N		Conductor (cu) P T	
mm <sup>2</sup>	AWG	mm <sup>2</sup>	AWG
2.08	14	2.08	14

## 4. Tipo de Conductor.

Todo con base en la potencia y corriente que se hará circular por estos.

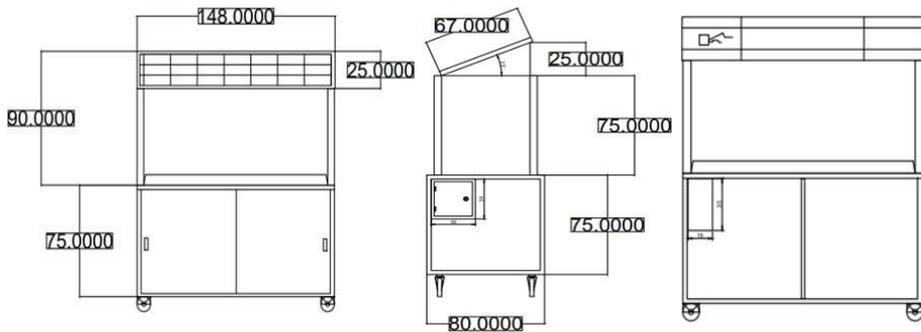
Ya que se obtuvieron los datos eléctricos, se empezaron a calcular los datos de la fuente de alimentación, que en este caso es un módulo fotovoltaico.

El módulo se selecciona basándose en la potencia que genera y la que el circuito demanda. Para este caso se utilizará un panel de 150 W

5. Detalle de la Estructura del Prototipo (Frontal)
6. Detalle de la Estructura del Prototipo (Lateral)
7. Detalle de la Estructura del Prototipo (Interna)

Para los sistemas fotovoltaicos son necesarios distintos componentes para la transformación de la energía, pues la corriente generada por un panel es directa (DC) y los dispositivos conectados funcionan con corriente alterna (AC), por lo que se necesita un inversor de corriente, que sirve para pasar de DC a AC, además de convertir la corriente este componente también sirve para aumentar el voltaje y la potencia que genera el módulo.

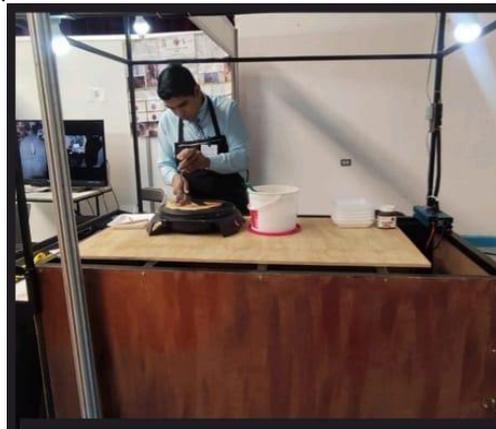
Para el diseño estructural, se tomó en cuenta el tamaño del módulo fotovoltaico, se considera lo suficientemente alto para que una persona pueda maniobrar libremente, un compartimento inferior dividido en 2, uno para el almacenaje de insumos del propietario y el segundo para el guardado de los componentes internos.



Se realizará una encuesta a la población específica que labora en este rubro, y sus datos serán recabados por medio de preguntas sencillas y capaces de ser respondidas por la muestra

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios a pesar de las complicaciones del principio, ya que el prototipo se tuvo que adaptar a las dimensiones del panel solar, debido a que su tamaño no fue contemplado en el plano, después de realizar las pruebas directamente con el panel se compraron los demás componentes que fueron el controlador que sirve como sistema de seguridad para el panel y las cargas y el inversor que se encarga de convertir la corriente directa proporcionada por el panel a corriente alterna para que las cargas puedan funcionar correctamente.



Si bien el prototipo se construyó basándonos en un presupuesto limitado, no se

consiguieron componentes de mejor calidad y potencia, lo cual podría significar un problema, pues al adaptarse mejores componentes, podría perderse la finalidad de ser económico, se espera que, a futuro, una vez el mercado de energías renovables se expanda esta situación pueda reducirse.

## CONCLUSIONES

Al culmen de esta investigación, se aprueba la hipótesis “La implementación del prototipo denominado punto móvil autosustentable, ayudará a reducir gastos de servicios básicos como la energía eléctrica y el gas LP, disminuir el uso ilegal y desmedido del alumbrado público además de abordar los ODS.”, toda vez que el prototipo cumple con los principios planteados en la metodología, como hacer que funcione en su totalidad con energía fotovoltaica y al mismo tiempo está al alcance de todos, abordando así el ODS número 7 “Energía Asequible y No Contamínate”, otro objetivo alcanzado fue la adaptación y el correcto funcionamiento del sistema fotovoltaico aislado para alimentar por completo el prototipo, con esto logramos darle una aplicación innovadora a un sistema ya conocido, cubriendo así el ODS número 9 “industria, Innovación e infraestructura”, el objetivo que se logró fue el de ser completamente autosustentable, de esta manera se creó conciencia sobre el consumo responsable sobre los servicios como lo son la energía eléctrica y el gas LP, de esta forma se consiguió alinear el resultado al ODS número 12 “Producción y Consumo Responsable”, así se logra erradicar el principal problema abordado por el prototipo que es el robo de la energía eléctrica por parte de los vendedores ambulantes. En la aplicación las encuestas, el proyecto fue aceptado en gran manera por personas que manejan este tipo de giro comercial, abriendo un campo de oportunidad de emprendimiento a personas que carecen de los recursos para pagar por los servicios de gas y luz.

## REFERENCIAS

Acapulco, S. E. H. E. |. de. (2022b, julio 25). Ambulantes roban la luz y dañan el alumbrado público. El Sol de Acapulco | Noticias Locales, Policiacas, sobre México, Guerrero y el Mundo. Recuperado 19 de septiembre de 2022, de <https://www.elsoldeacapulco.com.mx/local/ambulantes-roban-la-luz-ydanan-el-alumbrado-publico8639395.html>

Castillejos Ávila, G. (2019, 23 octubre). Continúa el robo de energía eléctrica por parte de vendedores ambulantes. Presslibre. Recuperado 19 de septiembre de 2022, de <https://presslibre.mx/2019/10/23/continua-el-robo-de-energia-electrica-porparte-de-vendedores-ambulantes/>

Zempoalteca, J. (2018, 20 marzo). Ambulantes y tianguistas, promotores del robo de luz. El Sol de Tlaxcala | Noticias Locales, Policiacas, sobre México, Tlaxcala y el Mundo. Recuperado 19 de septiembre de 2022, de <https://www.elsoldetlaxcala.com.mx/local/ambulantes-y-tianguistaspromotores-del-robo-de-luz1367012.html>

Moreno, A. L. (2021). VIVIR A OSCURAS: la pobreza energética en México. México Evalúa. Recuperado 19 de septiembre de 2022, de <https://www.mexicoevalua.org/mexico/evalua/wpcontent/uploads/2021/12/pobrezaenergetica-ok.pdf>

Rúa-Ramírez, E., Mendoza-Jiménez, I., Torres-Suarez, E., Flórez-Serrano, E., & Serrano-Rico,

# RECURSO EDUCATIVO ABIERTO PARA EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA FUNCIÓN DE ONDA DE LA FÍSICA CUÁNTICA

Mila-Cerón, Azuany  
Calderón-Gallardo, Emiliano

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla  
Puebla

Nivel Media Superior  
Área: Divulgación de la Ciencia

## RESUMEN

*Para garantizar una educación de calidad, se necesita democratizar el conocimiento, para lo cual la ciencia abierta, el software de código y acceso abierto son fundamentales. Se usó una metodología cuantitativa exploratoria para crear un Recurso Educativo Abierto (REA), con GeoGebra y eXeLearning, que optimice el proceso de enseñanza-aprendizaje del tema de la función de onda. Con una muestra de 45 estudiantes de educación media superior, se evaluó el REA usando una encuesta en la escala de Likert. Se encontró una correlación de Pearson de 0.859 entre su uso y el nivel de aprendizaje, así como una aceptación favorable con una media de 4.259 sobre 5. Los REA son una buena herramienta de enseñanza-aprendizaje, por lo que se pretende motivar la creación de otros proyectos que innoven los procesos de enseñanza-aprendizaje mediante las características de un REA al ser adaptable, reutilizable, modificable, localizable y gratuita.*

*Palabras clave: Ciencia Abierta, Recurso Educativo Abierto, Función de Onda, eXeLearning.*

## ABSTRACT

*To guarantee quality education, knowledge needs to be democratized, in order to achieve it open science, open source and open access software are fundamental. An exploratory quantitative methodology was used to create an Open Educational Resource (OER), with GeoGebra and eXeLearning, that optimizes the teaching-learning process of the wave function topic. With a sample of 45 high school students, the OER was evaluated using a survey on the Likert scale. A Pearson correlation of 0.859 was found between its use and the level of learning, as well as a favorable acceptance with an average of 4.259 out of 5. The OER are a good teaching-learning tool, this to motivate the creation of other projects that innovate teaching-learning processes through the characteristics of an OER, being adaptable, reusable, modifiable, locatable and free.*

*Key words: Open Science, Open Educational Resource, Wavefunction, eXeLearning.*

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo reducir la brecha del conocimiento mediante la generación de un Recurso Educativo Abierto (REA) para la enseñanza-aprendizaje de uno de los conceptos clave en la física cuántica: La Función de Onda, mediante el uso de Geogebra que es una herramienta de código abierto y ExeLearning una plataforma abierta de LMS (Learning Management System) que permita comprender este tema tan trascendente en el modelo educativo STEM con el propósito de incentivar el pensamiento científico en los estudiantes de nivel medio superior, la metodología fue cuantitativa con una investigación exploratoria. Consistió en una investigación en línea y una encuesta para validar su efectividad.

Los procesos de transformación digital en la educación se han acelerado a partir de la pandemia, es por ello que los materiales utilizados tradicionalmente tendrán que adaptarse a las necesidades actuales de los estudiantes, es por ello que los REA fungen como una alternativa especialmente importante para democratizar y descentralizar el conocimiento, permitiendo que cualquier persona ya sea estudiante o docente pueda acceder para su consulta, reutilización, modificación o localización necesaria ante cualquier contexto geopolítico, sociocultural gracias a su licencia abierta, para disminuir la brecha de conocimiento en las áreas STEM.

En México existe poca promoción y acceso a las ciencias, afectando al avance científico y tecnológico. Según el indicador del Gasto interno bruto en I+D de la OCDE, en 2020 México gastó el 0.297% en comparación con la media de los países miembros con 2.681% (OCDE, 2022a). Además, por cada mil empleados, 1.238 son investigadores, mientras que el promedio es 9.070 (OCDE, 2022b).

Un problema común en jóvenes al elegir carreras científicas es la complejidad de los temas. Además, las herramientas tradicionales no resultan atractivas para continuar con su aprendizaje. Por ello, el uso de los recursos educativos abiertos brindan una opción llamativa y de fácil acceso. La física cuántica ha sido relevante en las últimas décadas; sin embargo, los temas resultan ser complicados de entender al no ser intuitivos y cambiar muchos conceptos que se tenían establecidos. Por ello el uso de REA facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje y evita desmotivar a los estudiantes de continuar en esta línea.

El recurso educativo abierto llamado "REAFO" ayudará al proceso de enseñanza-aprendizaje de la física cuántica con el tema de función de onda.

El objetivo general es crear un REA para explicar la función de onda que contribuya al Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 "Educación de Calidad". De igual forma, se busca, facilitar el proceso enseñanza-aprendizaje de la física cuántica. Divulgar de forma clara y sencilla la física cuántica. Reducir la brecha de acceso al conocimiento de las áreas STEM con recursos digitales alineados a la ciencia abierta.

## MARCO TEÓRICO

Según Butcher et al. (2015), un REA es “cualquier recurso educativo ... que esté plenamente disponible para ser usado por educadores y estudiantes, sin que haya necesidad de pagar regalías o derechos de licencia” (p. 5). Están meramente enfocados a facilitar el aprendizaje sin importar el material que se ocupe.

Por ello, resalta el uso de los REA para apoyar al Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 “Educación de calidad” de la Agenda 2030 de la ONU, pues se brinda libre acceso a materiales de calidad que cooperan con la educación abierta para acrecentar los conocimientos de cualquiera que lo desee. Este tipo de recursos deben cumplir con las cinco libertades de los REA, de acuerdo a Wiley (2014) citado por Miao et al. (2020): conservar, reutilizar, modificar, combinar, y redistribuir.

La UNESCO (2021) ha definido a la ciencia abierta como:

“un constructo inclusivo que combina diversos movimientos y prácticas con el fin de que los conocimientos científicos multilingües están abiertamente disponibles y sean accesibles para todos, así como reutilizables por todos, se incrementen las colaboraciones científicas y el intercambio de información en beneficio de la ciencia y la sociedad, y se abran los procesos de creación, evaluación y comunicación de los conocimientos científicos a los agentes sociales más allá de la comunidad científica tradicional” (Anexo – p. 4-5).

Asimismo, establece los valores fundamentales de la ciencia abierta: calidad e integridad; beneficio colectivo; equidad y justicia, y diversidad e inclusión. Además de sus principios rectores: transparencia, control, crítica y reproducibilidad; igualdad de oportunidades; responsabilidad, respeto y rendición de cuentas; colaboración, participación e inclusión; flexibilidad, y sostenibilidad.

Por otra parte, la función de onda es un tema fundamental de la física cuántica. Para entenderlo se deben tener claros algunos conceptos básicos: física clásica de ondas, principios de la mecánica cuántica y números complejos.

Las ondas poseen cinco características fundamentales: longitud de la onda ( $\lambda$ ), amplitud ( $A$ ), velocidad ( $v$ ), periodo ( $T$ ) y frecuencia ( $f$ ) (Martin et al., 2020). Asimismo, se debe aprender sobre su superposición, cuando se juntan en un punto al mismo tiempo, y la interferencia que sucede en ese estado. Existen dos tipos de interferencia, constructiva y destructiva. La primera es cuando dos crestas o valles se juntan creando una onda mayor, y la segunda cuando una cresta y valle se unen anulando la onda (Urone & Hinrichs, 2020).

De la mecánica cuántica, la dualidad onda-partícula resalta, pues se observa que la luz posee características de onda y partícula al mismo tiempo. Esto se explica más con el experimento de la doble rendija, donde se usan electrones que pasan a través de dos rendijas y genera un patrón como el que las ondas producen, pero se conservan la forma de los puntos de los electrones en una posición fija (Foyle, 2021 b).

Los números complejos son esenciales para la función de onda, puesto que determinan el patrón de probabilidad de hallar la partícula en el espacio. Laforest (2015) los define como: "Un número complejo es cualquier número escrito en la forma:  $z=a+bi$ , donde  $a$  y  $b$  son números reales, es la parte real de  $z$ ,  $b$  es la parte imaginaria".

La posición de la partícula tiene dos ondas, la incidental y reflejada, lo cual crea una onda estacionaria donde se superponen e interfieren ( $= R+ L$ ). En la onda estacionaria, hay un momento cuando la probabilidad de encontrar la partícula es cero, por lo que deben usarse números imaginarios, llegando a  $R=\cos(1/h(px-Et))+i \sin(1/h(px-Et))$ , donde el coseno representa lo real y seno lo imaginaria, al ser complementarios. La probabilidad de encontrar la partícula es la función de la onda al cuadrado, al utilizar las reglas de números complejos e identidades trigonométricas, da  $|R|^2=1$ , un patrón de probabilidad completo (Foyle, 2021 a, Laforest, 2015). Aunque parece que la partícula aparece y desaparece, se mantiene en el eje imaginario que se analiza matemáticamente.

## MÉTODO

La metodología fue cuantitativa con una investigación exploratoria. Consistió en una investigación en línea y una encuesta para validar su efectividad. La investigación inició en febrero concluyendo en abril del 2022.

Para la elaboración del prototipo del REA, se utilizaron libros en plataformas digitales abiertas como OpenStax y LibreTexts, recursos de Perimeter Institute y la Universidad de Waterloo. Para diseñar la simulación de la función de onda de una partícula se usó GeoGebra, y para crear el REA se usó eXeLearning.

Para la encuesta se usó Google Forms, con 5 preguntas usando una escala de Likert. Para la correlación de Pearson, se utilizaron dos variables: el uso de REAFO ( $x$ ) y el nivel de aprendizaje ( $y$ ). La población fueron estudiantes de medio superior, con 45 estudiantes como muestra. La limitación fue el tamaño de la muestra y su selección por conveniencia.

Primero, se reunió la información para la simulación de la función de onda y explicarla con los temas necesarios. Con la ecuación de las ondas  $y(x,t)=A\sin(kx + wt + \Phi)$  donde  $y(x,t)$  es la función de onda,  $A$  la amplitud,  $k$  el número de onda,  $x$  la posición en el eje  $x$ ,  $w$  la frecuencia angular,  $t$  el tiempo y  $\Phi$  la fase inicial de la función de onda (OpenStax,

2020) se diseñaron funciones en GeoGebra para crear la simulación de la función de onda una partícula en una caja.

La parte real de una onda es representada por la función de seno, mientras para la parte imaginaria fue coseno. El término  $kx$  se cambia a negativo en la función de la onda reflejada al ser opuesta a la incidental para formar la onda estática. Se usaron las ecuaciones  $w = 2\pi / t$  y  $k = 2\pi / \lambda$ . El largo de onda se graficó con  $\lambda = 2L / n$ , donde  $n$  va del 1 al 20 y  $L$  del 1 al 100.

Se usó el comando de curva en GeoGebra para graficar cada onda dado: Curva(<Expresión>, <Expresión>,<Expresión>, <Parámetro>, <Valor Inicial>, <Valor Final>), siendo las expresiones para el eje x, eje y y eje z, respectivamente. El parámetro era  $u=x$ , valor inicial 1 y el final L (ver Tabla 1). Las coordenadas (x,z) son para la parte real y (x,y) para la parte imaginaria. Se puede acceder a la simulación desde <https://www.geogebra.org/m/ev46dm66>.

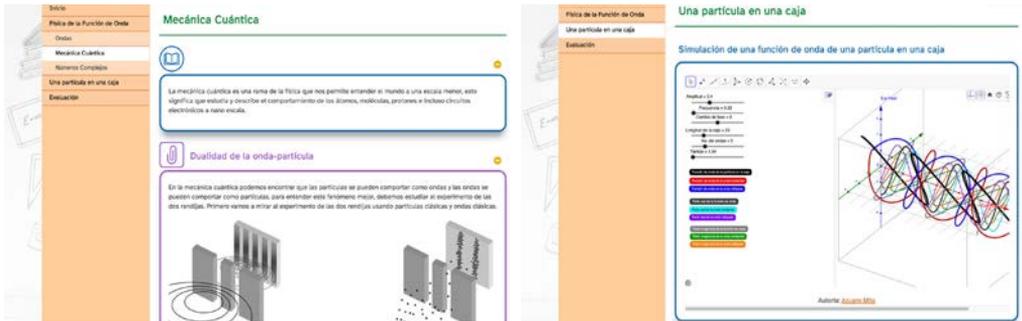
Tabla 1. Funciones para graficar la función de onda

Representación	Ecuación
Función de onda de una partícula en una caja	$= \text{Curva}(u, \text{Acos}(ku+wt) + \text{Acos}(-ku+wt), \text{Asen}(ku+wt) + \text{Asen}(-ku+wt)), u, 0, L)$
Función de onda de una onda reflejada	$1 = \text{Curva}(u, \text{Acos}(ku+wt), \text{Asen}(ku+wt), u, 0, L)$
Función de onda de una onda incidental	$2 = \text{Curva}(u, \text{Acos}(-ku+wt), \text{Asen}(-ku+wt)), u, 0, L)$
Parte real de una función de onda	$R = \text{Curva}(u, 0, \text{Acos}(ku+wt) + \text{Acos}(ku+wt), u, 0, L)$
Parte real de una función de onda de una onda reflejada	$R1 = \text{Curva}(u, 0, \text{Acos}(ku+wt), u, 0, L)$
Parte real de una función de onda de una onda incidental	$R2 = \text{Curva}(u, 0, \text{Acos}(-ku+wt), u, 0, L)$
Parte imaginaria de una función de onda	$I = \text{Curva}(u, \text{Asen}(ku+wt) + \text{Asen}(-ku+wt), 0, u, 0, L)$
Parte imaginaria de una función de onda de una onda reflejada	$I1 = \text{Curve}(u, \text{Asen}(ku+wt), 0, u, 0, L)$
Parte imaginaria de una función de onda de una onda incidental	$I2 = \text{Curve}(u, \text{Asen}(-ku+wt), 0, u, 0, L)$

Fuente: Elaboración propia.

Se incluyó información, la simulación de la función de onda y una evaluación del aprendizaje del usuario en un archivo de eXeLearning para crear REAFO (Figura 1). Al final, para la validación del REA se aplicó la encuesta a la muestra.

Figura 1. Capturas de pantalla de REAFO

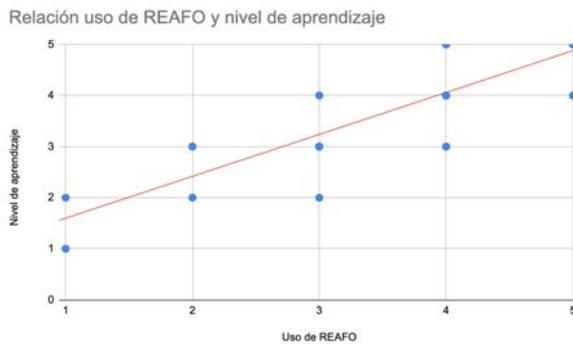


Fuente: Elaboración propia.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

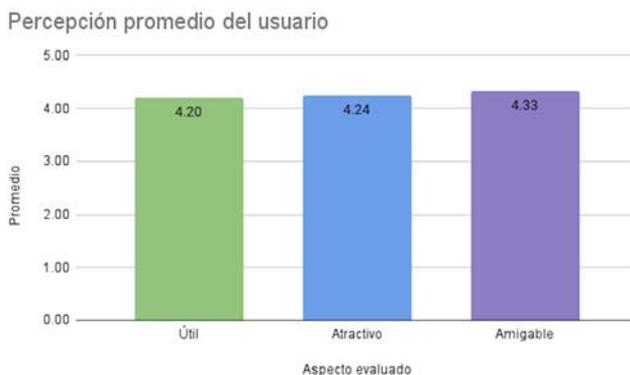
Los resultados arrojaron una correlación de Pearson de 0.859 entre el uso de REAFO (x) y el nivel de aprendizaje (y) de acuerdo a las respuestas de las encuestas (Figura 2). Además, el promedio de respuestas con respecto a la utilidad fue de 4.2, sobre cuán atractivo de 4.24 y sobre el tercer punto (amigable con el usuario) 4.33 (Figura 3). Dando una calificación global de 4.259.

Figura 2. Relación uso de REAFO y nivel de aprendizaje



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Gráficas de la evaluación



Fuente: Elaboración propia.

La correlación de Pearson muestra que el uso de REAFO está relacionado con el aprendizaje de la física cuántica y el tema de la función de onda. A mayor uso del REA, se muestra un mayor entendimiento del tema. Al tener una muestra pequeña, y ser una metodología de diseño exploratorio, se puede usar esta investigación para dar conclusiones pero no generalizadas a toda la población. Este es un parteaguas para futuras investigaciones.

Se observa una aceptación favorable con un promedio de 4.259 de 5. Los REA efectivamente son útiles para el proceso de enseñanza-aprendizaje y fácil de usar por lo que resultan una propuesta atractiva a jóvenes para continuar con temas más difíciles y seguir motivados.

Con los resultados obtenidos, se pretende mejorar REAFO y crear nuevos REA para distintos temas de ciencia. Además, contribuye al ODS 4, por lo que se buscará expandir su difusión y aumentar su rango de impacto. Se puede acceder a REAFO desde <https://azuanymila.me/reafo/>

## CONCLUSIONES

Con este proyecto se encontró que los REA impactan positivamente en los jóvenes, les permite comprender mejor los temas complicados e incluso puede motivarlos a indagar más en estos temas. Durante el tiempo en el que se trabajó en este proyecto se buscó un método para explicar cada uno de los conceptos de la manera más comprensible, además de anticipar alguna duda que pudiera surgir.

La importancia de este proyecto radica en el uso de la ciencia abierta para compartir el conocimiento científico y mejorar su difusión. Que sean accesibles, modificables y sencillos de usar es necesario para contribuir al bienestar de la comunidad.

## REFERENCIAS

- Butcher, N., Kanwar, A. & Uvalic-Trumbic, S. (2015). *Guía Básica de Recursos Educativos Abiertos (REA)*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232986>
- Foyle, K. (2021 a). *Double Slit Experiment Part 2*. Perimeter Institute. <https://perimeterinstitute.ca/issyp>
- Foyle, K. (2021 b). *Double Slit Experiment Part 3*. Perimeter Institute. <https://perimeterinstitute.ca/issyp>
- Laforest, M. (2015). *The mathematics of quantum mechanics*. University of Waterloo. [https://uwaterloo.ca/institute-for-quantum-computing/sites/ca.institute-for-quantum-computing/files/uploads/files/mathematics\\_qm\\_v21.pdf](https://uwaterloo.ca/institute-for-quantum-computing/sites/ca.institute-for-quantum-computing/files/uploads/files/mathematics_qm_v21.pdf)
- Martin, Neary, Rinaldo, & Woodman. (2020). *14.1: Characteristics of a wave*. LibreTexts. [https://phys.libretexts.org/Bookshelves/University\\_Physics/Book%3A\\_Introductory\\_Physics\\_-\\_Building\\_Models\\_to\\_Describe\\_Our\\_World\\_\(Martin\\_Neary\\_Rinaldo\\_and\\_Woodman\)/14%3A\\_Waves/14.01%3A\\_Characteristics\\_of\\_a\\_wave](https://phys.libretexts.org/Bookshelves/University_Physics/Book%3A_Introductory_Physics_-_Building_Models_to_Describe_Our_World_(Martin_Neary_Rinaldo_and_Woodman)/14%3A_Waves/14.01%3A_Characteristics_of_a_wave)
- Miao, F., Mishra, S., Orr, D. & Janssen, B. (2020). *Directrices para la elaboración de políticas de recursos educativos abiertos*. UNESCO, Commonwealth of Learning. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373558>
- OpenStax. (2020, November 5). *16.3: Mathematics of Waves*. LibreTexts. [https://phys.libretexts.org/Bookshelves/University\\_Physics/Book%3A\\_University\\_Physics\\_\(OpenStax\)/Book%3A\\_University\\_Physics\\_I\\_-\\_Mechanics\\_Sound\\_Oscillations\\_and\\_Waves\\_\(OpenStax\)/16%3A\\_Waves/16.03%3A\\_Mathematics\\_of\\_Waves](https://phys.libretexts.org/Bookshelves/University_Physics/Book%3A_University_Physics_(OpenStax)/Book%3A_University_Physics_I_-_Mechanics_Sound_Oscillations_and_Waves_(OpenStax)/16%3A_Waves/16.03%3A_Mathematics_of_Waves)
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (8 de septiembre de 2021). *Proyecto de recomendación sobre la ciencia abierta* [Documento de programa]. UNESCO. Conferencia General, 41 st [815], París, Francia. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378841\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378841_spa)
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2020a). *Gross domestic spending on R&D (indicator)*. doi: 10.1787/d8b068b4-en
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2022b). *Researchers (indicator)*. doi: 10.1787/20ddfb0f-en
- Urone, P. & Hinrichs, R. (2020). *13.3 Wave Interaction: Superposition and Interference*. OpenStax. <https://openstax.org/books/physics/pages/13-3-wave-interaction-superposition-and-interference>

# REVISAPP

García-Castañeda, Christian Jesús  
Gutiérrez-Rodríguez, Eder Nahúm  
Arciniega-Navarro, Diego  
Gutiérrez-Rodríguez, Aldo Paul Salvador

Universidad Autónoma De Nayarit  
Nayarit

Nivel Medio Superior  
Área: Medicina y Salud

## RESUMEN

*En México la diabetes es un problema grave, tanto que la secretaria de salud en diversos comunicados la cataloga como epidemia dentro de la nación, además de que 8 de cada 10 amputaciones en el país son causa de complicaciones relacionadas con el pie diabético (enfermedad que desencadena la diabetes) por lo que nos dimos la tarea de investigar en fuentes de información certificadas para después contar con el apoyo de la Universidad Autónoma de Nayarit donde se comenzó el desarrollo de la aplicación. REVISAPP es una aplicación donde se concentra un cuestionario adaptado a un lenguaje más comprensible y con imágenes gráficas para facilitar el uso de la misma en cualquier persona, el objetivo principal de REVISAPP era prevenir amputaciones mediante dicho cuestionario, donde el paciente al momento de responder las preguntas se generaría una puntuación misma que el algoritmo representara en forma de semaforización, siendo verde un riesgo bajo, amarillo un riesgo intermedio, rojo un riesgo extremo y negro un riesgo que necesita intervención urgente.*

*Palabras clave: diabetes, pie diabético, salud.*

## ABSTRACT

*In Mexico, diabetes is a serious problem so much that the secretary of health in various communications catalog it like an epidemic in the nation, in addition to that 8 of 10 amputations in the country are cause of complications related to the diabetic foot (disease that triggers diabetes) so we gave us the task of investigating in certified sources of information to later have the support of the Autonomous University of Nayarit where the development of the application began. REVISAPP is an application where a questionnaire is adapted to a more understandable language and with graphic images to facilitate the use of it in any person, the main objective of REVISAPP is prevent amputations through this questionnaire, where the patient when is answering the questions the app generate a score and then it represent the results with three colors, green is low risk, yellow is intermediate risk, red is an extreme risk and finally black is a risk where you need urgent attention.*

*Key words: diabetes, diabetic foot, health.*

## INTRODUCCIÓN

La diabetes es una enfermedad cuya etiología es multifactorial, en sus etapas iniciales no representa ningún síntoma de alerta, pero de no llevar un seguimiento médico y preventivo comenzará con los síntomas denominados triada diabética (polifagia, poliuria, polidipsia), esto aunado a una mala alimentación y falta de una medicación continua, puede llegar a estados más avanzados, en donde el paciente puede presentar patologías cardíacas, insuficiencia renal, problemas oftálmicos, vasculares, sensitivos y motores así como muerte prematura, diversas estimaciones señalan una muerte prematura de 10 años en comparación con una persona no diabética.

La OMS define el pie diabético como una infección, ulceración y/o destrucción de los tejidos profundos, relacionada con alteraciones neurológicas y distintos grados de arteriopatía en las extremidades inferiores, el síndrome del pie diabético representa una de las principales causas de morbilidad y discapacidad en los pacientes con diabetes, a pesar de que con un rápido reconocimiento de sus factores de riesgo se puede prevenir o retardar la aparición de úlceras, amputaciones y otras complicaciones.

Actualmente, no existe ninguna aplicación que permita al paciente saber el estado de su extremidad, siendo REVISAPP la alternativa a esta problemática, analizando datos, gráficas y encuestas llegamos a la conclusión de que 1 de cada 7 personas diabéticas desarrollara alguna úlcera en el pie en un momento de su vida.

Los objetivos de nuestro proyecto son Incentivar el uso de una aplicación (REVISAPP) por parte del usuario diabético, la cual le permite archivar sus horarios de medicación, niveles glucémicos por día, y fotografías que el mismo paciente toma y le permite hacer una comparativa con días anteriores, esto permitirá que pueda identificar cualquier anomalía en el pie y de ser necesario, busque atención médica.

Crear un registro de datos y signos clínicos que mediante la aplicación sean fácil de compartir con el personal médico tratante, evitando así la exclusión de información clínica vital a la hora de realizar un diagnóstico, ya que el médico podrá observar toda la información archivada durante 3 meses, así como las fotografías de las extremidades inferiores, facilitando así la comunicación médico paciente en la entrevista médica.

Disminuir las tasas de incidencia en amputaciones de extremidades inferiores, mediante la detección temprana de factores de riesgo a través de una aplicación que evalúa mediante escalas validadas a nivel nacional e internacional, como lo son la escala Wagner- Universidad de Texas, con preguntas adaptadas a un lenguaje popular y con imágenes comprensibles que el paciente podrá ir clasificando, para que posteriormente con las puntuaciones de sus respuestas, la aplicación genere un algoritmo y determine una escala de urgencia en atención médica (triage- semaforización), siendo verde el

color que solo requiere continuar con cuidados en casa, amarillo es necesario solicitar ayuda médica, rojo la atención médica debe de ser emergente, tecnología que pueda ejecutarse en un dispositivo móvil o computador.

Incentivar la disciplina del autocuidado y el conocimiento de su enfermedad, fortaleciendo así el sistema médico de salud preventivo.

Nuestra limitante principal fue la falta de conocimiento en programación sin embargo gracias a la Universidad Autónoma de Nayarit se pudo concretar, ya que nos aportó a dos compañeros programadores (Irving Pérez y Antonio Quiñones) mismos a los que les proporcionamos la idea gráfica y teórica de nuestra aplicación.

El documento se encuentra organizado inicialmente por teoría, la cual le da al lector la introducción necesaria sobre la diabetes y el pie diabético para que posteriormente pueda ser comprensible el principal objetivo de la aplicación.

## MARCO TEÓRICO

Además de la secretaria de salud, el instituto de Información Estadística y Geografía (IIEG) señalan la diabetes como una epidemia en México, la federación internacional de diabetes (FID) señalo que en México existen aproximadamente 12.4 millones de personas diabéticas complementando que datos de la Comisión Nacional de Arbitraje Médico (CONAMED) indico que aproximadamente el 6.97% (864 280) de la población diabética mexicana padecen de pie diabético, ahora bien, la Organización Mundial de la Salud (OMS) clasifica al pie diabético como una infección, ulceración y/o destrucción de los tejidos profundos.

Normalmente, el pie diabético es consecuencia de un incorrecto autocuidado, por lo que si no se atiende a tiempo puede llegar a complicarse demasiado a tal punto de poder comprometer no solo la extremidad, sino también la vida del individuo, solo en México 8 de cada 10 amputaciones son causa del pie diabético, debido a esto comenzamos con la propuesta de REVISAPP una aplicación que mediante un cuestionario se evaluara la condición de la extremidad y así señalara con una semaforización el riesgo de amputación en los pacientes con este padecimiento.

Los resultados de proponer y crear esta aplicación son muy claros, ya que con esto podemos evitar que pacientes con esta afección sean amputados, además de mejorar el autocuidado en el mismo.

Una vez analizado esta información es importante recalcar que en base de los resultados REVISAPP es simplemente una aplicación preventiva y no curativa.

## MÉTODOS

Se trabajó primeramente en la adaptación de la idea principal de aplicación a una manera totalmente gráfica para así realizar la aplicación de un programa piloto en 3 pacientes, para después contar con el apoyo total de la Universidad Autónoma de Nayarit, donde comenzó el desarrollo de lo que en su momento fue solo una idea a una aplicación totalmente funcional.

Ahora, para la primera fase del proyecto se contó con el servicio de curaciones Bioclinical, en donde a través de diferentes casos de pacientes pudimos lograr obtener la experiencia necesaria para poder generar datos, estadísticas y evidencias mismas que pudiesen ayudarnos a generar una metodología preventiva mediante cuestionarios y escalas totalmente validadas. Se consultaron fuentes de información certificadas tal como REDALYC/ SCIELO para la obtención de información, así como mapas INEGI, encuestas nacionales de salud, logrando un muy buen desarrollo teórico, también se consultaron y obtuvieron estadísticas del panorama y situación actual de dicha epidemia en México a nivel estatal y nacional, mismas que nos permiten saber a cuantas personas va dirigido este proyecto. En consiguiente se generó la propuesta de aplicación donde se concentraron preguntas, cuestionarios y escalas validadas en la atención del paciente, mismos que permiten la clasificación del riesgo de la complicación del pie diabético, después se recopilaron una serie de imágenes, mismas que permitieran que el paciente se identificara con ellas y seleccionara las más parecidas a su caso, para la evaluación más certera se utilizaron las escalas de Wagner y de la Universidad de Texas mismas que como ya fue mencionado fueron adaptadas a un lenguaje comprensible. Para que la primera versión de REVISAPP fuera creada se tomó en consideración ciertas normas de salud mexicana (NOM-004-SSA3-2012, NOM-015-SSA2-2010, NOM-024-SSA3-2012).

## RESULTADOS

Gracias a la aplicación en primera instancia del programa piloto (tabla 1) pudimos detectar diversos factores de riesgo y gracias a esta detección oportuna los pacientes pudieron asistir a consulta médica especializada, evitando abscesos, sepsis o complicaciones severas infecciosas, dichos pacientes lograron ingresar a manejo de pie diabético en escalas Wagner 1, 2 y 3, las cuales pudieron ser reversibles con un buen tratamiento médico multidisciplinario, además de implementar la primera versión de REVISAPP, permitiendo resguardar periódicamente fotografías y datos médicos que facilitaron de gran manera la comunicación entre el paciente y el médico tratante.

## CONCLUSIÓN

Mediante la puesta en marcha de nuestro programa piloto, pudimos recabar datos e información esencial para el desarrollo de la aplicación, obteniendo resultados que detectaron los factores de riesgo en pie diabético, mostraron de manera precisa la necesidad de urgencia médica en los pacientes consultados, logrando en primer instancia evitar la amputación total de la extremidad inferior simbolizando esto favorable para las personas involucradas, en consiguiente se continuó consultando de manera periódica a los pacientes, llevando un control más preciso, una consulta especializada y eficaz gracias al uso de REVISAPP, de tal manera que agilizamos la consulta, mejoramos la prevención e incentivamos la cultura del autocuidado.

## REFERENCIAS

- Benedito Pérez de Inestrosa, T., Fernández Martín, E., & Torres Andrés, B. (2014). Pie diabético. *Medicina General y Familiar*, 3(10), 289-292. Disponible en: [https://mgyf.org/wp-content/uploads/2017/revistas\\_antes/V3N10/V3N10\\_289\\_292.pdf](https://mgyf.org/wp-content/uploads/2017/revistas_antes/V3N10/V3N10_289_292.pdf)
- CONAMED. (2019). Boletín CONAMED. Boletín CONAMED, 4(24). Disponible en: <http://www.conamed.gob.mx/gobmx/boletin/pdf/boletin24/3a-B24.pdf>
- Dubón Peniche, M. C. (2013). Pie diabético. *Revista de la Facultad de Medicina*, 56(4). Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0026-17422013000400008](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422013000400008)
- González de la Torre, H., Mosquera Fernández, A., Quintana Lorenzo, M. L., Perdomo Pérez, E., & Quintana Montesdeoca, M. P. (2012). Clasificaciones de lesiones en pie diabético. *Gerokomos*, 23(2), página inicial-página final. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1134-928X2012000200006](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-928X2012000200006)
- INEGI. (2021). Estadísticas a propósito del día mundial de la diabetes. Sin Volumen 654/21. Disponible en: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2021/EAP\\_Diabetes2021.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2021/EAP_Diabetes2021.pdf)
- Martínez-Escalante, J. E., Romero-Ibargüengoitia, M. E., Plata-Álvarez, H., López-Betancourt, G., Otero-Rodríguez, R., Garza-Cantú, A. A., Corral-Guerrero, M. E. (2021). Pie diabético en México: factores de riesgo para mortalidad posterior a una amputación mayor, a 5 años, en un hospital de salud pública de segundo nivel. *Cirugía y Cirujanos*, 89(3). Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2444-054X2021000300284&lng=es&nrm=iso#:~:text=Un%20paciente%20diab%C3%A9tico%20tiene%20un,2010%20y%202011%2C%20respectivamente&](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2444-054X2021000300284&lng=es&nrm=iso#:~:text=Un%20paciente%20diab%C3%A9tico%20tiene%20un,2010%20y%202011%2C%20respectivamente&)

Rincón, Y., Gil, V., Pacheco, J., Benítez, I., & Sánchez, M. (2012). Evaluación y tratamiento del pie diabético. Revista Venezolana de Endocrinología y Metabolismo, 10(3). Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3755/375540231008.pdf>

Secretaría de Salud. (2014). Plan de Acción para la Prevención y Control de la Diabetes Mellitus 2013-2018. Secretaría de Salud. Disponible en: [http://www.cenaprece.salud.gob.mx/descargas/pdf/PAE\\_Prevencion-ControlDiabetesMellitus2013\\_2018.pdf](http://www.cenaprece.salud.gob.mx/descargas/pdf/PAE_Prevencion-ControlDiabetesMellitus2013_2018.pdf)

## ANEXOS

Tabla 1. Ejemplo de programa piloto de REVISAPP

Responde las siguientes preguntas	SI	NO
¿Tu pie presenta callosidades?		
¿Tu pie presenta huesos prominentes (huesos muy notorios)?		
¿Tu pie presenta deformidades?		
¿Tu pie presenta una herida superficial?		
¿Tu pie presenta una herida profunda?		
¿Tu pie tiene algún mal olor o hinchazón?		

Fuente: Elaboración propia a partir del desarrollo del programa piloto

Figura 1. Escala de clasificación Wagner

### Clasificación Escala de Wagner-Merrit (1981)

GRADO	LESIÓN	CARACTERÍSTICAS
0	Ninguna. Pie de riesgo.	Hiperqueratosis, cabezas de metatarsianos prominentes, dedos en garra y deformidades óseas.
1	Úlceras superficiales.	Destrucción total del espesor de la piel.
2	Úlceras profundas.	Penetra en piel, grasa y ligamentos pero sin afectar hueso. Infectada.
3	Úlceras profundas + absceso.	Extensa y profunda, secreción y mal olor. Existencia de osteomielitis.
4	Gangrena limitada.	Necrosis de parte del pie (dedos, talón, planta).
5	Gangrena extensa.	Todo el pie afectado, efectos sistémicos.

Fuente: Página web (ulcerasfora) <https://ulcerasfora.sergas.gal/Informacion/Escala-Wagner-Merrit?idioma=es&print=1>

Figura 2. Escala de clasificación Universidad de Texas

### Clasificación de la Universidad de Texas<sup>4</sup>

	Grado 0	Grado I	Grado II	Grado III
Estadio A	Lesiones pre o perilucerosas. Completamente epitelizadas.	Herida superficial, no afecta tendón, cápsula o hueso.	Herida que afecta a tendón o cápsula.	Herida que penetra hueso o articulación.
Estadio B	Infectada.	Infectada.	Infectada.	Infectada.
Estadio C	Isquémica.	Isquémica.	Isquémica.	Isquémica.
Estadio D	Infectada e isquémica.	Infectada e isquémica.	Infectada e isquémica.	Infectada e isquémica.

Fuente: Página web (ulcerasfora)

<https://ulcerasfora.sergas.gal/Informacion/Clasificaci%C3%B3n-de-la-Universidad-de-Texas?idioma=es&print=1>

Figura 3. Semaforización verde

**RevisAPP**  
RESULTADOS

Es necesario continuar tu vigilancia

Basado en la escala Wagner, tu pie se considera de riesgo, aunque no presentes ningún tipo de herida, ya que parte de las afecciones de la diabetes al pie incluyen: falta de irrigación sanguínea, modificación de la marcha, así como deformidades del pie, que pueden generar callosidades y heridas, generando factores de riesgo que, de presentarse una herida tendrían el potencial de complicaciones graves, por ellos te recomendamos seguir inspeccionando tus pies cada 24 hrs. tomando cada una

Figura 4. Semaforización amarilla

**RevisAPP**  
RESULTADOS

¡Aún estás a tiempo!  
Es necesario valoración médica

Debido a las modificaciones de la forma natural del pie, que padece un diabético, estas presentando en este momento una herida o sospecha de lesión, que necesita de valoración médica, esto para evitar una potencial infección que comprometa la integridad de tu pie. Solicita cuanto antes ayuda médica.

Figura 5. Semaforización rojo

**RevisAPP**  
RESULTADOS

¡Tu atención médica debe ser ya!  
Es necesario la valoración médica urgente

Los signos y síntomas que presentas requieren de una valoración médica urgente, debido al riesgo que representa para la función e integridad de tus pies, síntomas como fiebre, mal olor, enrojecimiento, edema (hinchazón) son indicadores del compromiso de tejidos profundos entre los cuales destacan, tejido graso, tejido muscular, vasos sanguíneos, y huesos, los cuales pueden desencadenar una amputación

Figura 6. Semaforización extrema

**RevisAPP**  
RESULTADOS

¡Tu atención debe ser inmediata!  
No hay tiempo que perder, dirígete a tu centro de salud

Al parecer tu herida tiene compromiso de tejidos, los cuales están desvitalizados (necrosis/cangrega) debes ingresar de inmediato a valoración médica en un hospital, puede generar complicaciones que comprometen tu integridad física, función de la extremidad y la vida.

Fuente: Imagen obtenida de la aplicación REVISAPP

# SISTEMA DE MONITOREO DE NIVEL DE AGUA PARA ALERTA POR RIESGO DE INUNDACIÓN

Flores-Hernández, Jesús Manuel  
Castillón-Sandoval, Saúl Fernando  
Campos-Martínez, Alejandro

Colegio de Educación Profesional Técnica Plantel Tepic 169  
Nayarit

Medio Superior  
Área: Medio Ambiente

## RESUMEN

*En el municipio de Tecuala en el estado de Nayarit, se manifiestan inundaciones de manera recurrente, derivado del paso de huracanes en esta región del pacífico. Se presenta a continuación el desarrollo de un sistema electrónico capaz de monitorear el nivel de agua del cauce del río Acaconeta y alertar a la población si el nivel del río presenta riesgo de desbordamiento. La altura del río es monitoreada por sensor, donde los datos obtenidos son enviados a un microcontrolador para procesarlos y estos son transmitidos a distancia por radiofrecuencia a una puerta de enlace. Si el umbral establecido es superado, se envía una alerta sonora a la población, permitiendo la toma de precauciones para un menor riesgo de afectación.*

*El sistema es capaz de realizar el envío y recepción de datos con un rango de 10 km de alcance a la redonda con buena estabilidad en la señal, puede funcionar sin necesitar de alguna Red Móvil, Internet o algún servicio de transmisión de datos, ya que, incorpora su propio sistema de envío de datos y ofrece la ventaja de integrar un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) pudiendo trabajar un periodo de 7 días sin recibir carga.*

*Palabras clave: Inundación, Sistema de Monitoreo, Alerta, Internet de las Cosas.*

## ABSTRACT

*In the municipality of Tecuala in the state of Nayarit there are recurrent floods, due to the passage of hurricanes in this region of the Pacific. The following is the development of an electronic system capable of monitoring the water level of the Acaconeta riverbed and alerting the population if the river level is in danger of overflowing. The height of the river is monitored by a sensor, where the data obtained is sent to a microcontroller for processing and transmitted remotely by radio frequency to a gateway. If the established threshold is exceeded, an audible alert is sent to the population, allowing precautions to be taken to reduce the risk of damage.*

*The system is capable of sending and receiving data with a range of 10 km around with a good signal stability, it can operate without the need of a mobile network, Internet or any data transmission service, since it incorporates its own data transmission system and offers the advantage of integrating an uninterruptible power supply (UPS) and can work for a period of seven days without receiving a load.*

*Key words: Flooding, Monitoring System, Alert, Internet of Things.*

## INTRODUCCIÓN

La comunidad de Río Viejo se localiza en el municipio de Tecuala la cual está ubicada al norte del estado de Nayarit (México), y en el poblado se encuentra un ramal del Río Acaponeta. Esta zona es propensa a sufrir daños por inundación, afectando a gran parte de la sociedad que reside en ella.

De acuerdo con los datos proporcionados por el Atlas de Riesgo por Inundación del estado de Nayarit, dados a conocer en el Censo de Población y Vivienda del 2020, se estima que 42,689 personas que residen en las comunidades cercanas al municipio de Tecuala, equivalentes al 95.53% de la población total, se encuentran en riesgo de sufrir pérdidas por inundación.

En los últimos años, la franja costera del pacífico del estado de Nayarit ha sufrido varios eventos de inundación importantes, la tabla 1 muestra el histórico de huracanes y tormentas tropicales que causaron inundaciones en esta región en el periodo comprendido del año 2000 al 2022.

Tabla 1. Inundaciones ocurridas en el estado de Nayarit del 2000

Inundaciones en el estado de Nayarit			
Año	Río	Municipios y comunidades afectados	Fenómeno meteorológico
2000	Acaponeta San Pedro Mezquital	Tecuala, Acaponeta, Tuxpan, Rosamorada.	NORMAN <sup>1</sup>
2002	Acaponeta San Pedro Mezquital Grande de Santiago	Tecuala, Novillero, Santiago, Rosamorada, San Blas, Acaponeta, Tuxpan, Bahía de Banderas.	KENNA <sup>2</sup>
2003	Acaponeta	Tecuala, Acaponeta.	OLAF <sup>1</sup>
2006	Acaponeta Santiago	Tecuala, Novillero, Santiago, Acaponeta, Tuxpan.	LANE <sup>2</sup>
2007	Acaponeta	Tecuala (Agua Verde, Los Sandoval)	DEAN <sup>2</sup>
2009	Acaponeta	Tecuala (Paso Hondo, Las Arenitas)	RICK <sup>2</sup>
2018	Acaponeta San Pedro	Acaponeta, Huajicori, Del Nayar, Rosamorada, Ruiz, Santiago, Tecuala.	WILLA <sup>2</sup>
2021	Acaponeta San Pedro	Acaponeta, Tecuala, Huajicori, Tuxpan, Ruiz, Rosamorada, Santiago Ixcuintla.	PAMELA <sup>2</sup>
2022	Las Cañas San Pedro	Acaponeta (La Bayona) Tuxpan, Tecuala, Rosamorada.	ROSLYN <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tormenta tropical

<sup>2</sup> Huracán

Fuente: Elaboración propia a partir de la investigación realizada.

Según datos proporcionados por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), en México se registraron 1,397 eventos de inundación en 2022. Estos eventos afectaron a más de 2.3 millones de personas y causaron daños por más de 1,300 millones de pesos. Los estados más afectados por las inundaciones en 2022 fueron Tabasco, Chiapas, Veracruz, Oaxaca y Campeche. Así mismo, de acuerdo a un informe realizado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) revelado el 5 de octubre del 2021 en la conferencia de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (COP26), se afirma que en todos los países del mundo las inundaciones constituyeron el 44 % de las causas de desastres entre 2000 y 2019, lo que afectó a 1,600 millones de personas, aumentando la tasa de desastres por inundación en un 23% para el año 2020.

El objetivo general de nuestra investigación es crear un sistema electrónico que sea capaz de monitorear de manera remota los niveles de agua en el río Acaponeta, y alertar a la población cuando se presenta riesgo por una inundación.

El documento se organiza presentando un marco teórico que conceptualiza el fenómeno hidrometeorológico a monitorear, se continúa con una descripción de los métodos utilizados para crear el sistema, seguido de la exposición de los resultados y las conclusiones.

## MARCO TEÓRICO

El tema de las inundaciones se conforma por un amplio campo de factores naturales y humanos, en el sector natural se derivan aquellos de origen geográfico y meteorológico. El incremento exponencial en las precipitaciones es otro de los tantos factores naturales que provocan la saturación de los mantos acuíferos en el subsuelo y provocan que se eleve el agua, generando mayores inundaciones.

El glosario internacional de hidrología, define como inundación al *aumento del agua por encima del nivel normal del cauce* y en este sentido, el *nivel normal* se entiende como una elevación en la superficie del agua que no produzca o genere ningún daño o alteración en los alrededores.

Datos presentados por el Centro Nacional de Prevención de Desastres, indican que durante el 2021 se presentaron 1279 eventos de inundación en el país, generando una afectación de alrededor de 72,864 personas por todo el país, afectando de esta manera a un estimado de 248 comunidades, 43 localidades, 1,813 colonias, 64,141 viviendas, 96 comercios, 11 escuelas y 2280 hectáreas de cultivo presentes en la región.

Las autoridades y las comunidades perciben la necesidad de enfrentar este peligro; sin embargo, a menudo, la estrategia de prevención planteada se limita a instalar barreras físicas en los cauces o pequeños montículos, para evitar los desbordes y proteger las viviendas, pero, sin una adecuada visión del panorama general.

Un fenómeno hidrológico produce pérdidas económicas a los pobladores, ya que impacta de manera directa en las cosechas y sembradíos de los agricultores en la zona, por lo cual, produce un desajuste en el nivel socioeconómico de las personas, así como devastación en las áreas naturales afectadas.

## MÉTODOS

Para la elaboración de este sistema, se partió de una investigación documental con el objetivo de identificar y comprender las causas y consecuencias de las inundaciones. Posteriormente, se realizó una investigación experimental, con el fin de desarrollar una tecnología que permitiera mitigar los efectos de una inundación en la población que reside en zonas vulnerables, no urbanizadas, aledañas al cauce del río Acaponeta.

En el proceso de observación se apreció que, durante los últimos años, derivado de fenómenos hidrológicos, la comunidad de Tecuala, Nayarit, ha sufrido severas inundaciones históricas causadas por el desbordamiento del río Acaponeta, lo que ocasionó un alto índice de pérdidas socioeconómicas.

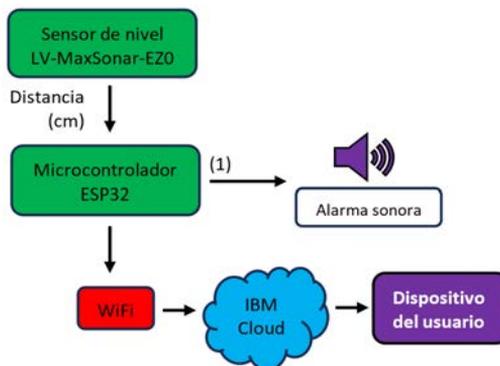
Se hicieron diversas propuestas con el fin de identificar soluciones tangibles y técnicamente viables respecto a la problemática elegida.

Se optó por la creación de una tecnología basada en un sistema de monitoreo remoto de variables hidrometeorológicas ante fenómenos climáticos, haciendo uso de un servicio en la nube con Internet de las Cosas (IoT).

El desarrollo del proyecto se desenvuelve en torno a una investigación documental, obteniendo datos a través de la lectura de documentos, artículos científicos, bibliografías, entre otros. Continuando así con un plan de desarrollo tecnológico, el cual validará los resultados del proceso para la creación del sistema.

Se presenta a continuación el diagrama de bloques (Figura 1) del sistema, así como las etapas para un funcionamiento e implementación ideal del sistema electrónico (Tabla 2).

Figura 1. Diagrama de bloques del sistema empleado



Fuente: Diseño propio.

Tabla 2. Etapas de elaboración

Etapa	Descripción
1	Medición del nivel del agua en el río mediante un sensor ultrasónico.
2	Unidad de procesamiento de datos a través de un microcontrolador.
3	Envío de datos desde el dispositivo vía WiFi.
4	Recepción de datos vía WiFi en un servidor web.
5	Calibración y ajuste del dispositivo.
6	Visualización de los datos mediante un panel de visualización virtual en IBM Watson.

Fuente: Elaboración propia.

Se construyó un prototipo (Figura 2) y se ejecutaron las pruebas de validación del prototipo para asegurar que el sistema empleado funcione de manera correcta, cuidando que los datos censados sean visibles y que la alarma se active cuando se cumpla con el límite que se establezca, estableciendo parámetros de medición.

Figura 2. Fotografía del prototipo realizado



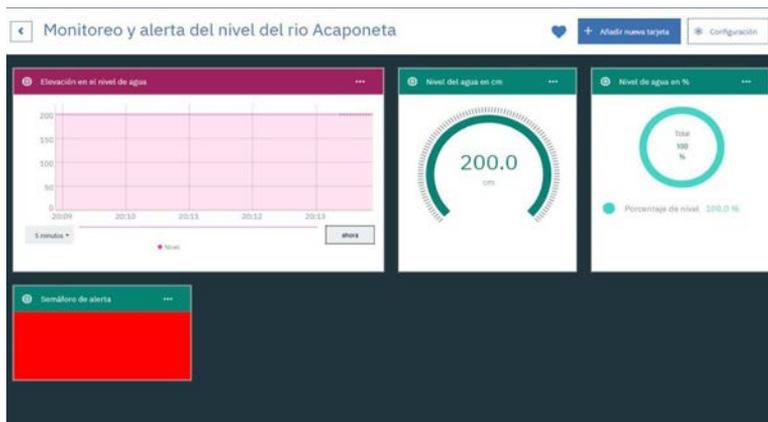
Fuente: Imagen propia.

## RESULTADOS

Se desarrolló un prototipo basado en un sistema electrónico capaz de monitorear y detectar cambios en el nivel de agua presente en el cauce del río Acaponeta, pudiendo establecer una comunicación inalámbrica con un servidor en la nube utilizando protocolos de comunicación WiFi. Se logró establecer la comunicación con un dispositivo para obtener los datos registrados desde cualquier lugar, estos datos son presentados mediante un panel de instrumentación virtual, mediante un sistema que transmite los datos en tiempo real, desde la zona del río que se está monitoreando, emitiendo una alerta virtual y sonora cuando la detección indique un aumento en el nivel del río, según los parámetros establecidos.

En la figura 3 se muestra la alerta y parámetros de medición en el panel virtual, se configuró una puerta de enlace que utiliza el servicio para internet de las cosas (IoT), permitiendo visualizar los datos desde cualquier dispositivo electrónico que tenga acceso a los servicios de internet.

Figura 3. Monitoreo de datos y alarma en Panel Virtual



Fuente: Diseño propio a partir de los datos obtenidos

## DISCUSIÓN

El correcto funcionamiento del sistema electrónico y la transmisión de datos concede la base para un sistema de monitoreo de variables físicas por WiFi funcional, lo que permitiría en un futuro agregar todo tipo de variables hidrometeorológicas para monitorear distintas variables de manera remota en el cauce del río. No fue posible establecer e implementar la conexión inalámbrica basada en la tecnología LoRa debido a las últimas actualizaciones de la plataforma The Things Stack (TTS) -antes The Things Network (TTN)-, la cual aún no cuenta con la documentación publicada para la tarjeta de desarrollo utilizada en este proyecto (LILYGO® T-Beam V1.1 ESP32 LoRa).

## CONCLUSIONES

Las inundaciones son uno de los fenómenos hidrometeorológicos con mayor impacto económico y social en zonas rurales, a causa de la gran desproporción que existe en el caudal del río frente a su nivel de desborde, en un breve plazo de tiempo, y los graves daños que este produce, siendo propiciadas por las fuertes lluvias que generan el crecimiento anormal del agua en el río.

El sistema se creó con la finalidad de brindar una alerta a los residentes de comunidades rurales de sectores tecnológicamente marginados que son propensos a sufrir inundaciones, disminuyendo el tiempo de alerta ante la detección del aumento de agua en el cauce del río Acaponeta, reduciendo con ello la pérdida económica y las afectaciones a la salud que pueden presentarse en las personas, siendo este sistema un modelo aplicable a cualquier zona de riesgo inminente de inundaciones.

## AGRADECIMIENTOS

A la profesora Yaneli Sarai Arteaga González, Christopher Alan Estrada González y a todo el CREW del 6 A de MECA por su invaluable apoyo en este proyecto.

## REFERENCIAS

- CENAPRED. (2022). Catálogo de inundaciones 2021. Ciudad de México: Subdirección de riesgos por inundación.
- Velázquez, J. (2017). Inundaciones y factores. España: Salud en emergencias y desastres.
- OMM/UNESCO. (1974). Glosario hidrológico internacional. WM.
- Domínguez, J. (2019). Seguridad hídrica en la ciudad de México: riesgo por inundaciones. Fase 1 Diagnóstico.
- Matías, L., Cruz, L., Galván, A., & Lozano, S. (2017). Inundaciones: Análisis de actores y programas detrás de su mitigación.
- Rodríguez, J., Alcocer, V., Albornoz, P., Llaguno, O., & Maldonado, J. (2012). Problemática de inundaciones en zonas urbanas y propuestas de solución desde un enfoque matemático.
- World Meteorological Organization. (2021). 2021 State of climate services water. Ginebra.

# VALEROSAS. RECURSO DIDÁCTICO PARA ENSEÑANZA DE MUJERES EN LA HISTORIA EN JÓVENES

Antonio-Medina, Camila  
López-Martínez, Maya Sofía  
Saucedo-Olvera, Andrea Montserrat  
Ramos-de Lara, Gabriela Donají

Instituto Miguel Ángel de Occidente  
Jalisco

Nivel Medio Superior  
Área: Ciencias Sociales y Humanidades

## RESUMEN

VALEROSAS es un proyecto surgido del bachillerato IMA Occidente que pretende impulsar al estudiantado hacia las diferentes ciencias, identificando problemáticas y proponiendo alternativas de solución. Desde este enfoque se encaminan las propuestas estudiantiles a atender los lineamientos propuestos desde la ONU con los objetivos de desarrollo sostenible. La herramienta didáctica que se está desarrollando se justifica desde el objetivo número cinco, que busca la igualdad de género. Consiste en un juego de mesa que se planea pasar a digital y próximamente al que se podrá acceder de manera gratuita mediante una página web. Ofrece una nueva herramienta para las maestras y maestros de la materia de historia, incluyendo a las mujeres que más impacto tuvieron en la historia como parte de una actividad divertida mientras sus alumnas y alumnos aprenden. El juego va dirigido a estudiantes de 09 a 18 años. El piloto del juego se llevará a cabo dentro de nuestro Instituto en las secciones de secundaria y bachillerato, más adelante se pretende ampliar el público hacia todo México para lograr mayor impacto social.

Palabras clave: Valerosas, Juego de Historia, Historia de las mujeres, Juego de mesa, Recurso didáctico.

## ABSTRACT

VALEROSAS is a project that emerged from the Instituto Miguel Angel which aims to encourage students to learn about different sciences, analyze their environment, identify problems and propose alternative solutions. From this approach, they are directed to meet the guidelines proposed by the UN with the objectives of sustainable development. The didactic tool that is being developed is justified by objective number five, which seeks gender equality. It consists of a board game that is planned to be made available free of charge through a web page. It offers a new tool for teachers of history, including the women who had the greatest impact on history as part of a fun activity while their students learn.

The game is aimed at students ages 14 to 18. The pilot of the game will be carried out within our Institute in the secondary and high school sections, later we intend to expand the audience to all of Mexico to achieve greater social impact.

Keywords: Valerosas, History Game, Women's History, Board Game, Teaching Resource.

## INTRODUCCIÓN

Los planes de estudio escolares y los libros de historia suelen focalizar su atención en personajes históricos masculinos. Las mujeres raramente aparecen y cuando lo hacen, tienen una participación colateral en los hechos históricos. VALEROSAS busca la equidad de género en el ámbito escolar, pero con el propósito de generar un cambio en la sociedad al ofrecer un recurso para la educación integral de las nuevas generaciones, usando la transversalidad de género.

La importancia de incluir la igualdad de género en las clases de historia radica en atender el vacío historiográfico que sigue poniendo el papel de las mujeres como una nota al pie de página de los grandes acontecimientos históricos. Sin embargo, las mujeres también hacen historia. ¿Cómo puede inspirarse una niña a ser científica o cambiar el mundo si durante su trayectoria escolar solo escucha que los varones protagonizan la historia?

La desigualdad de género también se debe combatir desde la educación. A través de VALEROSAS, el profesor contará con una herramienta que podrá utilizar en clases para visibilizar la participación de las mujeres en los diferentes procesos históricos. El contacto con estas mujeres durante el desarrollo escolar podrá ser favorable para la reducción de la brecha de género vigente en la sociedad.

VALEROSAS tiene como objetivo incluir y divulgar información sobre la participación de las mujeres en la historia y sus aportes en la construcción de la realidad histórica actual. Pretende ser una estrategia didáctica que propicie la búsqueda de una educación más integral.

## MARCO TEÓRICO

En la historia no se ha considerado a la mujer como sujeto de estudio debido a que se ha centralizado la atención en el hombre y los acontecimientos alrededor de ellos. En ocasiones, cuando se las menciona dentro de los sucesos históricos, se hace según el arquetipo de un hombre. Paco Roda en su documento llamado Historia de las Mujeres señala que la supresión de la mujer ha generado que la historia solo se haya visto desde un solo punto de vista: el masculino (Roda, 1995).

Las relaciones de poder se pueden vislumbrar en el horizonte de la producción del texto, así como el privilegio de quien posee la facultad de percibir como importante el contenido de este, desde la concepción hasta su transmisión por algún canal comunicativo. Si no se integra el análisis crítico y se cuestiona el mensaje transmitido, es más fácil establecer relaciones de dominación o sometimiento frente a quienes lo reciben. En primer lugar, porque la enunciación del texto está condicionada por el horizonte del que lo produce, en cuanto a contexto cultural, preconcepciones, motivaciones, etc.

Es allí donde la Teoría crítica permite cuestionar los mecanismos de control discursivo que también ejercen un sometimiento real, brindando espacios de intercambio comunicativo dirigidos hacia intereses de grupo. El análisis crítico del discurso (ACD) es un “tipo de investigación analítica del discurso que estudia la manera como el abuso de poder, la dominación y la inequidad son creados, reproducidos y resistidos por los textos y la conversación en el contexto social y político.” (Van Dijk, 2001: 352).

Se realizó un análisis crítico de la información contenida en el libro de texto que las y los alumnos del Instituto Miguel Ángel de Occidente utilizan para sus clases de Historia de México I. Se encontró que las mujeres aparecían únicamente en diez ocasiones, pero sus acciones no resaltaban en sí mismas, sino que eran enunciadas como sujetos colaterales y se mencionaban como hijas o esposas de algún varón. Esto indica que su valor como sujetos de acción radicaba en las relaciones que establecían con los hombres, pero no tenían un valor integral como personas que toman decisiones y marcan un hito.

A partir del texto es posible identificar una estrategia discursiva, entendida como un plan intencional de prácticas que se adaptan para conseguir un objetivo particular, ya sea social, político, psicológico o lingüístico. De este modo, el discurso en los libros de texto puede ser utilizado para la “dominación y contestación, especialmente en nuestras -sociedades de discursos-, en las que, como señala Foucault, el poder no se ejerce solo por la fuerza, sino fundamentalmente a través de la transformación persuasiva de conocimientos acerca de la realidad y de nosotros mismos.” (Martín Rojo, 1997: 9).

Detrás de la gramática y los textos históricos, subyace una realidad a la que aluden procesos lingüísticos y que no puede ser estudiada de forma independiente a los actores o agentes sociales. Los fenómenos lingüísticos y retóricos conforman al actor social, las mujeres deben ser reinterpretadas en los textos para reconfigurar su papel en la sociedad y conseguir la equidad anhelada.

## MÉTODOS

La metodología más apropiada para realizar la investigación y construir el prototipo del recurso didáctico es la cualitativa, enfocada en la investigación en campo.

La elección de esta metodología se sustenta en la ausencia de elementos numéricos para evaluar el resultado de la investigación. Se privilegia el método inductivo, ya que desde la observación de la realidad estudiantil del IMAO se planteó una problemática para la que se propone una alternativa de solución.

Se realizó una etnografía como método para la recolección de datos, específicamente los diarios de campo y las entrevistas. Se aplicaron entrevistas a docentes para que contaran su experiencia involucrando a las mujeres en sus clases de historia y también encuestas a estudiantes. A través del diario de campo se registró la atención del estudiantado, el involucramiento, la retención, etc., así como la evaluación de los profesores para obtener las directrices que mejoren los juegos y se acerquen al cumplimiento de los objetivos planteados.

## RESULTADOS

El análisis radica en un hecho: la poca visibilidad de las mujeres en las clases de historia, pero se estudia desde las experiencias de aprendizaje en el aula: desde los estudiantes, los recursos didácticos y el profesor o profesora. En un primer momento, se hizo un análisis discursivo de los contenidos de los materiales empleados en el bachillerato IMAO por las y los docentes de historia. Se realizó un conteo de nombres en el que las menciones a mujeres representan tan solo un 2% de las que aparecen en el libro de texto.

Para iniciar con la elaboración del juego se realizó la primera búsqueda documental de las mujeres que se incluyeron en la primera modalidad de juego.

La primera versión que era digital. Para su elaboración se utilizaron páginas de excel para la programación. El diseño era un tablero lineal por el que el jugador podía moverse tirando dados y al caer en las casillas se respondían preguntas. Si se acertaba continuaban tirando, pero si no, había castigos. Antes de jugarlo se planeaba que las y los estudiantes vieran un video explicativo de todas las mujeres y el juego era la forma de poner en práctica los conocimientos.

En las primeras experiencias exponiendo el proyecto se recibieron varias sugerencias, tomadas posteriormente para mejorar y cambiar la dinámica del juego. En primer lugar, la programación era muy lenta y eso retrasaba la aplicación de los pilotos para verificar su funcionamiento. Además, la primera versión de tablero no era viable para aplicar en clases porque implicaba que las y los alumnos tuvieran un conocimiento previo sobre las mujeres y que aprendieran los datos de memoria, para después jugar.

Fue así que se cambió la versión digital a física y se puso en pausa la programación. En segundo lugar, para dar a conocer a las mujeres no es posible empezar el juego retando a los estudiantes porque podría alejarles del objetivo central y quizá les desanimaría o frustraría. Además, esto hacía que no fuera un conocimiento con el que se identificaran y respondía a algo similar a la "evaluación sumativa" que actualmente está cayendo en desuso.

La nueva dinámica del juego es la siguiente: se trata de un tablero en el que se identifican seis salas con diferentes temáticas: ciencia, artes, deportes, política, activismo y entretenimiento. En él los participantes deberán tirar los dados y el objetivo es entrar a alguna sala para hacer preguntas acerca de la mujer y las pistas escondidas en el sobre (nombre, año y especialidad). Cada uno de los jugadores deberá llevar un registro de las pistas que han conseguido para poder descubrir a la mujer que ha sido olvidada en los libros de historia.

El estar constantemente jugando permite a los estudiantes acercarse de una forma empírica al conocimiento de las mujeres, reconocer a través de la prueba y el error, además de que acerca a los alumnos desde lo más básico de la mujer, hasta el conocimiento un poco más profundo de ella en la lectura final de la carta de la mujer oculta en el sobre.

El primer pilotaje se realizó con estudiantes del IMAO de 1ro de secundaria y 1ro, 2do y 3ro de preparatoria durante los meses de febrero 2021 y septiembre 2022. Sus papás firmaron una carta de consentimiento informado para iniciar con la conformación de grupos para el juego. Algunos docentes de historia donaron algunas horas clase para la aplicación del juego, mientras ellos observaban el desarrollo de este. Una vez finalizadas las pruebas, los estudiantes respondieron formularios de Google en los que se les cuestionaba respecto al juego, practicidad y utilidad. Por su parte, los docentes llenaron una rúbrica de evaluación en la que retroalimentaron el juego.

## CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en esas primeras pruebas se expuso un avance del proyecto frente a padres de familia y alumnos de los grupos de edades a analizar en la Expo proyectos STEAM Instituto Miguel Angel de Occidente edición julio 2022. De igual modo, fue presentado en el Código Ciencia Jalisco 2022, obteniendo una medalla de plata y la acreditación a la Expo Ciencias Nacional 2022, así como a la Feria Estatal de Ciencias de Jalisco.

Posterior a estas intervenciones se rediseñó el tablero del juego y algunas mujeres fueron excluidas de la lista inicial con la que se elaboró la primera versión física presentada en Expo Ciencias Nacional 2022, ya que algunas poseían derechos de autor desde sus nombres e imagen. También se siguieron las recomendaciones de las y los docentes encuestados, por lo que el tablero y algunas piezas fueron rediseñadas por las integrantes. También se concluyó la fase de registro de propiedad intelectual y se realizaron cotizaciones que ayudaron a conformar el presupuesto para que el juego pueda salir a la venta al público posteriormente.

Se piensa en la construcción de una app, donde se puedan concentrar ambas versiones del juego y que las personas tengan acceso de una manera más fácil. De esta manera se pretende abonar al Objetivo de Desarrollo Sostenible #4 de la agenda de la Organización de las Naciones Unidas, que busca garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, así como promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todas y todos.

La participación de las mujeres a lo largo de la historia ha sido de suma importancia para llegar al día de hoy. Esto puede cambiar y con la implementación de VALEROSAS dentro del aula. Se puede acercar a las nuevas generaciones y ampliar el conocimiento sobre ellas, tanto para hombres como mujeres. Esto podría ser una fuente de inspiración para generaciones futuras, empezando a diseñar un mundo más equitativo e igualitario.

## REFERENCIAS

Comunicación educativa diversificada. (fecha de acceso: 2022: 22 de septiembre). Evaluación de Recursos Didácticos [en red]. (fecha de trabajo original: 21 noviembre de 2017). Disponible en: [comunicacioneducativadiversificada.blogspot.com/2017/11/evaluacion-de-recursos-didacticos.html](http://comunicacioneducativadiversificada.blogspot.com/2017/11/evaluacion-de-recursos-didacticos.html)

Felitti, K. (2018). De la "Mujer moderna" a la "Mujer liberada". (1965–1977). *Historia Mexicana* 67(3) 1345–1394

Fernández, A. (fecha de acceso: 2021: 30 abril). Feminismo en México. [en red]. (fecha de trabajo original: 2002). Disponible en: <http://www.uam.mx/difusion/revista/feb2003/la.html#:~:text=De%20entonces%20a%20la%20fecha,la%20igualdad%2C%20de%20la%20diferencia>

INEHRM. (2015). *Historia de Las Mujeres*. México, INEHRM.

Iriarte, J. (fecha de acceso: 2022: 30 de agosto). 27 habilidades que trabajan los juegos de mesa [en red] (fecha de trabajo original: 3 julio de 2021). Disponible en: <https://bebeamordor.com/27-habilidades-que-trabajan-los-juegos-de-mesa/>

Marolla, J. (2019). La Inclusión de Las Mujeres En Las Clases de Historia: Posibilidades Y Limitaciones Desde Las Concepciones de Los Y Las Estudiantes Chilenas. *Revista Colombiana de Educación*, 1 (77). 49-65

Roda, P. (1995). *La Historia de las Mujeres*. Gerónimo de Uztariz, (11) 47-70

Sánchez, J. (fecha de acceso: 31 de mayo de 2022) Las mujeres en los libros de texto escolares de historia: entre la exclusión y el mal disimulo [en red]. (fecha de trabajo original 31 de enero de 2022). Disponible en: [arainfo.org/las-mujeres-en-los-libros-de-texto-escolares-de-historia-entre-la-exclusion-y-el-maldisimulo/](http://arainfo.org/las-mujeres-en-los-libros-de-texto-escolares-de-historia-entre-la-exclusion-y-el-maldisimulo/)

Secretaría de Gobierno de Veracruz. (fecha de consulta: 1 de julio de 2022) *Historia de la ciudadanía de las mujeres en México* [en red]. (sin fecha de trabajo original). Disponible en: [https://www.segobver.gob.mx/genero/docs/Biblioteca/Historia\\_de%20la%20ciudadania%20de%20las%20mujeres.pdf](https://www.segobver.gob.mx/genero/docs/Biblioteca/Historia_de%20la%20ciudadania%20de%20las%20mujeres.pdf)

UNESCO. (Consultado el 4 de septiembre de 2022). Las científicas de carrera aún enfrentan prejuicios de género, según un estudio de la UNESCO. [en red]. (fecha de trabajo original 8 de abril de 2021). Disponible en: <https://es.unesco.org/news/cientificas-carrera-aun-enfrentan-prejuicios-genero-segun-estudio-unesco>

Van Leeuwen, Theo. (1991). "The representation of social actors", in CALDAS-COULTHARD, Carmen Rosa y COULTHARD, Malcolm (eds.), *Texts and practices. Readings in critical discourse analysis*, London and New York, Routledge.

# MA-MS-OAX-843: XABÚ GEL DE DUCHA DE SAPONARIA (SEMILLA DE PIPE)

Orozco-García, Daniela  
Ramírez-Sánchez, Amy Marianee  
Vargas-López, Mayra Guadalupe

Universidad Regional del Sureste  
Oaxaca

Nivel Medio Superior  
Área: Medio Ambiente

## RESUMEN

*El Lauril Sulfato de Sodio y Lauril Éter Sulfato de Sodio son utilizados en el 90% de los detergentes como agente espumante. Sin embargo, este tipo de sustancias son dañinas para la piel. Debido a su bajo peso molecular, se absorbe por el cuerpo y llega al torrente sanguíneo, donde puede formar nitrosaminas y 1-4 dioxano, que son carcinógenos. Por lo anterior, se desarrolló un gel de ducha a partir de Sapindus Saponaria (semillas de pipe) una especie de la familia Sapindaceae que se encuentra en América y es común observarlo en el Estado de Oaxaca, México. Los frutos contienen la sustancia llamada "saponina" cuyas características son detergentes, estas se disuelven funcionando como un jabón natural que limpia produciendo una espuma muy ligera y con un agradable olor. El gel de ducha de semilla de pipe es una alternativa sostenible, pues tiene un bajo costo, es biodegradable e hipalergénico. Además, ayuda a mantener la piel hidratada y puede ser utilizado por personas de piel sensible.*

*Palabras clave: Semilla de pipe, gel de ducha, Sapindus saponaria, Oaxaca, biodegradable, lauril sulfato de sodio, lauril éter sulfato de sodio, saponina.*

## ABSTRACT

*The use of the Sodium Lauryl Sulfate and Sodium Lauryl Ether Sulfate in the 90% of the detergents as lather agent it's harmful to the skin, due its low molecular weight it is absorbed by our body and arrives to our bloodstream, where it can form nitrosamines and 1-4 dioxane, these are known carcinogens. This is why we make a shower gel from Sapindus saponaria (seeds of "Pipe"), a species of the family Sapindaceae that is mostly found in America and it's common to see it in the state of Oaxaca, Mexico. The fruits contain a substance called "saponin" whose characteristics are detergents, these dissolve working as a natural soap that cleans, producing a light lather with a nice smell. The shower gel of "Pipe" seed it's an alternative of low price, biodegradable, hypoallergenic and it also helps to keep our skin hydrated, it's especially aimed to people with sensitive skin.*

*Keywords: Pipe seed, shower gel, Sapindus Saponaria, Oaxaca, biodegradable, Sodium Lauryl Sulfate, Sodium Lauryl Ether Sulfate, saponin.*

## INTRODUCCIÓN

La semilla de *Sapindus saponaria L.*, es proveniente principalmente de América, y puede ser fácilmente encontrada en Oaxaca, México. Cuenta con características detergentes; sin embargo, las propiedades de esta semilla son poco conocidas. Por lo tanto, la industria implementa el uso de una gran cantidad de químicos perjudiciales para el cuerpo y, sobre todo, el medio ambiente; por lo que planteamos como objetivo producir un jabón corporal biodegradable a base de los frutos del árbol de pipe (*Sapindus saponaria L.*), así como identificar un producto de higiene personal biodegradable para piel sensible. Mediante la metodología experimental, vamos a comprobar nuestra hipótesis establecida: las semillas de pipe funcionan como detergente, hipoalergénico y biodegradable, cuyo uso representa un beneficio para nuestra salud y garantiza modalidades de consumo y producción sostenible.

Los diversos productos de higiene industrializados contienen sustancias que pueden llegar a ser muy nocivas para la piel, como el Lauril Sulfato de Sodio y el Lauril Éter Sulfato de Sodio, estos no solo ocasionan daños a nuestra piel, sino que también perjudican al medio ambiente.

Considerando la situación actual de nuestro ambiente, tenemos que protegerlo, por esto debemos dejar de seguir utilizando los productos que contienen estas sustancias, ya que resultan un verdadero problema tanto para nosotros como para nuestra flora y fauna. Una alternativa es empezar a usar productos naturales biodegradables, como lo es nuestro gel de ducha de la semilla de pipe, el cual fue elaborado a través de una metodología experimental, confirmando que es un jabón que no solo nos cuida a nosotros sino a nuestro planeta.

El objetivo principal es producir jabón corporal hipoalergénico y biodegradable para la piel sensible a base de los frutos del árbol del pipe (*Sapindus saponaria L.*).

La elaboración del gel de ducha en México se encuentra limitada por la plantación de los árboles de Pipe, los cuales en sus semillas contienen las saponinas; de ambas la población tiene muy poco conocimiento, por lo tanto, no se les da la importancia como una alternativa para reducir el uso de Lauril Sulfato de Sodio y Lauril Éter Sulfato de Sodio, los cuales se encuentran en la mayoría de productos de higiene personal. Así mismo, se encuentra limitado por la *Norma Oficial Mexicana NOM-259-SSA1-2022, Productos y servicios. Buenas prácticas de fabricación en productos cosméticos*, ya que no menciona las pautas para elaborar geles de ducha; y la *NORMA Oficial Mexicana NOM-141-SSA1/SCFI-2012*, esta última se limita a mencionar el etiquetado de los productos.

El documento presenta un marco teórico que menciona la importancia de las saponinas, las semillas de pipe, así como el porqué el Lauril Sulfato de Sodio es dañino tanto para nuestra piel como para nuestro medio ambiente, prosigue con los métodos utilizados, los resultados y conclusiones.

## MARCO TEÓRICO

En las culturas prehispánicas de México y Guatemala, el lavado de ropa y el aseo eran realizados con plantas denominadas genéricamente como amole. Entre tales plantas están *Sapindus saponaria* y de diferentes especies de *Manfreda* y *Prochnyantes* fue (en algunos lugares aún lo es) indudablemente el más generalizado por su amplia distribución geográfica. Es un árbol tropical que habita en el país a lo largo del Golfo de México y del Océano Pacífico, además de la Península de Yucatán; su parte útil es el fruto. (Jiménez, UNAM, Ciudad de México, 2019)

Las saponinas (del latín *sapo*, jabón) son un grupo de glucósidos oleosos, los cuales son solubles en agua produciendo espumosis, cuando las soluciones son agitadas son glucósidos de esteroides, llamadas así por sus propiedades semejantes a las del jabón: cada molécula está constituida por un elemento soluble en lípidos. (Castro, Universidad Autónoma de Puebla, 2021)

Los saponósidos, también conocidos como saponinas, son heterósidos que constan de una parte glucídica (con uno o más azúcares) y de una genina (parte no glucídica) denominada sapogenina, que puede ser de naturaleza esteroide, por tanto, de carácter poco polar. Los saponósidos se caracterizan por su capacidad, cuando se agita cualquier solución acuosa que los contenga, para producir espuma. La espuma se forma debido a que las saponinas disminuyen la tensión superficial del agua, es decir, son tensioactivos naturales. Esta propiedad detergente de las plantas con saponósidos fue explotada muy pronto por el hombre, en todos los continentes (Luengo López, 2001).

El Lauril sulfato de sodio es un producto detergente que actúa como agente espumante; es decir, es la sustancia química que se añade a los productos de higiene y belleza para hacer espuma cuando entra en contacto con el agua, de hecho, está presente en 9 de cada diez productos. Cabe mencionar que, destruye los lípidos naturales que nuestra piel genera para defenderse de forma natural, por lo que es irritante para la piel humana.

El Lauril Éter Sulfato de Sodio ha empezado a incorporarse con más frecuencia a los productos cosméticos al tener sustancias menos abrasivas para la piel; el problema es que, en su síntesis, se puede producirse 1-4 dioxano, la cual resulta carcinogénica y además no puede ser metabolizado por el hígado, por lo que la exposición repetida pueda tener efectos acumulativos. (Nieves Rafael, 2018)

La *Sapindus saponaria*, es una planta mexicana de uso muy antiguo y cuya acción antiséptica en piel se convalida con algunos estudios experimentales que confirman su efecto antiprotozoario. (Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana).

Los sulfatos son productos químicos que se encuentran presentes en los productos de higiene desde 1930, y son una combinación de sales y ácidos grasos, por lo que son muy efectivos para la limpieza, son asequibles y se caracterizan por formar mucha espuma. Sin embargo, algunos causan resequedad e irritación en la piel y cuando se usan en los detergentes pueden quedar residuos en la ropa que provoquen molestias dermatológicas. Además, estos ingredientes no son biodegradables, por lo que contaminan el agua, la vuelven dura, favorece el crecimiento de algas cuando llegan a ríos y lagos, y es muy difícil de tratar (Conjunto Lar. 2022).

El uso diario de los detergentes del mercado ha provocado una alteración en el proceso de eutrofización del agua, cambiando sus propiedades naturales (Vargas, et al., 2022).

El uso de cosméticos inadecuados suele ser el desencadenante más frecuente de la aparición de la piel sensible, dependiendo de su concentración pueden ser irritantes" (TECH Universidad Tecnológica de México, 2022).

## MÉTODOS

Utilizamos metodología e investigación experimental y bibliográfica. Para la elaboración del gel de ducha, se utilizaron semillas del árbol del "Pipe" (*Sapindus saponaria*), que se encuentran abundantemente en la República Mexicana.

El fruto tiene una forma esférica (1.7g; 1.5 cm de diámetro) y en su interior contiene otra esfera rígida más pequeña de color café oscuro (0.6 g).

Las semillas se sometieron a un proceso de lavado y desinfectado, para luego macerarlas y realizar la extracción de la "saponina", por medio de una infusión de la semilla con la flor de caléndula (*Calendula officinalis*) a una temperatura de 60 °C por 15 minutos. En seguida se preparó una mezcla gelificante a base de goma Xantana y glicerina líquida natural, quedando con una consistencia similar a la miel y sin grumos.

Se procedió a filtrar la infusión y agregar la mezcla gelificante, utilizando un batidor de globo para homogenizar y obtener la consistencia de gel, después agregamos aceite esencial de lavanda y conservador Cosgard 221 INCI (Nomenclatura Internacional de Ingredientes Cosméticos) procediendo a envasar, para la elaboración de 180 ml de gel de ducha.

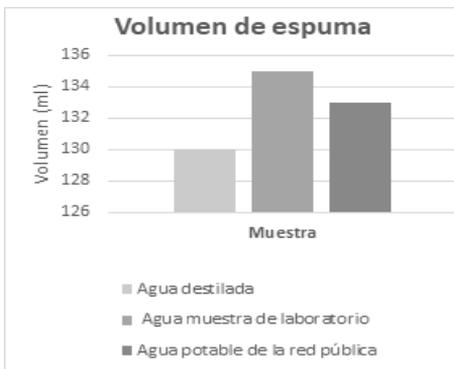


Imagen 1. Semilla de Pipe. Fuente: Diseño propio

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó una medición del pH por medio de tiras de pH y del pHmetro, indica que está en 5.5, que es adecuado para utilizarlo sobre la piel. La prueba de solubilidad demuestra que al calentar el jabón sigue siendo soluble, lo cual indica que es de excelente calidad. Finalmente, se comprobó que el jabón con agua potable de la red pública genera espuma, lo cual indica que es eficiente, puesto que las sales de calcio, magnesio y otros minerales que puede contener el agua potable generan una sustitución del sodio presente en las sales solubles del jabón generando sales insolubles de calcio y magnesio principalmente. El calcio y el magnesio, así como algunos minerales poseen mayor electronegatividad que el sodio, por lo tanto, tienen la capacidad suficiente para romper el enlace del sodio de la cadena de carbonos, hidrógenos y oxígenos de las sales solubles lo cual nos puede dar baja espuma, pero con el gel de ducha de saponaria no sucede, siendo comprobado en la medición del volumen de 133 ml con una muestra de 2 gramos de gel de ducha utilizando el agua de la red pública del Estado de Oaxaca, México. Como se puede observar en la Gráfica 1.

Gráfica 1. Volumen de espuma



Fuente: Diseño propio

Figura 1. Imagen del producto final.



Fuente: Diseño propio

De esta manera se comprueba la efectividad de las saponinas, proporciona, espuma, limpieza y principalmente hidratación en la piel, manteniendo una sensación agradable.

Interpretando los resultados obtenidos, podemos verificar la fidelidad de la hipótesis establecida, ya que estos cumplen con las predicciones apuntadas, siendo un gel de ducha realizado a base de elementos naturales, principalmente la semilla de pipe, la cual nos brinda las características deterSORIAS, a la vez que, cuida nuestra piel y es una pequeña acción en beneficio de nuestro planeta.

Se presenta el gel de ducha con semilla de pipe, como una alternativa biodegradable, que tiene un excelente rendimiento en las pruebas fisicoquímicas que comprueban los beneficios de utilizar y promover su uso. Este gel de ducha, al ser un producto a base de elementos naturales, nos da mayores beneficios que los productos de higiene industrializados, principalmente sustituye el uso del Lauril Sulfato de Sodio y el Lauril Éter Sulfato de Sodio, además de que es un producto de bajo costo, que no incluye químicos dañinos para nuestra piel.

## REFERENCIAS

- Administración. (Enero, 2022). Beneficios del uso de detergentes biodegradables. *Conjunto LAR*. <https://www.conjuntolar.com/index.php/blog/post/beneficios-del-uso-de-detergentes-biodegradables>
- Castro, R, V, J. (Abril, 2021). "Propuesta para el aprovechamiento y disminución de desechos de Alfalfa (*Medicago Sativa*) generados en el municipio de Nealtican, Puebla" Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/81eba-fb3-3347-495e-94c9-8a604dec8b98/content>
- Jiménez Ramírez, J. (fecha de consulta: 16 de octubre del 2022) "El amole o jabón mexicano tradicional" Revista de cultura científica FACULTAD DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. <https://www.revistacienciasunam.com/pt/159-revistas/revista-ciencias-14/1382-el-ahuehuate.html>
- Nieves, R. (2018, 5 de marzo). Qué es y en qué afecta el Laureth Sulfate de Sodio. *ecologíaverde.com*. <https://www.ecologiaverde.com/que-es-y-en-que-afecta-el-sodio-laureth-sulfato-387.html>
- TECH Universidad Tecnológica México. (s. f.). PielS sensibles y reactivas - Blog TECH México Universidad Tecnológica. TECH Universidad Tecnológica México. (29 de Julio de 2022). Recuperado 22 de septiembre de 2022, de <https://www.techtute.com/mx/farmacia/blog/pielssensibles-reativas>
- Términos - Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana: Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana*. (s. f). Recuperado 22 de septiembre de 2022 <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/apmtm/termino.php?l=3&t=sapindus-saponaria>
- Tránsito, LLM (2001b, 1 de junio). Saponósidos. *Fuera de armas*. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-saponosidos-13015492>
- Vargas María Ana, Rivera Mariana Angie, Molano Caviedes Jacqueline Annie y Valencia Jonatan, (16 de febrero de 2022) "Elaboración de jabón biodegradable con base en Sapindus Saponaria (Michú)", <https://revistas.sena.edu.co/index.php/conciencia/article/view/4584>.

# YOGURT ZELANI

García-Álvarez, Itzel  
Sánchez-Guzmán, Melani  
Lemus-Ruiz, Artemio

Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Michoacán plantel 04 Puruándiro.  
Michoacán

Media Superior  
Área: Medicina y Salud

## RESUMEN

*El proyecto Zelani consiste en la elaboración de yogurt casero que sea consumible para personas con diabetes a base de la acidificación de la leche, la manzana y la chía. Esto con el objetivo de que las personas con dicha enfermedad tengan la libertad de consumir este yogurt sin preocuparse de que les eleve los niveles de azúcar en la sangre, al mismo tiempo daremos a conocer los beneficios de su consumo, ya tiene potencial en enzimas que ayudan a la digestión. Investigando y capacitándonos de la mejor manera realizamos un yogurt cien por ciento natural y libre de azúcares añadidos, estos pasando por largo y estricto procedimiento. Después de realizar una investigación, nos dimos cuenta que los yogures comerciales contienen un porcentaje de 16.4 gramos de azúcares añadidos lo cual es un exceso además que contienen conservadores dañinos a la salud. De ahí surgió la idea de crear un yogurt libre de azúcares añadidos, sin edulcorantes y conservadores para el consumo de todos.*

*Palabras clave: Kéfir. Yogurt. Acidificación de la leche. Manzana. Diabetes. Azúcar. Chía*

## ABSTRACT

*The Zelani project consists of the elaboration of homemade yoghurt that can be consumed by people with diabetes based on the acidification of milk, and apples and chia. The aim is that people with diabetes have the freedom to consume this yoghurt without worrying that it will raise their blood sugar levels, and at the same time we will make known the benefits of its consumption, as it has potential in enzymes that help digestion. By researching and training ourselves in the best possible way, we have prod.*

*Keywords: Kefir. yoghurt. acidification of milk. apples. Diabetes. Sugar. Chia*

## INTRODUCCIÓN

Para comenzar, es importante mencionar que el azúcar modifica la flora intestinal, aumenta el desarrollo de alergias a la comida y está relacionado con la predisposición de enfermedades. El yogurt es un producto lácteo fermentado, levemente ácido, de cultivo semisólido que es producido por homogeneización y pasteurización. El yogurt, es un producto efectivo para restaurar y mantener el funcionamiento normal de nuestro equilibrio intestinal, rico en vitaminas B. De acuerdo con el doctor Douglas, director del departamento de prevención de enfermedades no transmisibles de la OMS, “la ingesta de azúcares libres, entre ellas los contenidos en productos como las bebidas azucaradas, es uno de los principales factores que está dando un lugar al aumento de obesidad y diabetes en el mundo”. El número de personas con diabetes pasó de 108 millones en 1980 a 422 millones en 2014. La prevalencia de esta enfermedad ha venido aumentando más rápidamente en los países de renta baja y de renta mediana que en los de renta elevada.

## MARCO TEÓRICO

### ¿Qué es la diabetes?

La diabetes aparece cuando el organismo no puede controlar la cantidad de glucosa en la sangre. Esto puede suceder si el organismo no produce bastante insulina (una hormona). Existen dos tipos de diabetes: La diabetes tipo 1 en que el organismo no produce bastante insulina. La diabetes tipo 2 en el que el organismo no produce bastante insulina no puede usarla debidamente. Este tipo de diabetes suele estar relacionada con la obesidad.

### ¿Qué es el yogurt?

Según la norma de calidad vigente se entiende por yogurt “el producto de leche coagulada obtenida por acidificación láctica mediante la acción de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, a partir de leche pasteurizada, leche concentrada pasteurizada total o parcialmente desnatada. Los microorganismos productores de la acidificación láctica deben ser viables y estar presentes en el producto determinado en cantidad mínima de  $1 \times 10^7$  colonias por gramo a mililitro”.

### Beneficios del yogurt

Ayuda a mantener una flora bacteriana humana adecuada.

Contribuye al manejo de la diarrea y a las afectaciones digestivas.

Ayuda a restablecer la microbiota bacteriana colónica, evitando la proliferación de patógenos.

Disminuye el riesgo de cáncer.

¿Qué es la manzana y cuáles son sus beneficios?

La manzana es una fruta rica en fibras, de cada 100 gramos de manzana 2,4 son de fibra. Tienen un efecto saciante, es drenante, protege al corazón, regula el intestino, activa al cerebro, contiene mucha vitamina A, C y K y tranquiliza. Otro de los beneficios de la manzana es que ayuda a estabilizar los niveles de azúcar en la sangre debido a su alto contenido de fibra, que retarda la absorción de carbohidratos, lo que evita los picos de insulina, tal y como concluye la asociación americana de diabetes, que recomienda la ingesta de una manzana al día.

¿Qué es el kéfir?

El kéfir es una bebida láctica líquida que se obtiene por la acidificación de la leche mediante un hongo y bacterias, además de contener probióticos específicos beneficios para la salud.

¿Qué es la chía?

La chía es un grano apreciado por su gran contenido de ácidos grasos, entre ellos el omega-3 útil para contrarrestar los triglicéridos, de igual manera se relaciona con la pérdida de peso en el ser humano.

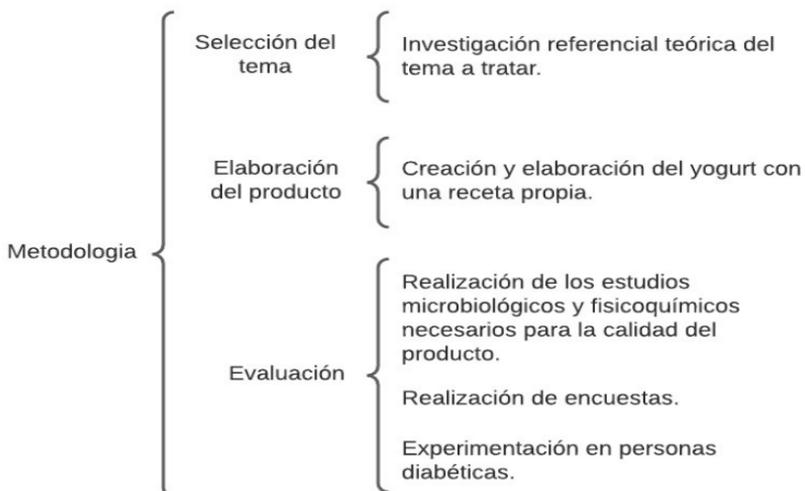
Beneficios de la chía:

La chía contiene más omega-3 y 6 que los productos marinos como el pescado.

Contiene antioxidantes: Falta de antioxidantes aumentan el riesgo de enfermedades cancerígenas y neurológicas.

Regula los niveles de glucosa en la sangre, ya que aumenta la sensibilidad a la insulina y controla la glucosa.

## MÉTODOS



### Selección del tema

Se le dio el nombre "ZELANI" siendo este una combinación del nombre de las autoras (Itzel- Melani). Teníamos otras opciones para el nombre de este proyecto, pero elegimos este puesto que es fácil de recordar y tiene buen sonido en la pronunciación. Nuestro lema es "POR UNA VIDA SALUDABLE PARA TODOS", ya que está relacionado con el objetivo principal, proporcionar un producto para todos, siendo las personas diabéticas nuestra prioridad.

### Documentación del tema

Una vez seleccionado el proyecto a realizar, comenzamos a investigar sobre el yogurt para así obtener información correcta y los mejores y los mejores procedimientos de la realización del yogurt. Nos apoyamos en diversos sitios web, instituciones de salud (OMS, NOM, Asociación Americana de Diabetes). Así como también asesoradas por químicos con experiencia en el tema.

### Planeación de actividades

Nuestro proyecto se dividió en fases, la PRIMERA FASE fue decidir el proyecto a realizar y a qué grupo de personas iba a estar enfocado, ya decidido el grupo de personas investigamos sobre el porcentaje de diabéticos en la comunidad, la región, el estado, el país y en el mundo. Esto con el fin de conocer el impacto que podría tener nuestro yogurt, ese fue el punto de partida.

Para la difusión se realizaron diferentes métodos, de manera digital (redes sociales), impresas (folletos) y gráficas a partir de diversas encuestas. La SEGUNDA FASE es la elaboración del producto. Y la TERCERA FASE es hacer las pruebas necesarias para que nuestro producto sea consumible y bajo las normas mexicanas de salud. CUARTA FASE es el envasado del producto.

PRIMERA FASE: El día 30 de octubre del 2021 nos reunimos en la casa de una de las participantes para crear una lluvia de ideas sobre los posibles proyectos a realizar, donde cada una aportó cinco ideas. El 05 de noviembre del 2021 se escogió el proyecto a realizar y se elaboró el logo. También surgió la idea de a qué grupo de personas iba a ir dirigido nuestro producto.

El 20 de noviembre del 2021 empezamos a investigar sobre el yogurt, sus beneficios y características del mismo, así como también la enfermedad de la diabetes y cómo afecta la azúcar a los diabéticos y a la población en general.

SEGUNDA FASE: Teniendo ya un conocimiento de la realización del yogurt a base de kéfir, iniciamos el proceso de fabricación.

Cuchara, Pocillo, Termo, Termómetro que mida hasta 100, Vaso

Ingredientes: ½ litro de leche pasteurizada, Nódulos de kéfir, Manzana

Procedimiento: 1. Poner a calentar el ½ litro de leche hasta que llegue a 65 C. 2. Pasar al termo y dejar reposar de 45 minutos a 1 hora. 3. Hacerle un choque térmico poniendo un plato con hielos y dentro del termo donde está la leche. 4. Se vierte la leche ya pasteurizada en el frasco donde están los nódulos de kéfir. 5. Tapar el recipiente y dejar reposar de 20-24 horas. 6.- Colar el contenido por una manta esterilizada, meter al refrigerador y esperar 12 horas. 7. Agregar trozos de manzana.

TERCERA FASE: En esta fase decidimos como íbamos a envasar nuestro producto. Decidimos envasarlo en recipientes de plástico ya que el plástico tiene una mayor eficiencia y seguridad y alargan la vida de los alimentos. Los plásticos se usan en varios tipos de envases y recipientes para alimentos por diversos motivos: Ayudan a proteger los alimentos, evitan daños, prolongan la frescura de los elementos. Para darle un estilo propio al envasado de nuestro yogurt imprimimos nuestro logo en pequeñas etiquetas y lo colocamos justo en medio del envase.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para comprobar que nuestro yogurt tuvo un proceso correcto le hicimos los siguientes estudios:

Sacamos PH de la leche el cual fue de 6,65 y está dentro de los parámetros correctos.

Confirmando así que la leche no sufrió ninguna alteración (rebajada con agua).

También le hicimos la prueba de pH al kéfir para saber qué tan ácido era, el resultado de la prueba fue de 3.28 y esto nos indica que el kéfir es muy ácido.

Sacamos el PH del yogurt de kéfir sin manzana el cual fue de 4,3 quedando también en los parámetros de un yogurt bien elaborado.

Le hicimos la prueba de acidez al kéfir la cual fue de 1.773% de acidez.

Medimos la acidez del yogurt de kéfir sin manzana la cual fue de 0.0549% de acidez y está dentro de los parámetros de la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-F -420-S-1982.

Calculamos la acidez de la manzana usando el método de titulación y el resultado fue de 0.2546% de acidez.

Se hizo la prueba de pH al yogurt con manzana y chía y el resultado fue de 3.56 estando dentro de los parámetros requeridos.

Podemos decir que al menos el 50% de la población conoce o tiene un familiar con diabetes, por lo que nuestro proyecto tendrá un buen impacto. Además de que los procesos y técnicas aplicadas han sido las correctas, ya que seguimos la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-F-420-S-1982, así como buenos comentarios por parte de los consumidores. Comprobando así nuestra hipótesis y logrando nuestros objetivos.

## REFERENCIAS

### Referencias para la información de la red

José Carmen Ramírez Ramírez, Petra Rosas Ulloa, Martha Yanira Velázquez González, José Armando Ulloa, Francisco Arce Romero. (abril-junio 2017) Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-07/1.pdf>

Alba Alejos de Domingo. Edulcorantes o azúcar: Efectos sobre la salud. file:///C:/Users/alvar/Desktop/Zelani/Azucares%20efectos%20en%20la%20salud.pdf

Marcela Sepúlveda, Vilma Quitral, Marco Schwartz, Fernando Vio, Isabel Zacarías, Kern Werther. Facultad de Ciencias Agronómicas. Facultad de Medicina-Departamento de Nutrición. Instituto de Nutrición y tecnología de Alimentos-Universidad de Chile.

Propiedades saludables y calidad sensorial de snack de manzana destinadas a alimentación escolar. file:///C:/Users/alvar/Desktop/Zelani/Propiedades%20de%20la%20manzana.pdf

North Carolina Department of Agriculture and Consumer Services. Manzanas. <http://www.ncagr.gov/fooddrug/espanol/documents/manzanas.pdf>

Elena Fernández Fernández, José Alfredo Martínez Hernández, Venancio Martínez Suárez, José Manuel Moreno Villares, Luis Rodolfo Collado Yurrita, Marta Hernández Cabria y Francisco Javier Morán Rey. 2016. Documento de consenso: Importancia nutricional y metabólica de la leche. <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v31n1/09revision09.pdf>

Obesidad en México. 24-30 de octubre de 2018.

De salud, H. (s/f). Etiquetado frontal de alimentos y bebidas. gob.mx. Recuperado el 3 de marzo de 2023, de <https://www.gob.mx/promosalud/acciones-y-programas/etiquetado-de-alimentos>

## ANEXOS



Ilustración SEQ Ilustración \\* ARABIC



Ilustración SEQ Ilustración \\* ARABIC 2.pH de la leche



Ilustración SEQ Ilustración \\* ARABIC 3.Pasteurización de la leche



Ilustración SEQ Ilustración \\* ARABIC 5.pH del yogurt sin manzana



Ilustración SEQ Ilustración \\* ARABIC 4.pH del yogurt con manzana

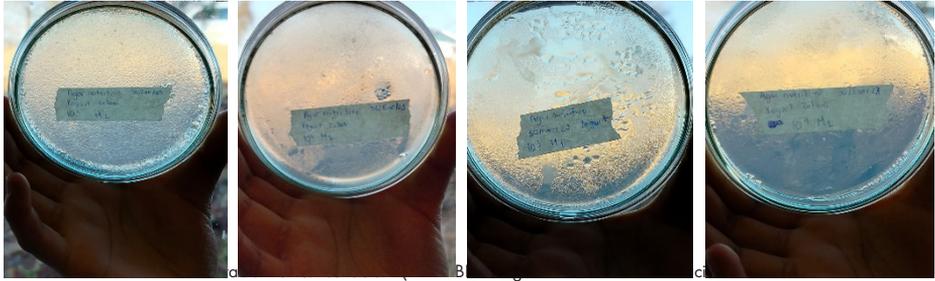


Ilustración SEQ Ilustración / 7.16.16.1. Elaboración de la prueba de detección metabólica

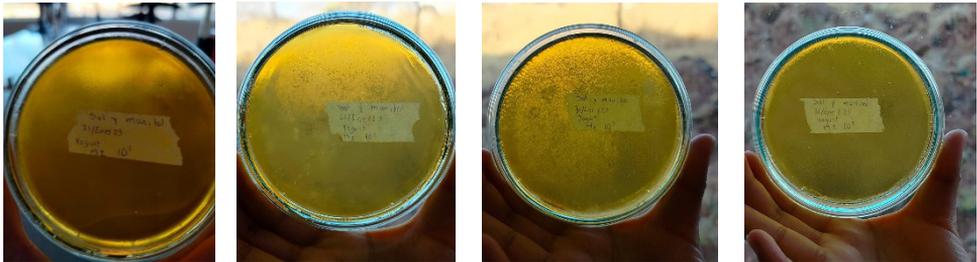


Ilustración SEQ Ilustración /\* ARABIC 8. Agar sal y manitol en sus 4 diluciones







C  
A  
P  
I  
T  
U  
L  
O

S  
U  
P  
E  
R  
I  
O  
R



# ¡CUIDA EL AGUA PORQUE SI NO SE ACABA! UN ENFOQUE INCLUSIVO PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN PREESCOLAR

Pérez-Noriega, Jesús Armando  
Quiñonez-Bejarano, María Fernanda  
Torres-Vázquez, Karime  
Goiz-Hernández, Daniel

Escuela Normal de Especialización del Estado de Sinaloa  
Sinaloa

Nivel Superior

Área: Divulgación de la ciencia: Procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias.

## RESUMEN

*En la presente investigación se expone el proceso de diseño y aplicación de un proyecto educativo transversal con enfoque inclusivo para el aprendizaje de las ciencias en preescolar, desde la observación para la definición del diagnóstico grupal hasta la etapa de evaluación de los resultados, para lo que se utilizaron diversos instrumentos. Se identificaron como principales problemáticas la falta de cultura sobre el cuidado del agua y las barreras para el aprendizaje y la participación de tipo didácticas que enfrentaban los alumnos, por lo que el trabajo y el planteamiento de las actividades fueron orientados hacia la solución de estas situaciones. Los estudiantes demostraron mayor conciencia sobre el cuidado del agua dentro y fuera del plantel gracias a la participación de los padres de familia y a las actividades desarrolladas. Además, se logró extender el periodo de atención de los alumnos que enfrentan barreras para el aprendizaje y la participación y su inclusión en la dinámica grupal para mejorar su desempeño académico y socialización.*

*Palabras clave: cuidado del agua, inclusión educativa, proyectos educativos transversales, diseño universal de aprendizaje, educación preescolar.*

## ABSTRACT

*In this paper it is presented the process of making and application of a transversal educative project focusing on inclusion for the learning of science in preschool level, from the diagnostic definition via the group observation, to the analysis of results phase, using different tools. It was identified as the main problems, the lack of consciousness in the preservation of water and the curricular access barriers to learning and participation the students faced, that is the reason the approach of the work and activities were oriented to the solution of these situations. The students showed more awareness about water conservation in and outside the preschool installations thanks to the parents' participation and the developed activities. On the other hand, it was achieved a longer period of attention in students who faces barriers to learning and participation and their inclusion in the classroom dynamics to improve academic performance and socialization.*

*Keywords: water conservation, inclusive education, transversal educative projects, universal design for learning, preschool education.*

## INTRODUCCIÓN

El agua como recurso natural representa una de las partes más importantes en la supervivencia humana y que, generalmente, pasamos como desapercibido; es algo tan cotidiano que no nos da espacio para reflexionar que un solo día sin agua puede complicarlo todo. Sin embargo, no para todos es algo tan común tener acceso a agua potable, hay muchos lugares en el mundo que ya están sufriendo las consecuencias del impacto ambiental que ha generado la actividad humana.

Se decidió implementar un proyecto sobre el cuidado del agua, ya que dentro del jardín de niños no se establecían guardias en bebederos, baños y lavamanos; los alumnos desperdiciaban demasiada agua y solían dejar las llaves abiertas, por lo que se puso en evidencia la necesidad de fomentar en los niños una cultura de preservación del entorno. Al respecto, la ONU (2016) afirma, que: “La escasez de recursos hídricos, la mala calidad del agua y el saneamiento inadecuado influyen negativamente en la seguridad alimentaria, las opciones de medios de subsistencia y las oportunidades de educación para las familias pobres en todo el mundo” (p.19).

Es por ello, que se considera importante generar conciencia alrededor de este tema que le concierne a toda la comunidad, para que cada cual asuma la responsabilidad de reducir su impacto ambiental, por un bien común: garantizar la disponibilidad de agua, su gestión sostenible y el saneamiento para todos, que es uno de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), de la Agenda 2030. Asimismo, siguiendo las pautas del ODS 4, la Estrategia Nacional de Educación Inclusiva y el artículo 3° constitucional que establecen garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos (ONU, 2016).

Como hipótesis se plantea que con la implementación del proyecto los alumnos adquieren el dominio sobre el tema del cuidado del agua y desarrollan su pensamiento crítico en torno a esta temática, para poner en práctica lo aprendido en su vida diaria y los diferentes contextos en los que se desenvuelven. A su vez, se minimizan las barreras para el aprendizaje y la participación (BAP) que enfrentan los alumnos con o sin discapacidad, mejorando su desempeño académico y socialización. En cuanto a los objetivos, se presentan un objetivo general y tres objetivos específicos:

- Fomentar el uso eficiente del agua a través de un proyecto educativo transversal con enfoque inclusivo para garantizar los mismos derechos de adquirir conocimientos científicos y sociales en estudiantes de preescolar.
- Estimular la capacidad de expresar ideas y opiniones de manera oral y plástica acerca de la importancia del cuidado del agua.
- Promover acciones favorables para el cuidado del medio ambiente, específicamente lo relacionado con el recurso hídrico.
- Favorecer la participación, la socialización y el trabajo en equipo de los estudiantes involucrados, particularmente de aquellos que enfrentan BAP, con o sin discapacidad, dificultades en la comunicación, la conducta, o bien, aptitudes sobresalientes.

Dentro de las limitaciones del trabajo se encontraron los tiempos de aplicación del proyecto, ya que, al realizarlo durante el período de servicio social y prácticas profesionales, la intervención en las aulas dependía del tiempo y espacio que la maestra de grupo designara.

A continuación, se encuentran los cuatro apartados principales del artículo: el marco teórico, en el que se exponen los principales autores que se relacionan con el tema de estudio; los métodos, donde se explica el método de investigación empleado y las técnicas de recolección de datos; los resultados, donde se pretende dar respuesta a las preguntas de la investigación, y las conclusiones, en las que se presentan las reflexiones que tuvieron cabida tras la realización del proyecto.

## MARCO TEÓRICO

Para la elaboración del marco teórico se realizó una búsqueda en motores como *Google Académico*, *SciELO* y *REDALyC*, con el fin de delimitar investigaciones publicadas recientemente, en un período no mayor a seis años (del año 2017 al 2023), que estuviera relacionada con el campo de estudio y fuera relevante para la investigación, encontrando como las más relevantes:

Mazo et al. (2019) diseñaron un videojuego para la enseñanza del cuidado del agua, el cual fue validado en un entorno educativo real en el que participaron estudiantes de cuarto grado de una institución educativa en el municipio de Bello, Colombia. Los resultados obtenidos determinaron, tanto de manera cualitativa como cuantitativa, que esta estrategia digital permitió que los alumnos se involucraran más en el aprendizaje y se apropiaran del tema de manera significativa, generando actitudes positivas hacia la estrategia y la temática abordada.

González, en 2022, realizó una investigación en la que implementó una estrategia didáctica orientada al desarrollo de la conciencia ambiental sobre el cuidado del agua, realizando un pre y post test que permitiera determinar los conocimientos de los alumnos de una institución de nivel básico sobre la valoración de la importancia del cuidado del medio ambiente antes y después de la aplicación de la estrategia, obteniendo resultados como el fortalecimiento de la concientización sobre el cuidado y ahorro del agua, que permitirá conservar y controlar el uso racional del líquido vital.

En Cuba, en el año 2019, Álvarez y Yanes realizaron una investigación en la que exponen la necesidad de elevar la educación ambiental para el desarrollo sostenible de las futuras generaciones, requiriendo para ello la incorporación del principio de transversalidad curricular en la enseñanza de este tema dado que, para el tratamiento efectivo del estudio del medio ambiente, demanda de la participación e implicación de todas las disciplinas científicas, logrando de esta forma contribuir a su comprensión y a generar posturas positivas hacia su conservación y cuidado.

En Costa Rica, Quiros y Segura (2019) realizaron una investigación, que expone, que el proceso de evaluación de los aprendizajes va directamente relacionado con el proceso de mediación pedagógica, por esto los medios, las técnicas y los instrumentos de evaluación deben estar estrechamente ligados. Para esto, es importante que los docentes construyan un currículo flexible tomando en cuenta el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) para la atención a la diversidad en el aula.

En República Dominicana, Peguero llevó a cabo una investigación en el año 2017, en la que pretendía demostrar la relevancia del nivel inicial en la educación de los infantes, para lo cual recopiló información a través de libros y artículos científicos, así como de entrevistas semiestructuradas a padres, y maestras con experiencia en educación inicial. Los resultados arrojaron que la educación inicial es fundamental para el desarrollo integral de los niños y niñas, ya que les brinda las herramientas necesarias para afrontar retos, reflejándose posteriormente en su rendimiento académico.

## MÉTODOS

La investigación consiste en un estudio cuasi experimental sin grupo de control de alcance descriptivo y longitudinal, realizado en tres jardines de niños en la ciudad de Culiacán entre marzo y junio de 2022, a través de la intervención educativa, partiendo de cinco actividades con un enfoque inclusivo orientado por el DUA. La técnica empleada para la recolección de datos fue la de observación participativa, para lo que se emplearon instrumentos como fichas de observación, rúbricas, y listas de cotejo.

Las actividades que conforman el proyecto educativo fueron diseñadas desde la transversalidad educativa entre los Campos de Formación Académica de Lenguaje y Comunicación y Exploración del Mundo Natural y Social y las Áreas de Desarrollo Personal y Social de Artes, Educación Socioemocional y Educación Física (SEP, 2017), empleando estrategias didácticas digitalizadas, material concreto y actividades lúdicas, involucrando a los alumnos, los padres de familia y la escuela. Los resultados obtenidos durante la intervención fueron registrados en los instrumentos de recolección de datos mencionados anteriormente, para su posterior análisis.

## RESULTADOS

Dentro de los resultados obtenidos, se destacan, la participación activa de los padres para el desarrollo de las actividades, así como la de los estudiantes, interactuando con diversidad de materiales concretos y tecnológicos; los sujetos lograron tener dominio sobre el tema, reflexionarlo e incluso compartirlo con las demás personas en el jardín; se brindó una correcta atención a la diversidad, logrando minimizar las BAP que enfrentan los alumnos al ser capaces, tras la aplicación del proyecto, de extender su período de atención e involucrarse en la dinámica grupal.

La intervención psicopedagógica forma parte fundamental del proceso educativo y la atención a la diversidad, ya que es a través del diagnóstico grupal que se pueden identificar las características de los alumnos, sus canales, ritmos y estilos de aprendizaje, las BAP que enfrentan, sus fortalezas y áreas de oportunidad, para de esta manera diseñar un plan de enseñanza acorde a las necesidades de los alumnos, democratizando, en este caso, el aprendizaje de las ciencias (SEP, 2017, 2019).

Al mismo tiempo, dentro del marco de la atención a la diversidad y la minimización de las BAP, se reconoció la importancia del DUA para diseñar el currículo (SEP, 2019; Pastor et al., 2014), ya que este enfoque didáctico permite al docente atender la diversidad grupal y reducir las adaptaciones posteriores al plan de enseñanza; a los estudiantes, por otro lado, acceder al contenido en igualdad de condiciones, adquiriendo un aprendizaje para la vida y desarrollando habilidades a través de estrategias diversificadas que se ajustan a sus intereses y fortalezas, como lo es la utilización de herramientas tecnológicas para maximizar las oportunidades de aprendizaje, la motivación y la interacción, como lo establece Cevallos et al. (2019).

Se reconoció la relevancia de la utilización de material concreto para el aprendizaje de las ciencias, ya que, en concordancia con Gervacio (2018), este tipo de material favorece el aprendizaje significativo, estimula la creatividad y el pensamiento crítico-reflexivo en los alumnos, satisfaciendo sus ganas de manipular y explorar el mundo. En cuanto a la participación de los padres de familia, se encontró que esta es de vital importancia en el proceso de intervención, ya que la participación de los padres y su alianza con la escuela influye en el desempeño académico de los alumnos. Al respecto, Aguiar et al. (2020) mencionan que:

Cuando existe una relación entre familia-institución educativa y existe una participación de la familia en la institución educativa, ambos hechos son fundamentales en: la mejora del rendimiento académico del alumnado; una mayor autoestima en los niños; se desarrollan actitudes y comportamientos positivos y se mejora también la calidad de las relaciones interpersonales padres-hijos; se generan actitudes positivas hacia la escuela; y el centro mejora su calidad educativa. (p.125).

## CONCLUSIONES

Con el desarrollo del proyecto educativo se pudo conocer a través de la teoría la importancia de realizar un diagnóstico para la intervención, así como experimentarlo durante la práctica, lo que conlleva tomarse el tiempo de evaluar y conocer el contexto, los intereses, áreas de oportunidad, habilidades, etcétera, de los alumnos.

Fue notable el trabajo que se realizó al diseñar un proyecto educativo, que quizá pueda parecer que resulta una carga de trabajo mayor para el docente, pero pudo evidenciarse en la práctica lo beneficioso que es trabajar de esta manera, ya que la concreción de los aprendizajes en los estudiantes resultó más sencilla, dándose casi de manera natural, puesto que se generó un ambiente de aprendizaje adaptado a la diversidad grupal. Asimismo, se reconoció la importancia de diseñar instrumentos de evaluación para valorar el progreso y los resultados del proyecto, por el hecho de que esto permite generar un espacio de reflexión acerca de la propia práctica, brindando la oportunidad de trazar rutas de mejora para el trabajo en el aula.

Se cumplió con el objetivo general del proyecto al fomentar el uso eficiente del agua y garantizando los mismos derechos de adquirir conocimientos científicos y sociales en

estudiantes de preescolar, puesto que las evidencias demuestran que se favoreció la inclusión y la participación de los alumnos que enfrentan BAP, y el dominio del tema en la exposición oral y plástica de todos los estudiantes involucrados.

Aunado a lo anterior, se confirmó que, como lo mencionan Pastor et al. (2014): “El currículo será discapacitante en la medida en que no permita que todo el alumnado pueda acceder a él” (p. 11). Se evidenció durante la intervención la diferencia entre la dinámica grupal habitual y el ambiente que se generó a partir de la aplicación de un proyecto educativo que tomara en cuenta las características del alumnado.

## REFERENCIAS

- Aguiar, G., Campos, I., y Demothenes, Y. (2020). La participación familiar en la inclusión socioeducativa de los educandos con necesidades educativas especiales. *Mendive. Revista de Educación*, 18(1), 120-133. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-7696202000010012\\_0](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-7696202000010012_0)
- Álvarez, M. B., Simões, A. S. y Yanes, G. (2019). Transversalidad de la educación ambiental para el desarrollo sostenible. *Universidad y Sociedad*, 11(5), 25-32. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v11n5/2218-3620-rus-11-05-25.pdf>
- Cevallos, J. E., Lucas, X., Paredes, J., y Tomalá, J. L. (2019). Beneficios del uso de herramientas tecnológicas en el aula para generar motivación en los estudiantes. *Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación*, 7(2), 86-93. <https://doi.org/10.26423/rcpi.v7i2.304>
- Gervacio, L. M. (2018). *Aplicación de técnicas manipulativas utilizando material concreto en la mejora del desarrollo de la motricidad fina en niños y niñas de 5 años de la I.E. N° 162 barrio Piura de Cajabamba, en el año 2015*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica Los Ángeles]. <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/4401>
- González, H. L. (2022). *Estrategia didáctica sobre el cuidado del agua para el desarrollo de la conciencia ambiental*. [Tesis de maestría, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4076>
- Mazo, C. D., Moreno, J. y Vahos, S. V. (2019). Videojuego para la enseñanza del cuidado del agua. *Tecnológicas*, 22(45), 59-72. <https://doi.org/10.22430/22565337.1091>
- ONU (2016). *Agenda 2030 y los objetivos del desarrollo sostenible. Una oportunidad para América Latina y el caribe*. Organización de las Naciones Unidas. <https://www.cedhnl.org.mx/bs/vih/secciones/planes-y-programas/Agenda-2030-y-los-ODS.pdf>
- Pastor, C. A., Sánchez, J. M., y Zubillaga, A. (2014). *Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA)*. [https://www.educadua.es/doc/dua/dua\\_pautas\\_intro\\_cv.pdf](https://www.educadua.es/doc/dua/dua_pautas_intro_cv.pdf)
- Peguero, R. E. (2020). Relevancia de la educación inicial para un desarrollo integral. *Revista de Investigación y Evaluación Educativa*, 7(2), 4-13. <https://doi.org/10.47554/revie2020.71>
- Quiros, M. y Segura, M. A. (2019). Desde el Diseño Universal para el Aprendizaje: el estudiantado al aprender se evalúa y al evaluarle aprende. *Educación*, 43(1), 1-13. <http://dx.doi.org/10.15517/revedu.v43i1.28449>
- SEP (2017). *Aprendizajes Clave para la Educación Integral. Planes y programas de estudio para la educación básica*. Secretaría de Educación Pública. [http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/10933/1/images/Aprendizajes\\_clave\\_para\\_la\\_educacion\\_integral.pdf](http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/10933/1/images/Aprendizajes_clave_para_la_educacion_integral.pdf)
- SEP (2019). *Estrategia Nacional de Educación Inclusiva*. Secretaría de Educación Pública. <https://drive.google.com/file/d/1X0ojcBlq7ADsZptPlpqTCxs5aucovY11/view>

# DESGRANADORA DE MAÍZ CON SISTEMA SOLAR

Cervantes-García, Sergio  
López-Mila, Jocelin  
De Los Ángeles-Portillo, Leonardo  
Martínez-Carmona, Romualdo

Universidad Tecnológica de Tlaxcala  
Estado de Tlaxcala

Nivel Superior  
Área: Ciencias de la Ingeniería

## RESUMEN

*La producción de maíz es una de las actividades de la agricultura que más se han practicado durante la historia, por ello enfocamos nuestro proyecto en optimizar el proceso de desgranado de maíz. Para ello empleamos conocimientos como diseño como SolidWorks, metrología, procesos de manufactura, física y electricidad, todos estos conocimientos se aplicaron en la creación de una máquina desgranadora que funciona mediante un sistema solar. Al principio nuestra principal necesidad a resolver fue sustituir el uso de combustibles fósiles y energía eléctrica, sin embargo, al final del proyecto obtuvimos un diseño y un mecanismo de desgranado más enfocado a pequeños y medianos productores de maíz. El impacto de nuestra desgranadora es que incluso una persona que vive en un lugar marginado y no tiene acceso a combustibles fósiles o energía eléctrica, puede realizar su proceso de desgranado con esta máquina, ya que la fuente de alimentación no va a ser un problema, solo basta con recargar la batería poniendo el panel al sol.*

*Palabras clave: Desgranadora, sistema solar, Maíz, Diseño, Campesinos.*

## ABSTRACT

*Corn production is one of the agricultural activities that has been practiced the most throughout history, which is why we focused our project on optimizing the corn shelling process. To do this we use knowledge such as SolidWorks design, metrology, manufacturing processes, physics and electricity, all this knowledge is applied in the creation of a shelling machine that works through a solar system. At the beginning our main need to solve was to replace the use of fossil fuels and electrical energy, however, at the end of the project we obtained a design and a shelling mechanism more focused on small and medium-sized corn producers. The impact of our sheller is that even a person who lives in a marginalized place and does not have access to fossil fuels or electricity, can carry out their shelling process with this machine since the power supply is not going to be a problem, it is just enough by recharging the battery by placing the panel in the sun.*

*Keywords: Sheller, solar system, corn, design, farmers.*

## INTRODUCCIÓN

Las energías renovables y sus usos son el centro de atención actualmente en el mundo. Uno de los objetivos de desarrollo sostenible es garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna; esta es una de nuestras metas como estudiantes, buscar la manera de que se lleve a cabo dicho objetivo, para ello desarrollamos un prototipo de desgranadora de maíz con un sistema solar tomando en cuenta el desarrollo de nuevas tecnologías para apoyo al campo y optimizando sus procesos mediante energías no contaminantes. Al utilizar energía captada del sol, para realizar un proceso de desgranado, incentivamos tanto a los campesinos como a las marcas de implementos agrícolas para que sustituyan sus sistemas anticuados y obsoletos por uno que no dañe al planeta, y de igual manera hacerlos accesibles para todos. Esto sería un gran avance de innovación para la agricultura y sus procesos.

El problema que nosotros identificamos fue que las desgranadoras que se utilizan actualmente contaminan, son estorbosas y de alto costo; su diseño no es el adecuado para una producción de maíz a pequeña o mediana escala y el mecanismo que utilizan es poco eficiente debido a que si la mazorca no cumple con el porcentaje de humedad del 15% a 28% según la FAO no se desgrana por completo. Actualmente, las desgranadoras no son accesibles para los pequeños y medianos productores, son de gran tamaño, muy costosos y emiten grandes cantidades de gases contaminantes. Al utilizar energía captada del sol para realizar un proceso de desgranado, incentivamos a los campesinos con un desgranado a bajo costo y sin contaminación.

El objetivo principal es diseñar y construir una desgranadora de maíz que funcione con energía solar para disminuir la contaminación del medio ambiente y satisfacer las necesidades de los campesinos. Este documento también presenta un marco referencial que conceptualiza lo relacionado al proceso de desgranado de maíz, así mismo se hace una descripción de la metodología utilizada para la construcción de la desgranadora y se presentan las conclusiones y los resultados.

## MARCO TEÓRICO

El arranque de maíz está dado en un rango de 30 a 50 N de fuerza de arranque en mazorcas de diferentes características de humedad (Pérez, Cholca, & Mantilla, 2017) es por eso que, para conseguir un desgranado eficiente, el grado de humedad del maíz debe estar alrededor del 13% al 15% (Tigse & Vásquez, 2022). Existen métodos de desgranado como desgranado en sacos: consiste en colocar las mazorcas en un saco o costal, procediendo a golpearlas con un palo hasta conseguir que los granos se desprendan. Este método es más rápido que el desgranado con los dedos, pero el inconveniente que presenta es que el grano se quiebra (Granda, Pérez, & Gaitán, 2013).

Desgranado entre mazorcas, consiste en friccionar una mazorca con otra haciendo que el grano se desprenda. Desgranado mediante tabla de madera; este tipo de desgranado consiste en utilizar una tabla de madera en forma de raqueta provista de un agujero central y cuatro bordes sobresalientes donde se introduce la mazorca y se gira la tabla haciendo que el grano se desprenda. La ventaja de este método es que el costo es muy bajo y su manejo es sencillo (Castelán & Vázquez, 2017).

Desgranado mecánico: Las desgranadoras que funcionan con motor de combustión interna (gasolina o diésel) se emplean preferentemente para condiciones ambientales desfavorables, ya que son contaminantes con el medio ambiente, su diseño es para trabajo duro, generalmente estas máquinas son utilizadas para cualquier tipo de grano por su regulación en el motor. Su potencia empleada está entre los 10 a 16 HP, Las desgranadoras que funcionan con energía eléctrica se emplean normalmente cuando la máquina va a permanecer en un solo lugar, por lo que se las considera estacionarias, además la producción del maíz no es tan eficiente comparado con una máquina que funcione con gasolina o diésel. Su potencia empleada está entre 1 a 10 HP. Las desgranadoras con energía eléctrica son de acero inoxidable y tienen un ventilador para expulsar la basura, son duraderas, pero de baja tasa de funcionamiento. Desgranadora sin ventilador: Es una desgranadora que no posee ventilador, la separación de las mazorcas sin granos (zuros o tusas) y hojas se hace en operaciones diferentes tales como el trillado y aventado. (Smith, Sims, & O'Neil, 1994). Desgranadora con soplador y harneros: en este tipo, gracias a la corriente de aire que genera un ventilador se puede separar los pedazos pequeños de mazorca sin granos y hojas, inclusive los pedazos grandes de mazorcas son también separados de los granos (Smith, Sims, & O'Neil, 1994).

## MÉTODO

Para hacer este proyecto de la máquina desgranadora, se realizó un diseño en *SolidWorks*, que pasó por diferentes etapas para así tener una máquina funcional. Para el desarrollo de nuestro proyecto utilizamos la metodología experimental, ya que tuvimos que realizar cambios tanto al diseño de la desgranadora como a sus componentes para que las medidas y el funcionamiento no se vieran afectados cuando fuera necesario ensamblar. Elegimos el método de investigación documental para recopilar datos e información adicional, que nos ayudó a desarrollar nuestro proyecto de una manera adecuada y así evitar errores durante nuestros procesos de fabricación y documentación.

La fecha en la que dio inicio el desarrollo de nuestro proyecto fue el 20 de mayo del año 2022 y se concluyó el 19 de agosto del mismo año. Para la realización de la desgranadora solar se utilizaron materiales como, tubular PTR<sup>2</sup> de acero al carbono AISI-1045, 2 x 2 in calibre 14, una polea marca CPT 2BK8OH de hierro fundido 8 pulgadas de diámetro, polea de correa en v, ranura única, diámetro exterior de 3 pulgadas, sección de cinturón,

hierro fundido, tambo metálico de 50 l, 2 chumaceras con eje de rotación de 1 pulgada, eje de acero al carbono AISI-1045, barra plana galvanizada calibre 9, motor original VW/ BOSCH- remanufacturado 12V – 160W, 1 batería de ciclo profundo LTH de 12 volts, 1 panel solar módulo fotovoltaica marca ANDEGO policristalino de 18.37V – 8.17A, correa de goma Try power-AX51, controlador solar PWM -20A, maya criba ferretera de alambre 1 x 1m, cable de cobre, lámina de acero inoxidable calibre 18 (55 x 78 cm) y 16 remaches ciegos de aluminio, también se utilizó una máquina eléctrica para soldar, taladro, un compresor y una pulidora para metal. Se realizaron las mediciones de los materiales para cortar las piezas de acuerdo al diseño, y soldar las piezas que conforman la desgranadora como la tolva por donde entra la mazorca, armado del chasis en donde va colocado el contenedor y los demás componentes, una vez que tenemos el chasis, hacemos los agujeros correspondientes para colocar las chumaceras en ambos extremos y pasamos a ajustarlas, después colocamos el contenedor sobre el chasis y lo soldamos para que quede fijo, colocamos la polea en un costado del contenedor y la fijamos a la flecha que se encuentra dentro del contenedor, después, colocamos la base donde pondremos el motor y el controlador de la desgranadora, y luego colocamos la polea en un costado del contenedor y la fijamos a la flecha que se encuentra dentro del contenedor; enseguida colocamos la base donde ponemos el motor y el controlador de la desgranadora, ajustamos el motor a la base que colocamos en un costado de la desgranadora, y en la misma base que colocamos el motor también va a estar colocado el controlador e interruptores, pasamos a ajustar la banda al motor y a la polea, la idea es que la tensión sea la correcta para evitar forzar el motor y evitar que se safe de las poleas, se diseñó una base para el panel solar en aluminio y metal, de esta manera se puede colocar en cualquier superficie donde se encuentren los rayos solares para cargar la batería. Colocados los componentes eléctricos, se conectó el panel a la batería y al motor, así como al controlador para que este cumpla la función de transmitir energía del panel a la batería y de la batería al motor, y al final tenemos una máquina desgranadora completamente funcional y lista para ser utilizada en el proceso de desgranado de maíz, como se muestra en la figura 1.



Figura 1: prototipo de desgranadora solar Fuente: Elaboración propia

La desgranadora funciona mediante energía captada del sol; la energía se suministra a la batería para que haga funcionar el motor, el cual tiene una potencia de 160 W, es un sistema simple, sin embargo, se utiliza un controlador para verificar que el voltaje sea el adecuado (12-14V).

## RESULTADOS

La desgranadora funciona mediante energía captada con panel solar tipo módulo fotovoltaica marca ANDEGO policristalino de 18.37V – 8.17A, dicha energía se suministra a la batería para que haga funcionar el motor, el cual tiene una capacidad de 12 V, 13.3 A y 160 W. La desgranadora es capaz de desgranar 792 kg de maíz en una hora, la batería tiene una autonomía de 8.5 horas de trabajo, y ésta tarda en cargarse 14 horas completamente. En la tabla 1, se muestran las características obtenidas de la investigación de la máquina desgranadora con energía solar.

Tabla 1: Características de la máquina desgranadora

Características del Prototipo	
Máquina	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fabricada con Perfil tubular PTR cuadrado acero al carbono AISI-1045, 2 pulgadas de diámetro, calibre 14.</li> <li>-Polea de correa en v CPT 2BK8OH de hierro fundido 8" de diámetro externo.</li> <li>- Polea de correa en v, ranura única, diámetro exterior de 3", sección de cinturón, hierro fundido.</li> <li>- Eje de acero al carbono AISI-1045.</li> <li>- Lámina de acero inoxidable calibre 18.</li> <li>-Cadena de acero inoxidable</li> </ul>
Especificaciones	Peso = 63 kg Rango de trabajo = 7 a 8.5 horas Dimensiones = 121 cm x 84.5 cm x 47.5 cm
Aplicación	Trabajos de campo
Capacidad de la máquina	Capacidad de producción = 792 kg / hr Potencia consumida = 160 w / hr Potencia kw / h = $160 \text{ w} / 1000 = 0.160 \text{ kw} / \text{hr}$ . Potencia hp: $1 \text{ hp} = 745 \text{ w}$ $160 \text{ w} / 745 \text{ w}$ Potencia hp = 0.215 RPM = 1,038

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

## CONCLUSIONES

Podemos mencionar que se logró cumplir el objetivo que se planteó, el cual fue, diseñar y construir una desgranadora de maíz para disminuir la contaminación del medio ambiente y satisfacer las necesidades de los campesinos, ya que se logró fabricar un prototipo de una desgranadora de maíz funcional alimentada por energía solar. El prototipo que se realizó tiene un funcionamiento adecuado y sobre todo eficiente, con un tamaño reducido en dimensiones de 84.5 cm de largo por 47.5 cm de anchura y una altura de 121 cm, pero su capacidad, así como su fuente de energía es suficiente y amigable con el medio ambiente, evitando el uso de combustibles fósiles y energía eléctrica.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se mencionó al inicio, el objetivo fue lograr la construcción de una desgranadora solar, y de acuerdo a los resultados se muestran que el prototipo es completamente funcional; sin embargo, a pesar de que se logró cumplir con dicho objetivo, existieron problemas que limitaban nuestro proceso de fabricación, ya que los motores tanto de combustión interna como de energía eléctrica son de mayor torque y potencia, pero mediante pruebas e investigaciones con la nueva desgranadora se logró encontrar un motor eléctrico a 12 V, 13.3 A, con una potencia de 160 W que funciona con una sola batería que alimenta la energía al motor para que a su vez el motor suministra energía para mover todo el sistema de la desgranadora para lograr el proceso de desgranado, satisfaciendo las necesidades de los pequeños y medianos productores de maíz a bajo costo.

## REFERENCIAS

- Castelán, I., & Vázquez, O. (julio de 2017). Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. TEPEXI Boletín científico de la Escuela Superior de Tepeji del Río, 4(8). Obtenido de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tepeji/n8/a16.html>
- Granda, D., Pérez, J., & Gaitán, T. (2013). RED SICTA. Obtenido de Guía para el trillado de frijol y desgranado de maíz: <http://repiica.iica.int/docs/B3203e/B3203e.pdf>
- Pérez, J. O., Cholca, L. C., & Mantilla, G. A. (2017). Diseño y fabricación de una desgranadora de maíz. 21-29. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5055/505554802003/html/>
- Smith, D. W., Sims, B. G., & O'Neil, D. H. (1994). Principios y prácticas de prueba y evaluación de máquinas y equipos agrícolas. Roma: FAO. Obtenido de [https://archive.org/details/bub\\_gb\\_fekOj0\\_rHswC/mode/2up?view=theater](https://archive.org/details/bub_gb_fekOj0_rHswC/mode/2up?view=theater)
- Tigse, N. S., & Vázquez, J. O. (2022). Diagnóstico de los sistemas de secado de maíz empleados en las comercializadoras de grano del Cantón Quevedo. Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/20991da2-22b6-40c8-a9cc-cfaac9815d49/content>

# MA-S-DISEÑO DE UN CLORADOR DE BAJO COSTO PARA ZONAS RURALES

Santiago-Castillo, Karla Sofía  
Chávez-Hernández, Óscar  
Juárez-Santillán, Luis Felipe

Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora  
Veracruz

Nivel: Superior  
Área: Medio ambiente

## RESUMEN

*El agua en zonas rurales, no es desinfectada y provoca problemas gastrointestinales. El objetivo fue diseñar un clorador, mediante el uso de grafito, sal común y corriente eléctrica. El sistema consta de una placa de plástico, la cual presenta orificios de 0.5 cm de separación en donde se colocan electrodos de grafito, el sistema va en el interior de un recipiente de 1L con 1g de sal, los electrodos van conectados a corriente eléctrica, el voltaje fue de 5 Volts y la corriente de 5 amperes. Los resultados son el prototipo del clorador y el tiempo de desinfección, en cuanto a este último se empleó agua del Río Tecolutla, se colocó el sistema de cloración, el cual se dejó durante una hora 45 min, tomando muestras cada 15 min e inoculando en cajas de Petri con medio nutritivo, las observaciones realizadas, después de 24 horas indican que, entre 15 y 30 minutos desaparecen las bacterias, confirmando la eficiencia de desinfección del clorador. El uso de este método electroquímico es prometedor para el proceso de desinfección de agua, lo que ayuda a mitigar problemas de salud como COVID-19 y gastrointestinales en regiones rurales.*

*Palabras clave: Clorador, usos de electroquímica, desinfección.*

## Abstract

*Water in rural areas is not disinfected and causes gastrointestinal problems. The objective was to design a chlorinator using graphite, common salt and electric current. The system consists of a plastic plate with 0.5 cm holes where graphite electrodes are placed. The system is placed inside a 1L container with 1g of salt, the electrodes are connected to electric current, the voltage was 5 Volts and the current was 5 amperes. The results are the prototype of the chlorinator and the disinfection time, as for the latter, water from the Tecolutla River was used, the chlorination system was placed and left for one hour 45 min, taking samples every 15 min, and inoculating in Petri dishes with nutrient medium, the observations made after 24 hours indicate that, between 15 and 30 min the bacteria disappear, confirming the disinfection efficiency of the chlorinator. The use of this electrochemical method is promising for the process of water disinfection, which helps to mitigate health problems such as COVID-19 and gastrointestinal problems in rural regions.*

*Key words: Chlorinator, electrochemical uses, disinfection*

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de desinfección hacen uso de grandes cantidades de cloro, el cual es peligroso transportarlo, por lo que se necesitan alternativas que causen menos riesgo. Además, el cloro gas es altamente tóxico, por lo que obliga a establecer importantes sistemas de seguridad para prevenir intoxicaciones en caso de fugas y, en este sentido, los reglamentos y las normativas aplicables al uso de cloro son cada vez más restrictivas.

Por otro lado, se tiene que en México existe un gran número de zonas de alta marginación, las cuales tienen poco o nulo acceso a desinfección de agua, lo cual genera problemas de salud. En la actualidad, con el COVID-19, fue una situación delicada en cuanto a salud en estos lugares debido a la mala calidad del recurso hídrico.

Existe evidencia sobre fuentes de agua potable, que pueden contener contaminación fecal, además, se estima que entre 1,800 a 2,000 millones de personas beben esa agua (Onda *et. al.*, 2012; Bain *et. al.*, 2014; Bain *et. al.*, 2014).

En todo el mundo, al menos 2,000 millones de personas utilizan una fuente de agua potable contaminada con heces. La contaminación microbiana del agua de consumo como resultado de la contaminación con heces representa el mayor riesgo para la seguridad del agua de consumo. El agua contaminada microbiológicamente puede transmitir enfermedades como la diarrea, el cólera, la disentería, la fiebre tifoidea y la poliomielitis, y se calcula que causa 485,000 muertes por diarrea cada año (WHO, 2018).

Las zonas rurales son las más propensas a no tener acceso a agua potable segura, debido a falta de infraestructura, así como por la falta de suministro de productos químicos y energía eléctrica, siendo estos de los principales problemas para el suministro y tratamiento de agua rural (Hossain *et. al.*, 2005).

Una alternativa la cual ayudaría a evitar accidentes por transporte de cloro y mala desinfección de agua, es generar cloro *in-situ*. Esto se logra mediante procesos electroquímicos, los cuales hacen uso de sal común, electrodos de grafito o platino y una fuente de energía eléctrica, la cual permite la reacción electroquímica que dé lugar al agente desinfectante.

El presente trabajo se desarrolla en la Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora, en el laboratorio de agrobiotecnología, se tiene por objetivo generar un clorador de bajo costo, al cual toda la ciudadanía tenga acceso, con un sistema de desinfección adecuada. Esto permitirá que en las zonas rurales se mitiguen problemas en la salud causados por agua de mala calidad.

## MARCO TEÓRICO

La limpieza, es la eliminación de tierra, residuos de alimentos, suciedad, grasa u otras materias; mientras que la desinfección, es la reducción del número de microorganismos presentes en el medio ambiente, por medio de agentes químicos o métodos físicos, a un nivel que no comprometa la inocuidad o la aptitud del alimento (FAO/OMS, 2020). Por lo tanto, los productos de limpieza incluyen jabón líquido, detergentes, entre otros, los cuales eliminan material orgánico como por ejemplo la suciedad. Así como los productos desinfectantes incluyen compuestos de amonio cuaternario, alcohol etílico, agentes liberadores de cloro como la lavandina, peróxido de hidrógeno u otros. Estos productos solo se deben utilizar para desinfectar después de la limpieza (Centro de Control y Prevención de Enfermedades, 2020).

El Ministerio de Salud de la Nación recomienda una concentración efectiva de hipoclorito de sodio para el COVID de entre 0,05% y 0,5% (equivalente a 500 y 5000 ppm) (Ministerio de Salud de la Nación Argentina, 2020). Las concentraciones recomendadas para superficies en contacto con alimentos son de 0,05 a 0.1%. (500 a 1000 ppm) (OMS, 2020).

Para el tratamiento y desinfección del agua de consumo humano, y también en aplicaciones industriales, frecuentemente se precisa utilizar importantes cantidades de cloro o hipoclorito como desinfectante, oxidante o como sistema de cloración.

Si bien la eficacia de estos productos es ampliamente reconocida, su transporte, acumulación, manipulación y uso presenta una serie de inconvenientes y un riesgo significativo de accidentes que debe ser siempre considerado. Además, en el caso del cloro gas, su alta toxicidad obliga a establecer importantes sistemas de seguridad para prevenir intoxicaciones en caso de fugas y, en este sentido, los reglamentos y las normativas aplicables al uso de cloro son cada vez más restrictivas.

La electrólisis ha sido considerada como un método alternativo para la desinfección del agua potable (Al-Mamun *et. al.*, 2018; Martínez-Huitle y Brillas, 2008). La electrólisis no es reciente, pero sí menos aplicada o menos popular, ya que la energía es muy cara, cuando la electrólisis llegó al mundo y los materiales de los electrodos también eran un obstáculo (Yoon *et. al.*, 2013).

Recientemente, el costo de la energía disminuye bruscamente y la energía verde, como la solar, se desarrolla de forma gradual (Choi *et. al.*, 2013; Verma *et. al.*, 2019), y materiales de electrodos más innovadores han demostrado tener un buen rendimiento en la resistencia a la corrosión y en la eliminación de subproductos de desinfección (Yao *et. al.*, 2011; Yoon *et. al.*, 2015). Por ejemplo, el ánodo de platino mostró un alto rendimiento en la producción de cloro más activo a bajas densidades de corriente y su vida útil

no disminuía por la inversión regular de la polaridad (Patil *et. al.*, 2011; Cossali *et. al.*, 2016). El acero inoxidable fue normalmente elegido como cátodo por sus prestaciones higiénicas y anticorrosivas (Saha y Gupta, 2017). Estos avances están mejorando la competitividad y la madurez técnica de la tecnología de electrólisis, y el caso más aplicado fue proporcionar hipoclorito de sodio electrolizado en sistemas de suministro de agua distribuidos para la cloración (Khosravi *et. al.*, 2019).

Si bien el diseño de cloradores ya existe en la industria, estos aún son de manufactura cara y no llegan a toda la sociedad que los necesite, es por ello que este clorador resulta de gran interés, ya que incluso la misma gente lo puede hacer desde su casa y de esta forma tener un medio de desinfección.

## MÉTODO

El sistema de cloración consta de una placa de plástico fabricada por impresión 3D, la cual presenta orificios de 0.5 cm de separación en los que se colocan electrodos de grafito. El sistema se coloca en el interior de un contenedor de 1 L en el cual previamente se disolvió 1 g de sal (NaCl) (Figura 1).

Los electrodos van conectados a una fuente de energía (5 amperes y 5 V).

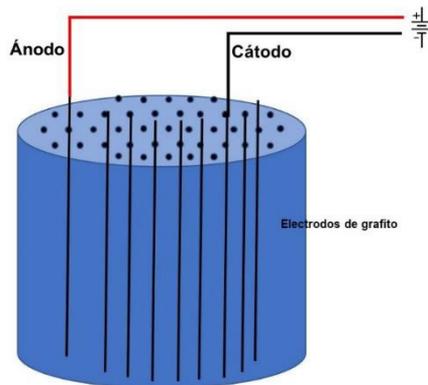


Figura 1. Diseño de clorador

Para probar la eficiencia del equipo, se tomó una muestra de un litro de agua del río Tecolutla, a la cual se le puso 1 g de cloruro de sodio y se introdujo el clorador, posteriormente se estuvieron tomando muestras cada 15 minutos para determinar el momento en el cual los patógenos son eliminados. Las muestras se inocularon en caja de Petri con agar nutritivo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 2, se presenta el diseño general del clorador, así como la serie de reacciones que ocurren de manera electroquímica, la del cloro con el agua y la sosa para generar hipoclorito, la cual es la especie química de interés para lograr la desinfección y poder tener agua para uso doméstico.

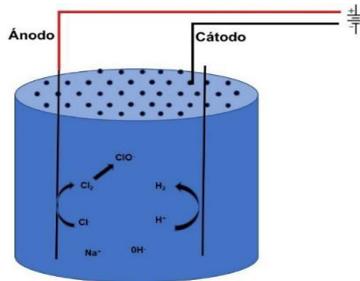
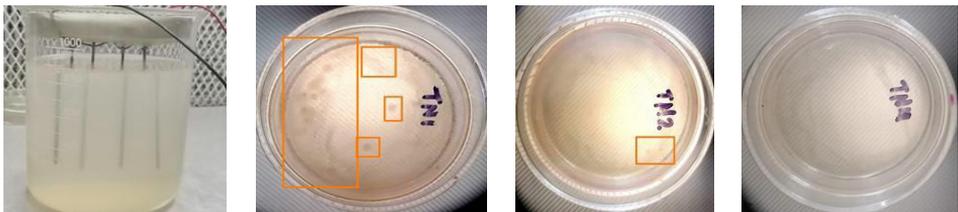


Figura 2. Representación de reacción

El uso de este método electroquímico es muy prometedor para el proceso de desinfección de agua y esto ayude a mitigar problemas de salud como COVID-19 y gastrointestinal en regiones rurales.

Con base en la prueba de desinfección de la muestra de agua del río Tecolutla, se encontró que después de 24 horas en el tiempo de 30 min ya no hay presencia de patógenos (figura 3).



Uso del clorador/Monitoreo de bacterias en el tiempo cero/Monitoreo de bacterias a los 15 minutos/Monitoreo de bacterias a los 30 minutos  
Figura 3. Seguimiento de desinfección

En cuanto al costo de este clorador, si las personas lo hicieran por su cuenta, necesitarían dos lápices de grafito (\$20.00), un cargador de celular (\$50.00) y un recipiente plástico de 1 litro (\$20.00), además de 1 g de sal. El costo neto rondaría los \$100.00, lo cual es un precio muy bajo y accesible para la mayoría de la población.

Con base en la hipótesis planteada, se puede decir que el clorador diseñado cumple con la desinfección de agua, además de ser de bajo costo y accesible para toda la población. Cabe destacar que con este clorador se mitigarán problemas gastrointestinales.

## CONCLUSIONES

Se logró el diseño del clorador. Bajo las pruebas que se hicieron, resultó muy eficiente para la eliminación de patógenos presentes en agua, esto es un indicativo de lo prometedor que puede ser este trabajo y de lo accesible que logra ser para toda la población de zonas rurales. Este clorador sin duda alguna ayudará a mitigar varios problemas de salud causados por agua de mala calidad.

## REFERENCIAS

- Al-Mamun, A., Ahmad, W., Baawain, M.S., Khadem, M. y Dhar, B.R., 2018. A review of microbial desalination cell technology: configurations, optimization and applications. *J. Clean. Prod.* 183, 458-480.
- Bain, R., Cronk, R., Hossain, R., Bonjour, S., Onda, K., Wright, J., Yang, H., Slaymaker, T., Hunter, P. y Prüss-Ustün, A., 2014. Global assessment of exposure to faecal contamination through drinking water based on a systematic review. *Trop. Med. Int. Health*, 19, 917-927.
- Bain, R., Cronk, R., Wright, J. y Yang, H., Slaymaker, T., Bartram, J., 2014. Fecal contamination of drinking-water in low- and middle-income countries: A systematic review and meta-analysis. *PLoS Med.*, 11, 1001644.
- Centro de Control y Prevención de Enfermedades (CDC). [Internet]. Limpieza ambiental en entornos con recursos limitados [consultado noviembre 2020]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/hai/prevent/resource-limited/index.html>
- Choi, J., Park, C.G. y Yoon, J., 2013. Application of an electrochemical chlorine-generation system combined with solar energy as appropriate technology for water disinfection. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 107 (2), 124-128.
- Cossali, G., Routledge, E.J., Ratcliffe, M.S., Blakes, H., Fielder, J.E. y Karayiannis, T.G., 2016. Inactivation of E-coli, Legionella, and Pseudomonas in tap water using electrochemical disinfection. *J. Environ. Eng. ASCE* 142 (12), 11
- FAO/OMS, 2020, [Internet]. COVID-19 e inocuidad de los alimentos: orientaciones para las empresas alimentarias. [Consultado noviembre 2022]. Disponible en: [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331856/WHO-2019-nCoV-Food\\_Safety-2020.1-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331856/WHO-2019-nCoV-Food_Safety-2020.1-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gratós, J. M., 2014. Generadores de cloro por electrólisis de salmuera con tecnología de célula con membrana. *TECNOAQUA*, 108-114.
- Hossain, M.A., Sengupta, M.K., Ahamed, S., Rahman, M.M., Mondal, D., Lodh, D., Das, B., Nayak, B., Roy, B.K. y Mukherjee, A., 2005. Ineffectiveness and Poor Reliability of Arsenic Removal Plants in West Bengal, India. *Environ. Sci. Technol.* 39, 4300-4306.
- Khosravi, A., Rad, Z.H., Amirmahani, N., Nasiri, A. y Malakootian, M., 2019. The application of electrolysis method to disinfect water contaminated by Salmonella and Shigella. *J. Water Chem. Technol.* 41 (3), 182-187
- Martinez-Huitle, C.A. y Brillas, E., 2008. Electrochemical alternatives for drinking water disinfection. *Angew. Chem. Int. Ed.* 47 (11), 1998-2005.
- Ministerio de Salud de la Nación Argentina. [Internet]. Recomendaciones para la limpieza domiciliaria y productos de uso domiciliario activos. [Consultado noviembre 2022]. Disponible en: <https://bancos.salud.gob.ar/sites/default/files/2020-04/20200403-recomendaciones-productos-limpieza-domiciliaria.pdf>
- OMS. [Internet]. Limpieza y desinfección de las superficies del entorno inmediato en el marco de la COVID-19. [consultado noviembre 2022]. Disponible en: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332168/WHO-2019-nCoV-Disinfection-2020.1-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Onda, K., LoBuglio, J. y Bartram, J., 2012. Global access to safe water: Accounting for water quality and the resulting impact on MDG progress. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 9, 880-894.
- Patil, R.S., Juvekar, V.A. y Naik, V.M., 2011. Oxidation of chloride ion on platinum electrode: dynamics of electrode passivation and its effect on oxidation kinetics. *Ind. Eng. Chem. Res.* 50 (23), 12946-12959.
- Saha, J. y Gupta, S.K., 2017. A novel electro-chlorinator using low-cost graphite electrode for drinking water disinfection. *Ionics* 23 (7), 1903-1913.
- Verma, S.K., Singhal, P. y Chauhan, D.S., 2019. A synergistic evaluation on application of solar-thermal energy in water purification: current scenario and future prospects. *Energy Convers. Manag.* 180, 372-390.
- World Health Organization (WHO). Drinking Water Key Facts. 2022. Available online: <http://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water> (2 noviembre 2022).
- Yao, Y., Kubota, Y., Murakami, T., Ochiai, T., Ishiguro, H., Nakata, K. y Fujishima, A., 2011. Electrochemical inactivation kinetics of boron-doped diamond electrode on waterborne pathogens. *J. Water Health* 9 (3), 534-543.
- Yoon, Y., Cho, E., Jung, Y., Kwon, M., Yoon, J. y Kang, J.W., 2015. Evaluation of the formation of oxidants and by-products using Pt/Ti, RuO<sub>2</sub>/Ti, and IrO<sub>2</sub>/Ti electrodes in the electrochemical process. *Environ. Technol.* 36 (3), 317-326.
- Yoon, Y.J., Kwon, M.H., Jung, Y.M., Moon, J.H. y Kang, J.W., 2013. Development of point-of-use water disinfection technology using ceramic water filter and electrochemical hybrid system. *Water Sci. Technol. Water Supply* 13 (4), 1174-1180.

# DISEÑO IN SILICO Y PRODUCCIÓN DE UNA VACUNA PEPTÍDICA MULTIEPITÓPICA CONTRA EL VIRUS DEL DENGUE (DENV)

Acosta-Murillo, Raúl  
Torres-Cordero, Heber Miguel

Universidad Autónoma de Nuevo León  
Nuevo León

Nivel Superior  
Área: Medicina y Salud

## RESUMEN

*Dengvaxia® es la única vacuna aprobada contra el virus del dengue (DENV). Sin embargo, su efectividad depende de que el paciente haya estado infectado previamente por el virus, ya que podría presentar un riesgo a la salud. En esta investigación se diseñó mediante técnicas bioinformáticas una vacuna multiepitópica que permitiera la prevención contra el DENV compuesta por 13 epítomos y 2 adyuvantes para estimular la actividad de las células CTL, HTL-IFN- $\gamma$  y LBL del sistema inmunológico. Las proteínas de membrana del virus fueron identificadas a través de su análisis de posición y antigenicidad, y sus epítomos fueron seleccionados mediante su conservación y potencial antigénico, eliminando aquellos que pudieran presentar un riesgo por su alergenicidad, potencial de toxina o similitud a proteínas humanas. Su estructura 2D y 3D se obtuvo mediante el modelado y refinamiento de la proteína y su interacción con el receptor TLR-3, un receptor relacionado con los procesos de infección del virus, se evaluó mediante el acoplamiento del complejo vacuna-TLR-3I. Para evaluar su efectividad, se simuló mediante bioinformática la posible respuesta inmune tras la vacunación con el péptido diseñado y su secuencia nucleotídica codificante se optimizó y adaptó para su futura producción recombinante en bacterias *E. coli*.*

*Palabras Clave: Dengue, Vacuna, Diseño, Multiepitopo, Bioinformática*

## ABSTRACT

*Dengvaxia® is the only vaccine approved against dengue virus (DENV). However, its effectiveness depends on the patient having been previously infected by the virus, since it could present a health risk. In this research, using bioinformatics techniques, a multi-epitope vaccine was designed for prevention against DENV composed of 13 epitopes and 2 adjuvants to stimulate the activity of CTL, HTL-IFN- $\gamma$  and LBL cells of the immune system. Virus membrane proteins were identified through their position and antigenicity analysis, and their epitopes were selected by their conservation and antigenic potential, eliminating those that could present a risk due to their allergenicity, toxin potential or similarity to human proteins. Its 2D and 3D structure was obtained by modeling and refining the protein and its interaction with the TLR-3 receptor, a receptor related to virus infection processes, was evaluated by docking the vaccine-TLR-3I complex. To evaluate its effectiveness, the possible immune response after vaccination with the designed peptide was simulated by bioinformatics and its coding nucleotide sequence was optimized and adapted for future recombinant production in *E. coli* bacteria.*

*Keywords: Dengue, Dengue, Vaccine, Design, Multiepitope, Bioinformatics*

## INTRODUCCIÓN

El dengue es una de las enfermedades víricas más importantes del mundo, ya que puede transmitirse al ser humano mediante la picadura del mosquito *Aedes aegypti*, causar una fiebre de hasta 40 °C y síntomas como dolor de cabeza; dolor muscular, óseo o articular; náuseas; vómitos; dolor detrás de los ojos; inflamación de los ganglios, y sarpullido (MayoClinic, 2019).

El virus del dengue (DENV) se presenta en cuatro serotipos distintos: DENV-1, DENV-2, DENV-3 y DENV-4 (Laredo, 2012), que varían en estructura y secuencia aminoacídica, dificultando así el diseño efectivo de vacunas contra ellos. Sin embargo, las vacunas multiepitópicas tiene el potencial de inducir inmunidad contra dichos serotipos, ya que cuentan con distintos elementos con la capacidad de montar una respuesta inmune con algunos o todo ellos.

Según el *Centro para el Control y Prevención de Enfermedades de los Estados Unidos* (CDC, 2021), más de 4 billones de personas se encuentran en riesgo de contraer la enfermedad del dengue. Sin embargo, hasta ahora no existe un fármaco que permita tratar la enfermedad, aunque su prevención y control podrían ayudar a reducir el número de infecciones (OPS/OMS, 2021).

Actualmente, Dengvaxia® es la única vacuna disponible contra el virus del dengue. Sin embargo, el *Comité Asesor sobre Prácticas de Vacunación de los Estados Unidos* (ACIP) recomienda su aplicación únicamente tras una infección previa confirmada por un laboratorio. Es por lo anterior que el desarrollo de vacunas de nueva tecnología es de vital importancia para el combate contra la enfermedad del dengue (CDC, 2021).

En este proyecto se busca generar una propuesta de vacuna para la prevención efectiva y segura contra el virus del dengue mediante el diseño bioinformático de un péptido conformado por múltiples epítomos de alta eficacia, seguridad y conservación.

Además, se propone un protocolo para el diseño de vacunas multiepitópicas basado en el uso de las proteínas de membrana, la simulación de inmunogenicidad de la vacuna para evaluar su efectividad y su futura producción recombinante *in vitro* en bacterias. Las hipótesis de este trabajo consiste en que el diseño de la vacuna peptídica propuesta se conformará de epítomos y/o adyuvantes que permitan la activación efectiva de la reacción inmunológica en el organismo.

A continuación se presenta un marco teórico con los antecedentes que fundamentan a este proyecto, una descripción de la metodología llevada a cabo durante la investigación, los resultados obtenidos y las conclusiones correspondientes.

## MARCO TEÓRICO

El virus del dengue corresponde a la familia Flaviviridae y se conforma por cuatro serotipos denominados DENV-1, DENV-2, DENV-3 y DENV-4. Su membrana lipídica está constituida por las proteínas M y E, que protegen a su genoma viral (Gráfico 1). La proteína de envoltura (E) es considerada el principal inmunógeno del virus (Velandia, 2011).

Dengvaxia®, la única vacuna contra el dengue disponible en la actualidad, consiste en un conjunto de virus atenuados que utilizan como vector al virus 17D de la fiebre amarilla, expresando algunos genes del DENV insertados en su genoma (vacunación.org, 2020). No obstante, las vacunas multiepitópicas consisten en péptidos elaborados a partir de un conjunto de distintos epítomos y/o adyuvantes ensamblados de manera recombinante (Zhang, 2017).

Aunque existen distintas estrategias para la creación de vacunas como las de mRNA, de subunidades, de polisacáridos y de virus atenuados, las vacunas multiepitópicas elaboradas a partir de un conjunto de distintos epítomos y/o adyuvantes ensamblados de manera recombinante cuentan con el potencial de crear nuevas proteínas a partir de herramientas bioinformáticas, siendo una tecnología óptima para el diseño específico de nuevas vacunas (HHS.gov, 2021).

Los epítomos y adyuvantes son regiones peptídicas cortas constituidas por aminoácidos que son reconocidas por los anticuerpos del sistema inmunológico, y que son altamente relevantes para la inducción de la respuesta inmunológica para la protección del organismo contra agentes infecciosos (Suhrbier, 1997). Es por esta razón que las vacunas multiepitópicas podrían inducir inmunidad contra múltiples objetivos, variantes o patógenos al mismo tiempo.

Esta tecnología resulta prometedora contra las infecciones virales, ya que epítomos y/o adyuvantes independientes, pero molecularmente unidos, podrían ser efectivos para su prevención y tratamiento. Sin embargo, uno de los obstáculos más importantes para su elaboración consiste en la identificación apropiada de los antígenos y epítomos para estimular los distintos tipos de células del sistema inmunológico e inducir una respuesta inmune efectiva (Zhang, 2017).

Aunque ya se han desarrollado distintas vacunas con esta tecnología (Hasan, 2019; Hossain, 2021, Naz, 2020), muchos de estos estudios se han enfocado únicamente en su diseño, dejando de lado su evaluación, producción y posterior caracterización (Pitaloka, 2022).

## MÉTODOS

Esta investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Biología Sintética del Departamento de Biología Celular y Genética de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Primeramente, se obtuvo información relevante del virus, además de su secuencia nucleotídica mediante las plataformas NCBI, Viralzone y Uniprot. Posteriormente, se llevó a cabo la selección de las proteínas objetivo mediante el estudio de su posición hipotética en su membrana, así como sus características fisicoquímicas y su potencial antigénico mediante las herramientas VaxiJen 2.0, ProtParam y TMHMM 2.0.

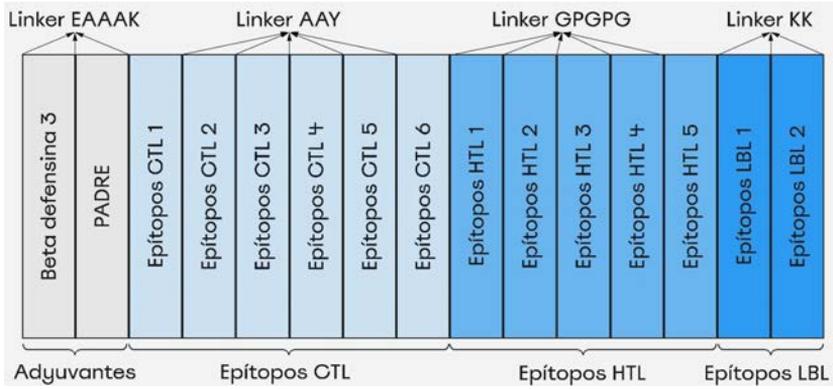
Con el objetivo de encontrar qué epítomos podrían inducir una correcta activación inmunológica de las células CTL, HTL y LBL, se analizaron las secuencias aminoacídicas de las proteínas mediante las herramientas MHC-I, MHC-II, y B cell Linear Epitope de la plataforma IEDB. Luego se evaluó la eficacia, la seguridad, la conservación y la cobertura de los epítomos identificados como posibles activadores de la respuesta inmune mediante las herramientas VaxiJen 2.0, AllerTop v2.0, AlgPred 2.0, ToxinPred, e IEDB conservation.

Posteriormente, la vacuna multiepitópica se ensambló *in silico* utilizando las plataformas VaxiJen 2.0, SnapGene y Benchling, y su estructura secundaria y terciaria se obtuvo mediante los softwares de modelado de proteínas PSIPRED v4.01, RaptorX-property y RaptorX Contact. Con el objetivo de mejorar la calidad de dichos modelos, se refinaron a través de las herramientas 3D refine, GalaxyRefine, PROSA-web y Ramachandran Plot Server. Para otorgar estabilidad a la proteína, se realizó ingeniería de bisulfatos; y se llevó a cabo la optimización de sus codones con el fin de facilitar su futura clonación y expresión recombinante en *E. coli*. La construcción *in silico* de dicha vacuna se realizó mediante la herramienta SnapGene.

Finalmente, se incorporaron técnicas de acoplamiento molecular a través de los softwares ClusPro 2.0, PatchDock y FireDock con el objetivo de evaluar si la vacuna diseñada podría interactuar directamente con el receptor natural del dengue TLR3; y se realizó una simulación inmunoinformática mediante el software ClmmSim para predecir la intensidad de una posible reacción inmunológica.

## RESULTADOS

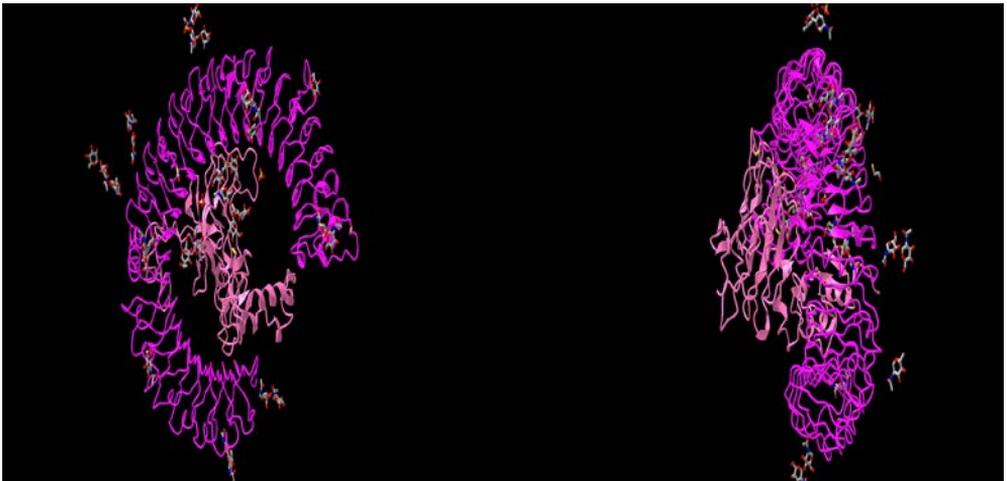
Las proteínas de membrana M y E del DENV se analizaron según su posición y antigenicidad, y se eligieron 13 epítomos por su conservación y potencial antigénico, eliminando aquellos con potencial de alergenicidad, de toxina o similitud a proteínas humanas. Los epítomos identificados se ordenaron en función de su potencial de inmunogenicidad (Imagen 1).



Fuente: Elaboración propia a partir del diseño propuesto.

La estructura proteica en 2D y 3D se modeló mediante la herramienta Google Colab - Alpha Fold y se refinó a través de GalaxyRefine (Imagen 2). La simulación de interacción realizada entre la vacuna y el receptor TLR3 responsable de la respuesta inmunológica se realizó mediante ClusPro v2.0, indicando una probable activación de TLR3 tras la vacunación.

Imagen 2. Estructura 3D de la proteína de la vacuna contra el dengue propuesta.



Fuente: Elaboración propia a partir del diseño propuesto mediante el software AlphaFold y ClusPro v2.0 y visualizada mediante la herramienta iCn3D viewer.

La secuencia nucleotídica de la vacuna se optimizó y adaptó para su producción recombinante en *E. coli* mediante una clonación in sílico en el vector bacteriano pSB1C3 (Imagen 3); y la simulación bioinformática de la vacunación con la proteína diseñada indicó una respuesta inmune efectiva y protección duradera; aumentando las inmunoglobulinas y células B de memoria (Imagen 4).

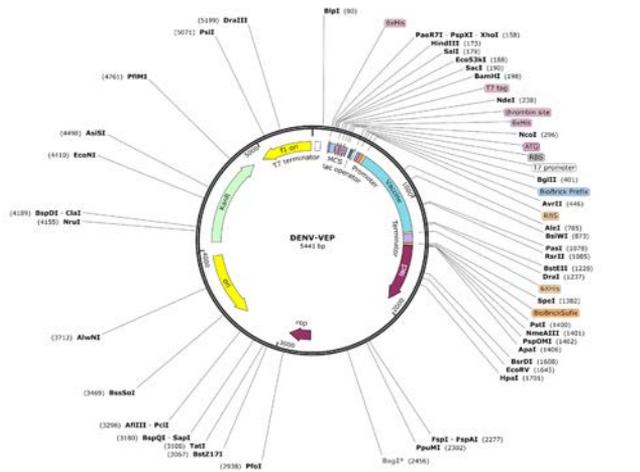
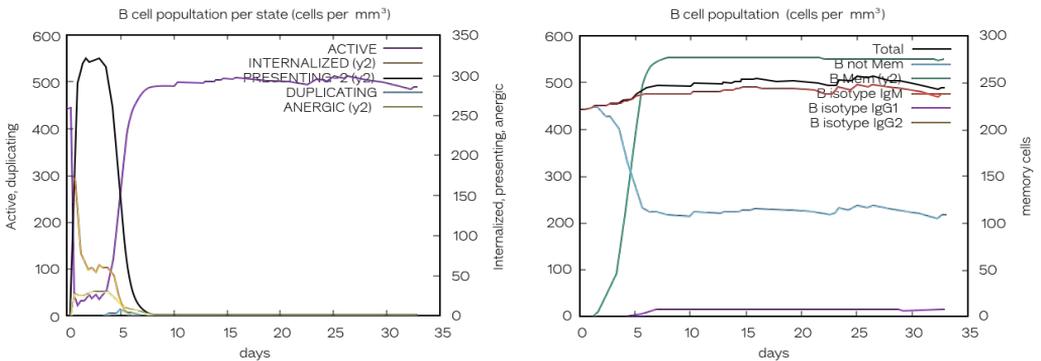


Imagen 3. Mapa de la secuencia nucleotídica optimizada y adaptada para su producción recombinante en *E. coli* en el plásmido pSB1C3. Fuente: Elaboración propia a partir del diseño propuesto mediante el software SnapGene.

Imagen 4. Simulación de la respuesta inmune tras la vacunación.



Fuente: Elaboración a partir del diseño propuesto mediante el software C-ImmSim

## CONCLUSIONES

Se desarrolló el diseño *in silico* de una vacuna peptídica multiepitópica contra el virus DENV utilizando un enfoque de diseño inmuno-informático conformado por 13 epítomos de alta eficacia, seguridad y conservación, y 2 adyuvantes para estimular la actividad de las células CTL, HTL-IFN- $\gamma$  y LBL del sistema inmunológico. El acoplamiento molecular de la vacuna diseñada indicó una posible interacción con el receptor del virus del dengue TLR3, indicando una respuesta inmune efectiva y duradera contra el virus. Finalmente, se creó un gen sintético con los elementos necesarios para el desarrollo de un sistema de producción de la proteína recombinante en bacterias *E. coli*, optimizando la secuencia nucleotídica de la vacuna propuesta. De esta manera fue posible el diseño de la vacuna peptídica conformada de epítomos y/o adyuvantes que permitieran la activación efectiva de la reacción inmunológica en el organismo.

## REFERENCIAS

Revista:

Laredo-Tiscareño, Stephanie Viridiana; Guo, Xianwu; Bocanegra-García, Virgilio (2012). Dengue virus: serotype structure and molecular epidemiology *CienciaUAT*, vol. 6, no. 3, pp. 27-33.

Suhrbier A. Multi-epitope DNA vaccines. *Immunol Cell Biol.* 1997 Aug;75(4):402-8. doi: 10.1038/icb.1997.63. PMID: 9315485.

Velandia, M., & Castellanos, J. E. (2022). Virus del dengue: estructura y ciclo viral. *Infection*, 15(1). <https://www.revistainfectio.org/index.php/infectio/article/view/6>

Zhang, L. (2017). Multi-epitope vaccines: a promising strategy against tumors and viral infections. *Cellular & Molecular Immunology*, 15(2), 182–184. <https://doi.org/10.1038/cmi.2017.92>

Referencias para la información en red:

CDC (2021). Dengue Vaccine. Centers for Disease Control and Prevention. Obtenida de (21, October 2021) Disponible: <https://www.cdc.gov/dengue/prevention/dengue-vaccine.html>

DENGUE VACUNA | [vacunacion.org](http://vacunacion.org) | Vacunología. (2020). <https://vacunacion.org/dengue-vacuna/>

HHS. (2021, April 27). Tipos de vacunas. HHS.gov. <https://www.hhs.gov/es/immunization/basics/types/index.html>

MayoClinic.org. (2019). Symptoms and causes of Dengue. Retrieved on (21, October 2021) Obtenida de: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/dengue-fever/symptoms-causes/syc-20353078?p=1>

OPS/WHO (2021). Dengue. Pan American Health Organization. Obtenida de (21, October 2021): <https://www.paho.org/es/temas/dengue>

# DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA DESESPINADORA Y CORTADORA DE NOPALES INCREMENTANDO LA PRODUCTIVIDAD DE LOS COMERCIANTES (NOPALTEC)

Peña-Aguilar, Marco Antonio  
Martínez-Álvarez, Erick  
Nicolás-Justo, Brandon  
Sauza-Salinas, Gabriel

TecNM – Instituto Tecnológico de Tlalneptla  
Estado de México

Nivel Superior  
Área: Ciencias de la ingeniería

## RESUMEN

*El presente proyecto muestra los resultados obtenidos en el diseño y fabricación de una máquina desespinaadora y cortadora de nopal, empleando tecnología nacional, aprovechando en su totalidad la forma entera, generando un mínimo de residuos y el desprendimiento de las espigas, dándole valor agregado en la etapa final de su cosecha, satisfaciendo la demanda del mercado, debido a que actualmente se realiza el desespinado y corte de nopal de forma manual, en consecuencia se presentan problemas tales como: desgaste físico, fatiga, baja producción y limpieza no uniforme. La máquina por sus criterios de diseño es innovadora, segura y eficiente, ofreciendo solución a los problemas de la industria del nopal y sus derivados, siendo un producto viable, que ayudará a incrementar la producción, con una baja inversión, alta calidad y seguridad para el operador, debido a que el costo de las máquinas existentes en el país representa una mayor inversión para los agricultores o productores, siendo este nuestro mercado meta.*

*Palabras claves: Desespinaadora; Cortadora; Limpieza; Calidad; Tecnología Nacional.*

## ABSTRACT

*This project shows the results obtained in the design and manufacture of a nopal de-spinning and cutting machine, using national technology, taking full advantage of the whole form, generating a minimum of waste and the detachment of the thorns, giving added value in the final stage of the harvest, satisfying the market demand, because currently the spine remover and cutting of nopal is done manually, with the consequence of presenting problems such as: physical wear, fatigue, low production and non-uniform cleaning. The de-spinning and cutting machine by its design criteria is innovative, safe and efficient that gives solution to the problems of the nopal industry and its derivatives, being a viable product, which will help to increase production, with a low investment, high quality and safety for the operator, because the cost of existing machines in the country represents a higher investment for farmers or producers, being this our target market.*

*Keywords: Spine remover; Cutter; Cleaning; Quality; National technology.*

## INTRODUCCIÓN

El nopal es uno de los cultivos más representativos de México por su importancia económica, social y cultural, se tienen muchas variantes para poder consumir el nopal como en jugo, licor, tortillas, mermelada, medicamentos, gastronomía, entre otros.

Con esta máquina se pretende aumentar la productividad al 100%, incrementando los ingresos de los agricultores e industriales, considerando que las máquinas existentes en el mercado son de costos elevados, por tal motivo, no sería rentable para una pequeña y mediana empresa.

Se busca desarrollar un nuevo mercado para los productores de este ramo, generando una mejor calidad y confiabilidad para satisfacer sus necesidades.

El desarrollo de este proyecto consiste en diseñar y fabricar una máquina eficiente para la limpieza y el cortado del nopal, con la cual el operador eliminará procesos manuales, ayudando a acelerar la productividad, que es una etapa indispensable para consumo humano. En esta se obtendrá una eficiencia aceptable del producto en su totalidad, optimizando los tiempos en estos procesos. Implementando materiales conforme a la norma "NOM-251-SSA1-2009" [1], asegurando la calidad y rendimiento de la máquina mediante la implementación de tecnología nacional.

## MARCO TEÓRICO

Dentro de los métodos utilizados para el desespinado y corte del nopal se aplican los siguientes pasos [2]:

1. Los criterios para la selección del material vegetal consideran un nopal con color verde brillante y firme.
2. Se enjuagan los nopales con agua fría.
3. Con un pelador de verduras o cuchillo pequeño con filo, igual que si fuera un espárrago, se procede a pelar los bultos o bordes y sus espinas, apoyando el nopal sobre una tabla de madera, después se enjuagan nuevamente. No se necesita pelar la piel verde oscura, más bien se debe dejar lo más intacta que se pueda.
4. Colocar el nopal sobre la tabla de madera y cortar 0.5 cm de la orilla y 1 cm de la base.
5. Después se corta el nopal en la forma y tamaño que se desee, también se puede dejar entero si se va a asar o agregar otro ingrediente encima.

Desde hace miles de años, la limpieza en los productos agrícolas es una práctica que poco se ha innovado desde entonces, ya que, hoy en día, se utilizan los mismos procesos manuales. No obstante, las máquinas que se han desarrollado no permiten una buena limpieza y calidad de la materia prima.

Existen dos tipos básicos de máquinas desespadoras y cortadoras de nopales son las siguientes [3]:

- Máquina desespadora NOPALLI.
- Máquina trazadora NOPALLI.

#### Máquina desespadora NOPALLI

Este tipo de máquina ha sido diseñada considerando las diferentes variables que presenta, esta cuenta con diferentes ajustes de corte a fin de maximizar la eficiencia del desespado.

#### Máquina trazadora NOPALLI

Esta máquina complementa la desespadora y opera en forma independiente. Troza todas las variedades de nopal siempre y cuando no exceda de los 2.5 cm de espesor y 20 cm de ancho no importando el largo.

## MÉTODOS

Las actividades realizadas en el diseño y fabricación de la máquina desespadora y cortadora de nopales son las siguientes:

1. Estudio de mercado. Las actividades se iniciaron a partir de la información que el estudio pueda ofrecer. Esta contiene el análisis de las necesidades de dicho mercado, la magnitud de este, su ubicación geográfica y algunas otras características. Además, da una idea clara del precio que dichos usuarios o consumidores pueden pagar por el producto, que permita establecer si es viable en el mercado.
2. Características del producto. Se detectaron las necesidades del mercado a características generales del producto satisfactor, estableciendo los criterios de diseño, especificaciones y restricciones.
3. Dibujos previos. Se plasmaron en un bosquejo la mejor solución posible que muestra las formas y elementos de la desespadora y cortadora de nopales que den respuesta a los criterios de diseño establecidos.
4. Esquemas. Se utilizaron símbolos normalizados para la representación de la interacción de los elementos y mecanismos de la máquina desespadora que actúan en la transmisión de los movimientos a diversos sistemas y los controles de mando a distancia.
5. Cálculos. Se emplearon los procedimientos y técnicas para determinar la geometría, materiales y dimensiones de todos los componentes de la desespadora.
6. Dibujos de estudio. Se realizó el ensamble de todos los componentes, a fin de detectar errores o faltantes en los elementos de máquina anteriormente calculados.
7. Prototipo. Consistió en la construcción de la desespadora utilizando diferentes procesos de fabricación tales como soldadura, corte, doblaje y maquinados.
8. Pruebas de funcionamiento. Se realizó un programa de pruebas que permitieron satisfacer plenamente lo especificado inicialmente: voltaje de alimentación, velocidad, consumo de energía, vibración, capacidad de producción. En caso de que alguna prueba resultara insatisfactoria, se ejecutan los ajustes y modificaciones pertinentes.

9. Dibujos a detalle. Se definió cada una de las piezas que forman la máquina (estructura, husillo, motor eléctrico, poleas, catarinas, banda, rodajas, etc.), estableciendo sus formas geométricas, dimensiones nominales, tolerancias, material de que está fabricada cada pieza, tratamientos y acabados, en su caso, para cada elemento.

10. Dibujos de conjunto. Se plasmó la relación física que guardan los elementos que lo integran, la identificación con números o letras de cada una de las piezas que forman los sistemas y se muestran los números que intervienen en cada conjunto.

11. Manual del usuario. Se aseguró el buen funcionamiento de la máquina con un manual que contiene toda la información necesaria para que el usuario la pueda operar sin problema alguno.

12. Estudio económico. Se llevó a cabo el presupuesto de los ingresos y egresos en la elaboración de la máquina para conocer el costo de fabricación estándar.

## RESULTADOS

### Estudio de mercado.

Con este estudio se evaluó si el producto es viable en el mercado, enfocándolo a los campesinos y comerciantes ubicados en la CDMX y Estado de México, utilizando como herramienta la encuesta con una serie de preguntas abiertas y cerradas. Se calculó el número de encuestas a realizar utilizando la ecuación para calcular el tamaño de muestra para poblaciones finitas, dándonos como resultado una muestra de 100 campesinos y comerciantes.

### Características del producto.

Criterios de diseño: Fácil operación, económica, mínimo mantenimiento, fácil limpieza, segura, fácil transportación, diseño compacto.

Tamaño: Ancho: 41 cm, largo: 70 cm, altura: 118 cm

Limpiar y cortar aproximadamente 400 nopales en 10 minutos.

### Dibujos previos.

A continuación, se presenta la mejor solución planteada en un dibujo que muestra las formas y elementos de la boleadora de masa que dan respuesta a los criterios de diseño antes citados (Figura 1).

Figura 1. Vista en isométrica y posterior.

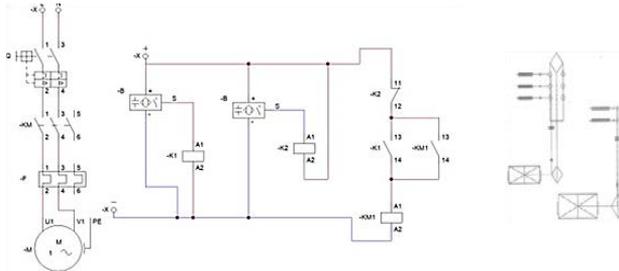


Fuente: Diseños propios.

Esquemas.

Los esquemas necesarios para la operación de la máquina desespadora y cortadora de nopales (Figura 2) son:

Figura 2. Esquema eléctrico y cinemático.



Fuente: Diseños propios.

Cálculos [4].

Se realizaron los diferentes cálculos de los diversos componentes de la máquina, los cuales fueron: potencia del motor, estructura, rodillos, transmisión por cadena, rodamientos, tornillos y componentes eléctricos.

Dibujos de estudio.

Se muestran los dibujos que nos permiten visualizar la integración de todos los elementos (Figura 3).

Prototipo.

Se muestran las fotografías que nos permiten apreciar el ensamble de los componentes que conforman la máquina (Figura 4).

Figura 3. Vista isométrica y lateral.



Fuente: Diseños propios.

Figura 4. Vista frontal y lateral del prototipo.



Fuente: Fotografías propias.

Pruebas de funcionamiento.

Las pruebas realizadas a la máquina desespadora y cortadora de nopales permiten verificar las características del producto planteadas.

Prueba de tensión de alimentación.

Se conecta el voltímetro entre las terminales del motor y se energiza este a la red de 120 voltios de C.A. La lectura del voltímetro tomada, fue de 127.8 V, lo cual quiere decir que está dentro del rango de lo establecido en la norma para molinos mezcladores NMX-O-122-1976 que indica que el motor debe operar a una tensión monofásica de 120 V. de C.A. con una tolerancia de  $\pm 10$  [5].

Prueba de consumo de energía.

Se energiza el motor a la red de alimentación de 120 volts de C.A., estando en funcionamiento la máquina a plena carga, se mide la corriente en cualquier fase.

El resultado fue un consumo de corriente de 0.40 A, quedando dentro del rango establecido en la norma para molinos mezcladores.

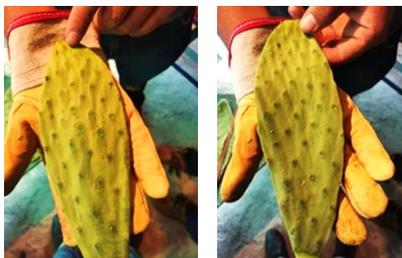
Prueba de limpieza.

Se realizó la limpieza utilizando líquidos satinados para la desinfección de todos los elementos que están en contacto directo con los nopales y así mismo prolongar la vida útil de la máquina, asegurando una calidad óptima de los alimentos frente a influencias químicas garantizando la higiene del nopal al consumirlo.

Prueba de capacidad de producción.

Se enciende la máquina y se procede a ingresar los nopales por la parte superior de la máquina donde se ubican los rodillos desespadores para que empiece la limpieza de los nopales, al terminar de desespinar cae por una resbaladilla para que pase por las cuchillas y corte en trozos, con esto comprobamos que tiene un aumento de producción de 40 nopales por minuto (Figura 5).

Figura 5. Prueba de capacidad de producción.



Fuente: Fotografías propias.

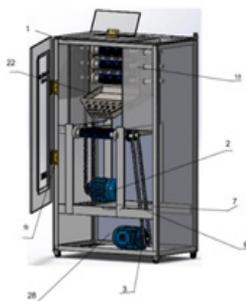
Dibujos de detalle.

Se definió cada una de las piezas que forman al prototipo, estableciendo sus formas geométricas, dimensiones nominales, tolerancias y materiales.

Dibujos de conjunto.

Se muestra un dibujo que muestra todos los componentes de la desespinaadora y cortadora de nopales (Figura 6) (Tabla 1).

Figura 6. Conjunto de componentes.



Fuente: Diseño propio.

Tabla 1. Componentes de la máquina.

ID	CANT	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES
1	1	ESTRUCTURA	ANGULO	TODAS LAS PARTES DE LA ESTRUCTURA SE SOLDARON
2	2	MOTOR	SOLERA 131	
18	18	PORTABALEROS	RODILLO	
8	4	TORNILLO TORILLO CARRERA HEXAGONAL DE SIF	ACERO	SE USAN PARA SOPORTAR EL MOTOR
7	4	PLIERCA HEXAGONAL DE SIF		SUJETA MOTOR
9		REMACHES		SE USAN PARA SOPORTAR LA LAMINA
13	1	ARRANCADOR MANUAL	PLASTICO	
15	4	RESCA	LAMINA TROQUELADA	
14	1	VARIADOR DE FRECUENCIA		
22	1	REBESAZADILLA EJE PARA GATARINA	ACERO INOX	
3	1		ACERO	CONSTITUYE AL MECANISMO DE LA MAQUINA

Fuente: Elaboración propia.

## DISCUSIÓN

Se pretende ofrecer a los comerciantes y campesinos de México una máquina eficiente que acelere el proceso de la limpieza y corte del nopal mediante tecnología nacional que permita un aumento de la producción y reducción de tiempo, que sea económica, segura, eficiente, innovadora basando su diseño hacia todo tipo de empresas o comercios con la finalidad de ser productivos y cumplir con la demanda del cliente, reduciendo costos de mantenimiento con una limpieza uniforme permitiendo una mayor durabilidad del equipo, basándose en normatividad y utilizando materiales normalizados tal como es el acero inoxidable grado alimenticio T-304.

## REFERENCIAS

- [1] Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios, Norma Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009.
- [2] "Nopales: cómo limpiarlos y cocinarlos - Pati Jinich en español". Pati Jinich en español. <https://patijinich.com/es/nopales-como-limpiarlos-y-cocinarlos/>.
- [3] "NOPALLI". Biouniverso agrícola - Inicio. <http://biouniversoagricola.com.mx/nopalli.html>
- [4] R. G. Budynas y J. K. Nisbett, Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. México: Mc Graw Hill.
- [5] "Molinos Mezcladores-Trituradores Industriales", Norma Mexicana NMX-O-122-1976.
- [6] "Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial | Gobierno | gob.mx". El portal del gobierno. | gob.mx. <https://www.gob.mx/impi>

# ELABORACIÓN DE UNA ALTERNATIVA ECOLÓGICA DE ESPUMA CONTRA INCENDIOS MEDIANTE LA PRODUCCIÓN RECOMBINANTE DE RANASPUMINAS COMO AGENTES SURFACTANTES BIODEGRADABLES

González-Garza, Leonardo  
Pérez-Villanueva, Baruch-Sebastian  
Torres-Cordero, Heber-Miguel

Universidad Autónoma de Nuevo León  
Nuevo León

Nivel Superior  
Medio ambiente

## RESUMEN

*Una gran cantidad de ecosistemas y comunidades mexicanas se ven constantemente amenazadas por distintos tipos de incendios; y aunque una de las estrategias para su combate son las espumas anti-incendios, algunas de ellas suelen tener fluorosurfactantes, químicos tóxicos y bioacumulables. Por esta razón, se propone elaborar una espuma biológica contra incendios amigable con el ambiente a través el uso de técnicas de la ingeniería genética y mediante de la producción recombinante de ranaspuminas (Rsns), una serie de proteínas espumantes y estabilizadoras de las cuales destacan la Rsn-2, la Rsn-3, la Rsn-4 y la Rsn-5. Para ello se diseñaron y sintetizaron químicamente un conjunto de genes sintéticos para la producción de las proteínas en E. coli. A partir de las proteínas se creó una fórmula utilizando distintas proporciones de las Rsns recombinantes. Finalmente, se realizaron pruebas controladas contra fuegos provenientes de distintos combustibles y utilizando las fórmulas elaboradas para apagarlos, en donde se obtuvieron resultados favorables en comparación con el agua utilizada como control.*

*Palabras clave: surfactante, ranaspuminas, medio ambiente, Biología sintética, circuito genético, producción recombinante*

## ABSTRACT

*A large amount of Mexican ecosystems and communities are constantly threatened by different types of fires; and although one of the strategies to combat them are firefighting foams, some of them usually contain fluorosurfactants, toxic and bioaccumulative chemicals. For this reason, it is proposed to elaborate an environmentally friendly biological firefighting foam through the use of genetic engineering techniques and the recombinant production of froaspumins (Rsns), a series of foaming and stabilizing proteins of which Rsn-2, Rsn-3, Rsn-4 and Rsn-5 stand out. For this purpose, a set of synthetic genes for the production of the proteins in E. coli were designed and chemically synthesized. From the proteins, a formulation was created using different ratios of the recombinant Rsns. Finally, controlled tests were carried out against fires coming from different fuels and using the formulas developed to extinguish them, where favorable results were obtained in comparison with the water used as a control.*

*Keywords: surfactant, ranaspumins, environment, synthetic Biology, genetic circuit, recombinant production.*

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, ha existido un aumento en la incidencia e intensidad de incendios forestales y periurbanos. Una de las principales estrategias para su combate son las espumas contra incendios, pero algunas contienen fluorosurfactantes, químicos dañinos para los ecosistemas y los seres humanos. Para la realización del presente trabajo se aplicó la ingeniería biológica para la elaboración de una espuma contra incendios biodegradable y amigable con el ambiente. Para ello se llevó a cabo la producción recombinante de ranaspuminas (Rns), proteínas originarias de *Engystomops pustulosus*, una rana endémica de la región latinoamericana que deposita sus huevos en un nido altamente estable hecho de dicho material. Para hacer esto posible, se diseñaron genes sintéticos para producir las proteínas en la bacteria *E. coli* y se evaluó su eficiencia en la extinción de incendios de manera controlada, en donde un formulado de ranaspuminas mostró ser más eficiente que el control utilizado. Este proyecto busca contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 9, 13, 15 y 17 de la ONU.

## MARCO TEÓRICO

La gravedad de los incendios forestales y periurbanos ha incrementado recientemente, afectando a los ecosistemas y a la sociedad con mayores temperaturas y menos precipitaciones (Mahmoud y Chulawat, 2018; Calleja Peláez, 2019; Friesen, 2019). Tan solo en Nuevo León se reportaron más de 5,000 incendios en el año 2020 (Bomberos de Nuevo León, 2020), causando daños al patrimonio y a la salud en zonas de mayor vulnerabilidad (Mahmoud y Chulawat, 2018, Ortega, *et al.*, 2021).

Para que un incendio ocurra, este requiere de cuatro factores: oxígeno, energía, combustible y la reacción en cadena que los conecte a todos ellos. Los métodos de extinción de incendios se centran en combatir alguno de esos factores buscando evitar su reignición (Voelkert, 2009; Pacheco, *et al.*, 2014). Uno de dichos métodos es el uso de las espumas anti-incendios, que contienen agentes espumantes y estabilizadores que, al mezclarse con agua, forma la espuma mediante una disrupción mecánica, que a su vez extingue el fuego, impidiendo el acceso de este al oxígeno. Las espumas anti-incendios se clasifican según el tipo de fuego que combaten: las tipo A para combustibles sólidos, y las tipo B para combustibles líquidos. Sin embargo, estas espumas contienen fluorosurfactantes, químicos que han causado alerta en últimos años (EPA, 2020; Peshoria, *et al.*, 2020).

Debido a lo anterior, se han buscado nuevas alternativas que eliminen el uso de fluorosurfactantes, y particularmente en la biotecnología se han analizado nuevas biomoléculas para reemplazar a los químicos dañinos. Las ranaspuminas (Rns) son proteínas secretadas por ranas de la familia Leptodactylidae, y confieren a la espuma que secretan sus características particulares (Fleming, *et al.*, 2009; Cooper, *et al.*, 2017). Existen seis ranaspuminas distintas (Rsn 1-6), de las que la Rsn-2 es aquella que cuenta con características

surfactantes supuestamente debido a un cambio conformacional en su estructura (Cooper, et al., 2017). Por otro lado, se ha propuesto que las Rsns 3-6 pueden alargar la durabilidad de la espuma a través de un posible anclaje a una matriz de carbohidratos, y una interacción adicional con la Rsn-2 (Cooper, et al., 2017; Fleming, et al., 2009). Considerando las características de estas proteínas, se propone el desarrollo de una espuma anti-incendios mediante la producción y purificación de ranspuminas recombinantes en *E. coli*.

## MÉTODOS

Con base en las secuencias nucleotídicas previamente reportadas en las bases de datos disponibles (Fleming, et al., 2009), se diseñaron *in silico* un grupo de genes sintéticos para la producción de las Rsns 2-5 de manera recombinante en *E. coli*, que fueron posteriormente sintetizados químicamente por la empresa Twist Biosciences. Las secuencias de los genes se clonaron en el vector pSB1C3 del Registro de Partes Biológicas Estándar de la fundación iGEM, usando las enzimas de restricción *EcoRI* y *PstI*. Se generaron clonaciones independientes para Rsn-2, Rsn-3 y Rsn-4-5 en el vector y se transformaron genéticamente bacterias *Escherichia coli* Top10 calcio competentes con ellos. Posteriormente, los genes se subclonaron en el plásmido pSB3K3, también del Registro de Partes Biológicas Estándar de la fundación iGEM para generar 3 cepas independientes con los nuevos vectores: uno con Rsn-2, otro con Rsn-3, y uno con Rsn-3-5. Las construcciones genéticas se confirmaron mediante un análisis de electroforesis en gel de agarosa al 0.8%.

Para obtener las proteínas, se utilizó el protocolo de Meyer et al. (2018), inoculando primeramente 1 mL de bacterias sembradas la noche anterior en 100 mL de medio LB, y se incubaron a 37 °C por dos horas en agitación constante a 200 rpm. Después de dos horas se agregó ácido vanílico, el inductor utilizado para producción proteica en este proyecto. Luego se centrifugaron los cultivos a 5,500 rpm por 10 minutos a 4 °C y se agregó buffer LE con inhibidores de proteasas (50 mM NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 300 mM NaCl, pH 8, 8 µL inhibidores de proteasas 0.1 µM 1X). Posteriormente, se sonicaron las muestras y se centrifugaron los lisados a 5,500 rpm por 15 min a 4 °C, y se separaron los sobrenadantes para medir sus respectivas concentraciones por absorción de UV a 280 nm utilizando el equipo Thermo Scientific™ NanoDrop 2000.

Posteriormente, se probaron dos métodos de producción de la espuma para Rsn-2, Rsn-3 y Rsn-3-5: el primero mediante la agitación manual de los extractos por 30 segundos en tubos de centrifuga de 15 mL; y el segundo mediante la transferencia a presión de los extractos de a través de la boquilla de una jeringa de 10 mL a un tubo de centrifuga de 15 mL. Para esto se utilizaron 5 mL de los extractos totales de bacterias sonicadas para cada proteína. Se utilizaron extractos proteicos de bacterias *E. coli* como control negativo del experimento. Posteriormente, se efectuó la agitación manual y a presión de las distintas espumas y se registró el volumen generado por cada una de

ellas utilizando la escala de mL del tubo de centrifuga de 15 mL. Una vez determinado el método de espumabilidad ideal, se igualaron las concentraciones de cada proteína realizando una serie de diluciones. En estos ensayos se utilizó detergente SDS como control positivo y agua como control negativo. De igual manera, se registró el volumen de espuma generado y el tiempo que tardaba en disminuir.

Luego se realizaron ensayos que permitieran evaluar las concentraciones ideales que cada una de las proteínas Rsn-2-5 deberían tener en la formulación de espuma propuesta. Para ello se generaron tres soluciones con combinaciones distintas: la primera utilizando una proporción de 1/3 Rsn-2, 1/3 Rsn-3 y 1/3 Rsn-3-5 (Solución 1); la segunda utilizando una proporción de 2/4 Rsn-2, 1/4 Rsn-3 y 1/4 Rsn-3-5 (Solución 2); y la tercera utilizando una proporción de 3/5 Rsn-2, 1/5 Rsn-3 y 1/5 Rsn-3-5 (Solución 3). En este caso, se aplicó el método de agitación manual para la producción de espuma para las tres formulaciones, empleando SDS como control positivo y agua como control negativo; se registró el volumen de la espuma generado y el tiempo que tardaban en disminuir.

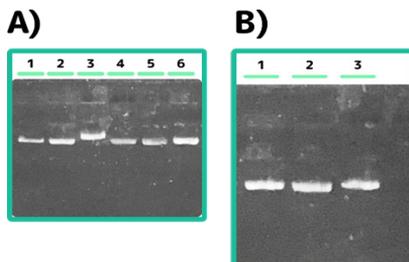
Posteriormente, se realizaron una serie de pruebas del producto elaborado con la finalidad de evaluar su efectividad en el combate contra distintos tipos de incendios en un ambiente controlado. Estos ensayos se realizaron con el apoyo y la supervisión de personal de bomberos del municipio de San Nicolás de los Garza en Nuevo León. Para ello se realizaron cinco pruebas distintas en las que se utilizó la fórmula de espuma creada frente a dos fuegos del tipo A, papel y textiles; y tres tipos B, gasolina, thinner y etanol al 70%.

Con el apoyo del personal de bomberos y portando el equipo de protección adecuado, se encendieron los materiales combustibles utilizando un encendedor al momento de realizar las pruebas. Posteriormente, se aplicó la espuma a los materiales combustibles uno por uno de manera independiente. La evaluación de la efectividad de la fórmula se realizó de manera cualitativa, aplicando la observación y evaluando la capacidad del fuego de reiniciarse o apagarse completamente después de haber aplicado el producto generado y el control utilizado (agua).

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

La clonación de las construcciones genéticas sintéticas en el vector de clonación pSB1C3 fueron analizadas por medio de una electroforesis en gel de agarosa al 0.8%. En la Figura 1 se pueden observar bandas de gran intensidad correspondientes al material genético plasmídico de las tres construcciones genéticas independientes.

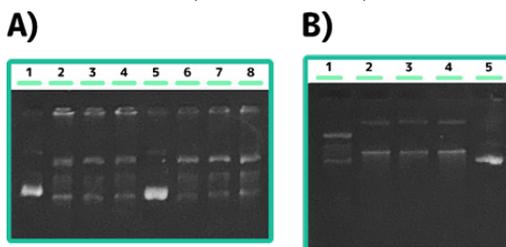
Figura 1: ADN plasmídico de las tres construcciones genéticas sintéticas (Rsn-2, Rsn 3 y Rsn 4-5) en el vector pSB1C3.



A) Carriles 1-3 corresponden a la extracción de ADN plasmídico de pSB1C3 con Rsn-2 y los carriles 4-6 a la extracción de ADN plasmídico de pSB1C3 con Rsn-3. B) Carriles 1-3 ] corresponden a la extracción de ADN plasmídico de pSB1C3 con Rsn-4-5. Fuente: Fotografía propia.

De igual manera, la subclonación en el vector de expresión pSB3K3 fue analizada por medio de una electroforesis en gel de agarosa al 0.8%. En la Figura 2, las bandas correspondientes a las construcciones en el vector pSB3K3 se muestran con una intensidad menor a aquellas de las construcciones en el vector pSB1C3, esto debido a las características propias de los vectores utilizados.

Figura 2: ADN plasmídico de las tres construcciones genéticas sintéticas (Rsn-2, Rsn 3 y Rsn 3-5) en el vector pSB3K3.



A). En el carril 1 se muestra la extracción de ADN plasmídico de pSB1C3 con Rsn-2 (control), en los carriles 2-4 se muestra la extracción de ADN plasmídico de pSB3K3 con Rsn-2, en el carril 5 se muestra la extracción de ADN plasmídico de pSB1C3 con Rsn-3 (control) y en los carriles 6-8 se muestra la extracción de ADN plasmídico de pSB3K3 con Rsn-3. B). En el carril 1 se muestra la extracción de ADN plasmídico de pSB3K3 con Rsn-3 (control), los carriles 2-4 corresponden a la extracción de ADN plasmídico de pSB3K3 con Rsn-3-5 y el carril 5 corresponde al ADN plasmídico de pSB1C3 con Rsn-4-5 (control). Fuente: Fotografía propia

Posterior a la inducción de la producción de las proteínas, se evaluaron los métodos de formación de espuma, donde se determinó la agitación manual por 30 segundos como el método más efectivo (Figura 3). La espumabilidad se midió dividiendo el volumen de espuma observado entre el volumen de solución utilizado en el experimento (5 mL), en donde se observó una mayor espumabilidad con el método de agitación manual (A) comparado con el método de propulsión con jeringa (J)

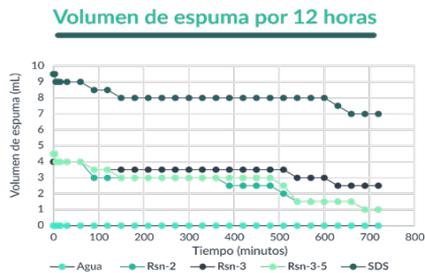
Figura 3: Métodos de espumabilidad por agitación manual (A) y propulsión con jeringa (J)



Se muestra la espumabilidad mostrada por cada una de las proteínas con ambos métodos, agitación manual (A) y transferencia a presión con una jeringa (B) Fuente: Elaborada con los datos obtenidos.

A continuación, se evaluó la estabilidad de la espuma generada por cada Rsn por 12 horas, en donde la Rsn-3-5 tuvo mayor durabilidad (Figura 4). En la imagen se puede observar la progresión de volumen por un periodo de 12 horas; las mediciones fueron realizadas cada 30 minutos.

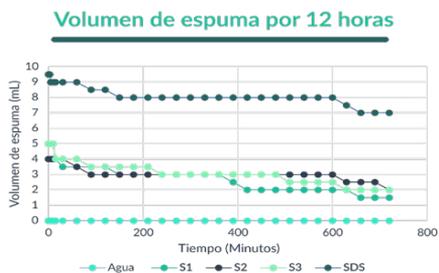
Figura 4: Volumen de espuma con concentraciones iguales de las Rsn 2, Rsn 3 y Rsn 3-5.



Se igualaron las concentraciones de cada proteína y se midió el volumen de espuma a lo largo de 12 horas comparadas contra un control negativo (agua). Fuente: Elaborada a partir de los datos

Subsecuentemente, se probaron 3 soluciones de Rsn diferentes y se evaluó su estabilidad por 12 horas (Figura 5), en donde la Solución 2 (2/4 Rsn-2, 1/4 Rsn-3 y 1/4 Rsn-3-5) mostró los mejores resultados.

Figura 5: Volumen de espuma de las tres soluciones de Rsns evaluadas.



Se midió el volumen de espuma generado por tres soluciones con diferentes proporciones de Rsns a lo largo de 12 horas. Fuente: elaborada a partir de los datos.

Finalmente, en las pruebas de fuego, la Solución 2 fue aquella que mostró ser más eficiente contra fuegos de tipo A, en donde se utilizó el papel como combustible; y fuegos de tipo B, en donde se utilizó gasolina y thinner como combustibles. No obstante, en fuegos tipo A que utilizaban la estopa como combustible, esta logró humedecer el material pero no extinguir el incendio; y en el caso de fuego tipo B que utilizaba el etanol al 70% como combustible, no se apagó el fuego. En todos los demás casos, la Solución 2 mostró una mayor o igual eficiencia en comparación con el control utilizado (agua).

Figura 6: Pruebas de fuego



Las pruebas se realizaron con apoyo de personal de bomberos con el equipo de protección requerido.

La espuma se probó contra fuegos de tipo A y B. Fuente: Fotografía propia

## CONCLUSIONES

De esta manera se generó un extracto de proteínas con la capacidad de extinción de incendios tipos A y B como potencial espuma biológica para sustituir a las espumas que actualmente para el combate contra incendios y que contienen productos contaminantes. Esto mediante el diseño de un grupo de genes sintéticos *in silico* y la producción recombinante de Rsn-2-5 de *E. pustulosus* en *E. coli*. Se caracterizó su capacidad surfactante y estabilizadora para evaluar una solución de extractos proteicos que mostraran la mayor espumabilidad, estabilidad y efectividad. Finalmente, se analizó la capacidad de extinción de dicha solución frente a distintos tipos de incendios, logrando controlar de mejor manera aquellos incendios tipo A causados por la gasolina y el thinner como combustibles.

## REFERENCIAS

- Mahmoud, H., y Chulahwat, A. (2018). Unraveling the complexity of wildland urban interface fires. *Scientific Reports*, 8(1), 1-12.
- Bomberos de Nuevo León. (2020). Estadísticas. Recuperado de: <https://bomberosnuevoleon.org/#estadisticas>
- Callega Peláez, B. (2019). Reconstrucción histórica de incendios forestales mediante técnicas dendrocronológicas en el cerro El Potosí, Nuevo León [Tesis de Grado de Maestría]. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Friesen, R. (2019). Post-fire successional response of Lepidoptera communities in the Sierra Madre Oriental mountain range [Tesis de Grado de Maestría]. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Ortega Montoya, C. Y., López-Pérez, A. O., Ugalde Monzalvo, M., y Ruvalcaba Sánchez, M. L. G. (2021). Multidimensional Urban Exposure Analysis of Industrial Chemical Risk Scenarios in Mexican Metropolitan Areas. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), 5674.
- Voelkert, J.C. (2009). Fire and fire extinguishment, a brief guide to fire chemistry and extinguishment theory for fire equipment service technicians. AMEREX fire.
- Pacheco, A.P., Claro, J. y Oliveira, T. (2014). Rekindles or one- quality in forest fire fighting: validating the pressure on firefighters and implications for forest fire management in Portugal. *On Advances in forest fire research*, 370. doi:10.14195/978-989-26-0884-6\_99
- EPA (2020). EPA PFAS Action Plan: Program Update [Archivo PDF]. Estados Unidos. Recuperado de: [https://www.epa.gov/sites/production/files/2020-01/documents/pfas\\_action\\_plan\\_feb2020.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2020-01/documents/pfas_action_plan_feb2020.pdf)
- Fleming, R. I., Mackenzie, C. D., Cooper, A., y Kennedy, M. W. (2009). Foam nest components of the turgara frog: a cocktail of proteins conferring physical and biological resilience. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 276(1663), 1787-1795.
- Cooper, A., Vance, S. J., Smith, B. O., y Kennedy, M. W. (2017). Frog foams and natural protein surfactants. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 534, 120-129.
- Meyer, A. J., Segall-Shapiro, T. H., Glassey, E., Zhang, J., & Voigt, C. A. (2018). *Escherichia coli* "Marionette" strains with 12 highly optimized small-molecule sensors. *Nature Chemical Biology*, 15(2), 196-204.

# FABRICACIÓN DE DISPOSITIVOS DE FIJACIÓN USANDO MANUFACTURA ADITIVA PARA TRAUMATISMOS CRANEOENCEFÁLICOS

Peña-Peña, José Fernando  
Moreno-Pérez, Luis Carlos  
Ruiz.Aguilar, Criseida

Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Juriquilla (ENES - UNAM)  
Querétaro

Nivel Superior  
Área: Ciencia de los Materiales

## RESUMEN

*El traumatismo craneoencefálico representa un problema de salud en México, ya que es una de las primeras diez causas de muerte que afectan a la población desde 1990, según estadísticas presentadas por el Instituto Nacional de Estadística Geográfica (INEGI). Una alternativa para solucionar esta problemática es mediante el uso de materiales biocompatibles, que cumplan con propiedades físicas, químicas y mecánicas para ser usados como dispositivos de fijación en estructuras craneales de pacientes que lo requieran. Por otro lado, la técnica de impresión 3D por estereolitografía una alternativa eficiente de manufacturar piezas tridimensionales con diferentes geometrías y tamaños con alta precisión, acabado superficial y mayor rapidez. El presente proyecto, tuvo como objetivo manufacturar dispositivos de fijación para tejidos óseos usando la resina comercial Biomed Clear, así como caracterizar fisicoquímica y mecánicamente los dispositivos de fijación fabricados por impresión 3D por estereolitografía y finalmente evaluar in vitro la bioactividad, la eficacia y los posibles efectos secundarios de degradación de la resina en fluidos corporal simulado (SBF) y líquido cefalorraquídeo simulado (LCF).*

*Palabras clave:* Craneoplastia, impresión 3D, biomateriales, dispositivos, fijación.

## ABSTRACT

*Head trauma represents a significant health problem in Mexico since it has been one of the top ten causes of death since 1990, according to statistics presented by the National Institute of Geographic Statistics (INEGI). An alternative to solve this problem is using biocompatible materials, which comply with physical, chemical, and mechanical properties to be used as fixation devices in cranial structures of the patient who requires it—the technique of 3D printing by stereolithography, an efficient alternative to manufacturing three-dimensional parts with different geometries and sizes with high precision, surface finish, and more incredible speed. The objective of this project was to manufacture fixation devices for bone tissues using the Biomed Clear commercial resin, as well as to characterize the fixation devices manufactured by 3D printing by stereolithography physicochemically and mechanically, and finally to evaluate in vitro the bioactivity, the efficacy and the possible side effects of resin degradation in simulated body fluids (SBF) and simulated cerebrospinal fluid (CSF).*

*Keywords:* Cranioplasty, 3D printing, biomaterials, devices, fixation.

## INTRODUCCIÓN

El traumatismo craneoencefálico perjudica a la salud pública de la población mexicana, que se ve manifestado en la mortalidad y/o morbilidad masiva. De acuerdo con los datos reportados por el INEGI, desde 1990 se ha convertido en una de las primeras diez causas de mortalidad (Cabrera Rayo et al., 2009). Por tal razón surge la necesidad de investigar nuevos tipos de dispositivos de fijación tales como: suturas, tornillos, grapas y/o placas craneales que promuevan el tratamiento y recuperación del individuo frente a esta clase de padecimientos. Así mismo, es importante la caracterización de los dispositivos de fijación mencionados previamente, para garantizar las propiedades mecánicas y biológicas que aseguren la calidad y eficiencia de los dispositivos de fijación, así como ayuden a mejorar la calidad de vida de la población mexicana contribuyendo a crear una sociedad saludable y con mayor esperanza de vida.

La resina *Biomed Clear* es un material fotopolimerizable fabricado por la empresa *Formlabs*, cuyas aplicaciones están enfocadas en el sector odontológico. Esta resina es esterilizable en autoclave y biocompatible para la impresión de implantes dentales, mostrando calidad, precisión y rendimiento de las piezas (Pagac et al., 2021).

El objetivo principal del presente proyecto fue evaluar las propiedades fisicoquímicas, mecánicas y biológicas *in vitro* acelulares de la resina comercial *Biomed Clear*.

Los dispositivos impresos por estereolitografía para aplicaciones en craneoplastia obtenidos en la presente investigación, presentaron resultados de resistencia mecánica adecuados para aplicaciones de fijación de tejido craneal de forma temporal. Se suma que los estudios de las muestras evaluadas *in vitro* en fluidos corporales simulados en SBF y LCF mostraron que los dispositivos de fijación presentan una alta bioactividad a partir del día 7. Concluyendo que la resina *Biomed Clear* es un material que se puede usar para la producción de dispositivos de fijación temporales craneales debido a los resultados mostrando en los valores de resistencia a la flexión y tracción, los cuales se encuentran cercanos a los del hueso cortical, evitando la presentación de reacciones secundarias en el tejido circundante o la presentación de reacciones inflamatorias locales o sistémicas del paciente.

## MARCO TEÓRICO

Las propiedades mecánicas de un material evalúan el comportamiento que presenta la estructura atómica del material cuando se aplican fuerzas mecánicas externas. Dependiendo de la naturaleza de la fuerza aplicada en el dispositivo de fijación, el estudio mecánico puede ser estático o dinámico (Bhargava y Sharma (2011)). La estereolitografía, es una técnica de manufactura aditiva que consta de tres componentes básicos: una fuente de luz ultravioleta de alta intensidad una resina líquida fotocurable que contiene monómeros y oligómeros, y un sistema de control que dirige la fuente de luz para iluminar la resina de forma selectiva (Rybicki y Grant (2017)). De manera general, la luz ultravioleta inicia una reacción química en la resina, que causa la polimerización de los monómeros y oligómeros (Rybicki y Grant (2017)), proceso conocido como *fotopolimerización*.

La aplicación de suturas craneales requiere de un material capaz de soportar los esfuerzos en flexión y tensión a los que sería sometido durante la fijación craneal. En la actualidad se utiliza una variedad de materiales para realizar las suturas, entre los que podemos encontrar el titanio, hidroxiapatita, metil-acrilatos, compuestos de alúmina e hidroxiapatita (Shan, 2014). Las propiedades mecánicas requeridas para los dispositivos de fijación (suturas, placas o grapas) poseen un rango de valores amplios, los cuales dependen en gran medida por la diferencia de materiales utilizados. Por ejemplo, el Polimetilmetacrilato (PMMA) es un material que ya se ha implantado en pacientes para estudios pilotos (Basu, 2021). Se ha encontrado que algunos cementos óseos basados en el PMMA soportan alrededor de 40 MPa (Rivis, 2018). Asimismo, las pruebas *in vitro* acelular nos permiten analizar la respuesta del tejido huésped en cuanto a sus propiedades fisicoquímicas y biológicas, simulando las condiciones del organismo vivo (pH=7.4; 36.5 °C). Las condiciones *in vitro* acelulares tienen el objetivo de analizar las posibles reacciones de bioactividad que se podrían presentar en el paciente bajo condiciones estáticas. (Kirkpatrick & Mittermayer, 1990). La evaluación de SBF y LCR, se enfoca en simular el comportamiento del pH del plasma sanguíneo y líquido cefalorraquídeo mediante una solución acuosa de iones presentes en los fluidos corporales mencionados previamente y la respuesta de bioactividad del biomaterial para analizar la degradación en función del pH y la pérdida de masa (Yilmaz et al., 2020).

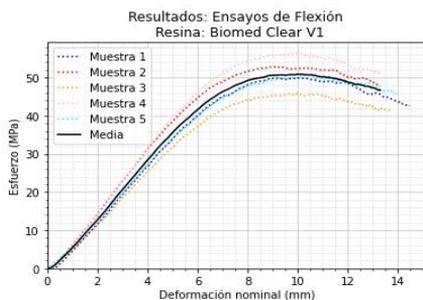
## MÉTODOS

Todas las impresiones de las probetas para la evaluación mecánica se realizaron en una impresora Form 3B+ de *FormLabs*. Las pruebas mecánicas realizadas en la presente investigación fueron realizadas bajo los estándares de la Sociedad Estadounidense para Pruebas en Materiales, por sus siglas en inglés, ASTM en el Laboratorio de Pruebas Mecánicas de CFATA-UNAM. Para los ensayos de flexión a tres puntos, se utilizó el estándar ASTM-790, se utilizó una  $n=5$  con probetas de 12.7x 50.8 x 1.27 mm. Se utilizó la máquina Zwick/Roell modelo Z005. Las probetas se colocaron con una separación de 40 mm entre los soportes, los ensayos se realizaron sin una carga inicial a una velocidad de 5 mm/min. Las preparaciones de simulación de fluido corporal, por sus siglas en inglés, SBF y Líquido Cefalorraquídeo simulado, LCR, se realizaron de acuerdo con los protocolos de Kokubo & Takadama, 2006 e Irani, 2009, respectivamente. Las muestras, cuyas dimensiones fueron de 2 mm de altura y 10 mm de diámetro, se sumergieron en viales de 15 ml con los fluidos simulados corporales mencionados previamente a diferentes tiempos de inmersión: 1, 3, 7, 14 y 21 días a 36.5 °C. Finalmente, se seleccionaron cinco muestras sumergidas para ser analizadas en el laboratorio de microscopía electrónica de barrido (SEM) en el Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada (CFATA) con certificado en la Norma ISO9001:2015.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1, muestra las curvas esfuerzo-deformación de la resina Biomed Clear del comportamiento de flexión de la resina.

Figura 1. Curva esfuerzo-deformación de la resina Biomed Clear en flexión.



Fuente: Diseño propio.

El esfuerzo máximo de todas las muestras fue de 56.38 MPa, donde la media de las 5 muestras fue de 51.136 MPa. En donde se puede observar que la resina Biomed Clear posee propiedades similares a algunos cementos óseos fabricados como la hidroxiapatita (HA), así como mostrando valores cercanos a los del PMMA.

En la Figura 2 se observa que el esfuerzo máximo, el cual se encuentra en un rango entre los 81.7 y 85.5 MPa, siendo la media del esfuerzo máximo es de 84.44 MPa. Mejorando el valor de esfuerzo máximo de implantes fabricados con PMMA, los cuales soportan alrededor de 30.7 MPa (Basu, 2021). Resaltando que la resina *Biomed Clear* muestra valores más altos a un menor costo, así como, la capacidad de personalizar y fabricar dispositivos de fijación en un tiempo menor.

Figura 2. Curva esfuerzo-deformación de la resina Biomed Clear en tensión.

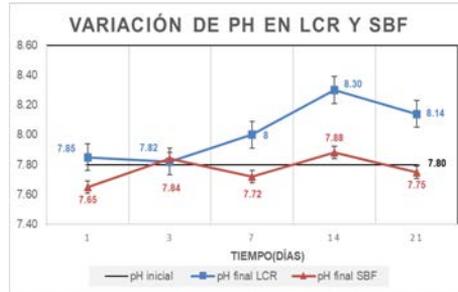


Fuente: Diseño propio.

En la evaluación *in vitro* acelar, se obtuvieron los resultados de pH de cinco muestras representativas sumergidas en SBF y LCR (ver Figura 3). Ambos fluidos coincidieron con un pH inicial de 7.80 - 7.88, cuyo rango simula el pH neutro entre 7.40 - 7.80. En contraste, se observó que el material se degradó a tal punto de incrementar el valor de pH = 8.30 sumergido en LCR a 14 días. En este mismo tiempo, se aumentó a pH = 7.88 sumergido en SBF. Basándonos en lo anterior se encontró que el material después de los 7 días de inmersión incrementó el pH a

valores arriba de 8.0 sin embargo conforme pasan los días se observa que baja el nivel de pH mostrando un equilibrio iónico entre el medio y la degradación del biomaterial (Figura 3).

Figura 3. Variación de pH a diferentes tiempos: 1, 3, 7, 14, y 21 días en SBF y LCR

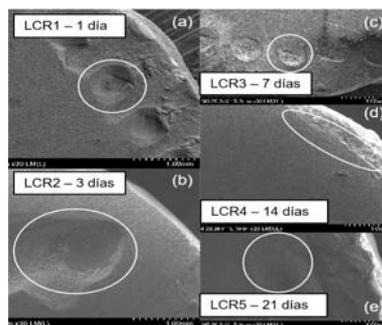


Fuente: Diseño propio.

Se observó que la resina *Biomed Clear* es capaz de degradarse entre los 7 y los 14 días, mostrando una pérdida de peso del 0.91% por semana en SBF y 1.68% en LCR, respectivamente. Por otro lado, en la figura 4 se muestran las imágenes obtenidas por Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) de cinco muestras representativas de la resina *Biomed Clear* sumergidas a 1, 3, 7, 14 y 21 días en LCR. En donde se puede apreciar la formación de cavidades superficiales en las muestras como resultado de la degradación del material en LCF (Figura 4a-4e) por efecto de la hidrólisis del polímero.

Figura 4. Resultados de imágenes de SEM de cada muestra sumergida en LCR a diferentes tiempos:

(a) 1 día, (b) 3 días, (c) 7 días, (d) 14 días y (e) 21 días. Fuente: Diseño propio.



## CONCLUSIONES

La resina *Biomed Clear* es un material que cuenta con características mecánicas adecuadas para ser usada en aplicaciones de craneoplastia mostrando valores por encima de materiales comerciales. Por otro lado, en la evaluación *in vitro* se observó que la resina tiene un comportamiento de

degradación mayor cuando se encuentra en el LCR a partir del primer y séptimo día con respecto al SBF. Es importante indicar que se obtuvieron resultados parciales de la resina *Biomed Clear* que indican la posibilidad de aplicarse en la manufactura de dispositivos de fijación para traumatismos craneoencefálicos. Sin embargo, el presente estudio se encuentra aún en proceso de completar el análisis de pruebas mecánicas, la caracterización de SEM de las muestras sumergidas en SBF, la evaluación *in vitro* con células y evaluación *in vivo* en los modelos animales para tener resultados complementarios que sustenten mejor la presente investigación.

## REFERENCIAS

- Akao M., Aoki H. & Kato K. Mechanical properties of sintered hydroxiapatite for prosthetic applications. *Journal of Materials Science*. 16, 809-812.
- Bagheri, A., y Jin, J. (2019, 4). Photopolymerization in 3d printing. *ACS Applied Polymer Materials*, 1, 593-611. Descargado de <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acscapm.8b00165> doi: 10.1021/acscapm.8b00165
- Basu, B., Bhaskar, N., Barui, S., Sharma, V., Das, S., Govindarajan, N., ... Tekkate Jagannatha, A. (2021). Evaluation of implant properties, safety profile and clinical efficacy of patient-specific acrylic prosthesis in cranioplasty using 3D binderjet printed cranium model: A pilot study. *Journal of Clinical Neuroscience*, 85, 132–142. doi:10.1016/j.jocn.2020.12.020
- Bhargava, A., y Sharma, C. (2011). *Mechanical Behaviour and Testing of Materials* (Vol. 3) (n.o April). Pea. Descargado de [https://books.google.com.my/books?id=p=average+molecular+weight+of+polymer+related+to+mechanical&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.my/books?id=p=average+molecular+weight+of+polymer+related+to+mechanical&source=gbs_navlinks_s)
- Cabrera Rayo, A., Martínez Olazo, Ó., Ibarra Guillén, A., Morales Salas, R., Laguna Hernández, G., & Sánchez Pompa, M. (2009). Traumatismo craneoencefálico severo. *Medigraphic Artemisa en Línea*, 23(2), 94–101.
- Callister, W. D. J. (2006). *Materials science and engineering: An introduction* (7th ed.). Utah: John Wiley & Sons, Inc.
- Espinal, L. (2012). *Porosity and its measurement*. John Wiley & Sons, Inc. Descargado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/0471266965.com129> doi: 10.1002/0471266965.com129
- Harper E.J., Behiri J.C & Bonefield W. (1995). Flexural and fatigue properties of a bone cement based upon polyethylmethacrylate and hydroxyapatite. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 6, 799-803.
- Irani, D. N. (2009). Properties and composition of normal cerebrospinal fluid. *Cerebrospinal fluid in clinical practice*, 69-89.
- Kaur, M., y Srivastava, A. K. (2002, 1). Photopolymerization: A review. *Journal of Macromolecular Science, Part C: Polymer Reviews*, 42, 481-512. Descargado de <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1081/MC-120015988> doi: 10.1081/MC-120015988
- Kirkpatrick, C. J., & Mittermayer, C. (1990). Theoretical and practical aspects of testing potential biomaterials *in vitro*. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 1(1), 9–13. <https://doi.org/10.1007/BF00705347>
- Mondschein, R. J., Kanitkar, A., Williams, C. B., Verbridge, S. S., y Long, T. E. (2017, 9). Polymer structure-property requirements for stereolithographic 3d printing of soft tissue engineering scaffolds. *Biomaterials*, 140, 170-188. doi: 10.1016/j.biomaterials.2017.06.005
- Pagac, M., Hajnys, J., Ma, Q. P., Jancar, L., Jansa, J., Stefek, P., & Mesicek, J. (2021). A review of vat photopolymerization technology: Materials, applications, challenges, and future trends of 3d printing. *Polymers*, 13(4), 1–20. <https://doi.org/10.3390/polym13040598>
- Rivis, Mircea & Pricop, Marius & Talpos, Serban & Ciocoiu, Robert & Antoniac, Iulian & Gheorghijă, Daniela & Trante, Octavian & Moldovan, Horatiu & Grigorescu, Gabriel & Saceleanu, Vicentiu & Mohan, Aurel George. (2018). Influence of the Bone Cements Processing on the Mechanical Properties in Cranioplasty. *Revista de Chimie - Bucharest- Original Edition-*. 69. 10.37358/RC.18.4.6243
- Rybicki, F. J., y Grant, G. T. (2017). *3d printing in medicine* (1.a ed. F. J. Rybicki y G. T. Grant, Eds.). Springer International Publishing. Descargado de <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-61924-8> doi: 10.1007/978-3-319-61924-8
- Salih, Sihama & Oleiwi, Jawad & Mohammed,T, Alaa. (2016). Investigation of Hardness and Flexural Properties of PMMA Nano Composites and PMMA Hybrids Nano Composites Reinforced by Different Nano Particles Materials used in Dental Applications. *Engineering and Technology Journal*. 34. 2838-2853.
- Shah, A. M., Jung, H., & Skirboll, S. (2014). Materials used in cranioplasty: a history and analysis. *Neurosurgical Focus*, 36(4), E19. <https://doi.org/10.3171/2014.2.FOCUS13561>
- Stewardson, D. A., Shortall, A. C., Marquis, P. M., & Lumley, P. J. (2010). The flexural properties of endodontic post materials. *Dental Materials*, 26(8), 730–736. doi:10.1016/j.dental.2010.03.017
- Yilmaz, B., Pazarcevirin, A. E., Tezcaner, A., & Evis, Z. (2020). Historical development of simulated body fluids used in biomedical applications: A review. *Microchemical Journal*, 155, 104713. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2020.104713>
- Yung, W. K. C., Ralph, B., Lee, W. B., & Fenn, R. (1997). An investigation into welding parameters affecting the tensile properties of titanium welds. *Journal of Materials Processing Technology*, 63(1-3), 759–764. doi:10.1016/s0924-0136(96)02719-7

# FIREFIGHTERS SAFETY (FS)

Hernández-Aguilar, Alma Iveth  
Irungaray-Renteria, Georgina Lisette  
Favela-Rodríguez, Mayra Guadalupe  
Guzmán-González, José Alfredo

Universidad Politécnica de Cuencamé

Nivel Superior. S

Área: Ciencias de la Ingeniería (CI)

## RESUMEN

La seguridad de las personas es un aspecto fundamental hoy en día, y una de las profesiones más nobles es la de bombero, sin duda alguna, en su día a día, hay diferentes situaciones que ponen en riesgo su salud e integridad. En este sentido, Firefighters Safety, se desarrolla con el fin de brindar apoyo a este sector tan importante en nuestra sociedad, el proyecto consta de un sistema de monitoreo inteligente adaptable a un casco, que permite recabar datos en tiempo de real de una cuadrilla de trabajo, en situaciones difíciles como incendios, derrumbes, sismos, etc. En este dispositivo se implementan diversos accesorios que hacen del mismo un elemento esencial e importante para la protección de cada integrante, así mismo, es capaz de llevar un control de la información tanto de manera individual como colectiva. Se incluyó un sensor que medirá la temperatura, ubicación, detectores de gases, alerta de sonido, luz led, y un módulo para la conexión vía Wi-Fi. Los dispositivos podrán conectarse a través de una red Wi-Fi y tendrán la capacidad de enviar los datos de manera individual utilizando la red GSM a una central de control, donde una persona podrá revisar en tiempo real los datos de cada dispositivo a través de una aplicación móvil, los posibles riesgos, amenazas e incluso situaciones de máximo riesgo con el fin de realizar acciones encaminadas a la protección de las personas.

Palabras claves: Dispositivo tecnológico, Aplicación Móvil, Sistema de monitoreo, Bomberos, Sensores

## ABSTRACT

The safety of people is a fundamental aspect today, and one of the noblest professions is that of firefighter. There are undoubtedly different situations in their day-to-day life that put their health and integrity at risk. In this sense, Firefighters Safety, is developed in order to provide support to this sector so important in our society, the project consists of a system of intelligent monitoring adaptable to a helmet, that allows to collect data in real time of a crew of work, in difficult situations such as fires, landslides, earthquakes, etc. In this device various accessories are implemented that make of it an essential element and important for the protection of each member, likewise, it is able to carry a control of the information both individually and collectively. Included was a sensor that will measure temperature, location, gas detectors, sound alert, led light, And a module for Wi-Fi connection. The devices will be able to connect via a Wi-Fi network and will also have the ability to send data individually using the GSM network, these will be sent to a control center, where a person can review real-time data on each device via a mobile app, potential risks or threats, and even maximum risk situations to take action to protect people.

Keywords; Technological device, Mobile Application, Monitoring system, Firefighters, Sensors

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto, consistente en un dispositivo que se amolda a cualquier casco, cuenta con distintos accesorios útiles para detectar coordenadas de ubicación GPS, tecnología que permite establecer el posicionamiento de cada integrante que porte el dispositivo, además es posible detectar tres tipos de gases; el gas butano, propano y monóxido de carbono, este es llamado “el asesino silencioso”, utiliza múltiples mecanismos de toxicidad que explican sus potenciales efectos adversos en la salud humana (Téllez, 2006).

En este sentido, además de obtener información de la cantidad de los gases mencionados el dispositivo es capaz de encender una alarma de sonido. De igual manera brinda información sobre la temperatura a la que se exponen los bomberos ya que normalmente son muy elevadas. Por último, otra de las funcionalidades es medir la intensidad de luz para encender automáticamente la linterna en caso de realizar su labor en situaciones externas a los incendios tales como búsquedas nocturnas.

La implementación de *Firefighters Safety* se centra en obtener estadísticas en tiempo real de un grupo o cuadrilla de personas, mostrando una alerta sobre posibles situaciones de riesgo, dichos datos pueden ser monitoreados por una central, misma que podrá tener acceso a las condiciones en las que se encuentra cada bombero en una situación de riesgo, esto mediante la utilización de una aplicación móvil.

El objetivo general del proyecto es diseñar un dispositivo inteligente, adaptable a un casco para bomberos para llevar el control y monitoreo de los riesgos en los que se encuentran estas personas, de forma que estos datos se puedan procesar y analizar mediante el uso de una aplicación móvil para ayudar a disminuir y prevenir posibles riesgos a la salud e integridad física de los bomberos.

## MARCO TEÓRICO

La creación de un dispositivo tecnológico capaz de auxiliar en situaciones de riesgo beneficia, en todos los casos, al personal que acude a estos incidentes, es decir, los bomberos. El Cuerpo de Bomberos es una fuerza de protección para la ciudadanía de un país que, por su rol y función, reviste vital importancia para la comunidad (Piedimonto, 2018).

Existen algunos equipamientos para los bomberos, algunos de ellos son el overol, el casco y las botas. En palabras de Ángel (2015), los cascos contra el fuego están fabricados de materiales resistentes al calor y son durables para proteger a los bomberos de las altas temperaturas y la caída de objetos. Antiguamente, los cascos, en su mayoría, se hacían según modelos militares, pero hoy en día se han convertido en un elemento especialmente diseñado que aporta la mayor comodidad y protección posible, para Campoverde (2018) quien da a conocer que los cascos contra incendios están diseñados para proteger la cabeza contra la caída de objetos y piezas volantes.

Los bomberos enfrentan riesgos constantemente al realizar sus labores, según Camerino (2008), enfrentan altas temperaturas, exposición a riesgos eléctricos, ruidos, caídas... La profesión del bombero implica una serie de peligros que convierten a estos trabajadores en una población especialmente expuesta a los accidentes laborales y a las enfermedades profesionales. Su capacidad y estado físico son lo que más se resiente, mientras que las patologías más frecuentes son los trastornos del sistema respiratorio, la pérdida de audición, las enfermedades cardiovasculares y el cáncer. Además, muchas de las situaciones que viven originan el denominado estrés postraumático.

Por otro lado, al tratarse de un proyecto tecnológico, en *Firefighters Safety* se implementa *hardware*, término que, según Porto (2015), es que aquel está conformado por la unión de dos vocablos de la lengua anglosajona: *hard* que puede traducirse como "duro" y *ware* que es sinónimo de "cosas". Es decir, se define más que todo como el conjunto de los componentes que conforman la parte material (física) de una computadora.

Otro punto importante para el proyecto es el *software Arduino*, González (2016) lo define como una plataforma de programación electrónica de código abierto para todo tipo de usuario, es fácil de usar para los desarrolladores debido a su código, es accesible para quienes deseen usarlo y modificarlo.

Uno de los mayores riesgos que enfrentan los bomberos es soportar la presencia de gases tóxicos, para ello *Firefighters Safety* contará con distintos sensores para medir la cantidad de gases de tipo MQ, entre ellos se usan el MQ5, MQ6 y MQ9, los sensores mencionados pertenecen a la familia de sensores químicos, de acuerdo con Nagy (2020), un sensor químico es un dispositivo que transforma información química sobre una muestra, en una señal analíticamente útil.

## MÉTODOS

Para la realización del proyecto se implementó el modelo en cascada, el cual es considerado como el enfoque clásico para el ciclo de vida del desarrollo de sistemas, se puede decir que es un método puro que implica un desarrollo rígido, esta es una secuencia de actividades (o etapas) (Ho, 2020). La primera fase del modelo mencionado es la de requisitos, donde se usó la técnica de recolección de datos, una encuesta realizada en formulario de *Google*, en este sentido se diseñó un instrumento de medición consistente en una encuesta, la cual fue aplicada en redes sociales a un grupo de bomberos de diferentes partes del mundo, destacando Ecuador, Colombia, España, Venezuela, Argentina, Perú, Chile y México; se obtuvo un total de 65 respuestas. De acuerdo a los resultados obtenidos en la encuesta, se rechaza la hipótesis nula, con base a los siguientes estadísticos, donde se analizan algunas variables de control relacionadas con las funcionalidades del proyecto.

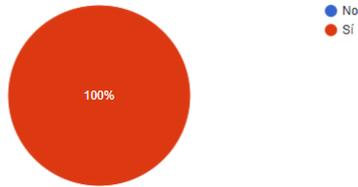


Ilustración SEQ Ilustración \\* ARABIC 1. Funciones inteligentes

Se preguntó a los encuestados sobre la necesidad de integrar funciones inteligentes como la ubicación, medición de gases y de temperatura ambiental de los integrantes del cuerpo de bomberos, la gráfica de la imagen muestra como resultados un porcentaje de 100% donde los encuestados confirman que el uso de sensores GPS, medición de gases y sensor de temperatura son útiles al realizar sus labores.

Una de las preguntas más importantes de la encuesta es; ¿se considera necesario un sistema para monitorear el área de trabajo del bombero y permitir recopilar los datos que arrojen los sensores del dispositivo? Donde de un total de 65 personas que contestaron la encuesta se obtienen los resultados siguientes:

10. ¿Consideras necesario un sistema para monitorear el movimiento de cada bombero cada que se presente un incendio?  
62 respuestas



Ilustración SEQ Ilustración \\* ARABIC 2. Sistema de Monitoreo

El 85.5% (54 personas) confirma que el sistema de monitoreo es viable y un 14.5% eligió la opción "tal vez", cabe mencionar que no se tuvo ninguna respuesta negativa en esta pregunta.

Además, se cuestionó, de manera general, la recomendación del dispositivo inteligente adaptable al casco, que suba los datos a la nube para después recopilarlos en una aplicación móvil. Se obtuvieron los siguientes resultados:

9. ¿Recomendarías el uso de un dispositivo inteligente adaptable a un casco que suba datos de situaciones de riesgo a una app de monitoreo y así se eviten daños mayores?  
64 respuestas



Ilustración 3. Recomendación del dispositivo

El 95.3% de la población encuestada afirma la recomendación para los bomberos del uso de un dispositivo capaz de recopilar datos de los posibles riesgos y sólo el 4.7% no aprueba la recomendación del mismo.

La siguiente fase es la de diseño, donde se planteó la adaptación de un dispositivo de manera que los sensores y demás componentes se encuentren distribuidos estratégicamente. Por consiguiente, en esta fase se determinan los pasos necesarios para el cumplimiento de los requerimientos del usuario, así como también el análisis para saber qué herramientas usar en la etapa de codificación.

Posteriormente, en la fase de prueba, una vez que se ha generado el código, comienza el análisis sobre la funcionalidad del prototipo. Esto indica, que, en primer punto, se debe de realizar una verificación de cada uno de los segmentos de código, para asegurar que los datos sean confiables y tengan un buen funcionamiento.

Finalmente, se realizó la fase de implementación y para esto existe un principal objetivo que es determinar su factibilidad desde el punto de vista técnico y proceder a fabricar el producto.

## RESULTADOS

En los resultados anteriores del análisis estadístico se puede observar que las variables: Efectividad del GPS, Importancia de la detección de gases, Recomendación del uso del dispositivo, Necesidad de sistema de monitoreo, Importancia de la implementación de una linterna; favorecen y aprueban las características de *Firefighters Safety*, a continuación, se realizó un análisis de cada variable.

“Efectividad del GPS”: se obtuvo una media de 54.06%, mediana de 60.90% y moda de 60.90%, dando como resultado la aprobación del sensor GPS de más de la mitad de la población.

“Importancia de la detección de gases”: la media es de 91%, mediana de 95.3% y moda de 95.3%, dado estos resultados se obtiene que es totalmente viable el uso de componentes que recopilan valores de distintos sensores de gas.

Los datos arrojados de la variable “Recomendación del uso del dispositivo”, son: la media es de 91%, mediana de 95.3% y moda de 95,3%, con estos datos se puede decir que es recomendable el uso de dicho dispositivo.

En “Necesidad de sistema de monitoreo”: la media es de 75%, la mediana de 85,5% y la moda de 85.5%, porque exactamente 53 personas afirman que es útil una aplicación como sistema de monitoreo.

Finalmente, dentro de la variable que representa la “Importancia de la implementación de una linterna”: la media es de 97%, mediana de 98.4% y moda de 98.4%, destacando que es la variable que obtuvo mayores respuestas positivas, por lo que el uso de una linterna cuyo funcionamiento sea tecnológico es indispensable en el dispositivo para bomberos.

## CONCLUSIONES

A lo largo del presente proyecto de investigación, se pudo constatar la importancia del mismo y los beneficios que aportará en su ámbito de aplicación, por lo que de acuerdo al análisis del desarrollo, como también a los datos recabados mediante los diferentes estadísticos, se considera que se ha logrado cumplir con el objetivo planteado, en el que se aborda la creación de la herramienta capaz de proporcionar seguridad para los bomberos mediante un dispositivo que se adapta al casco, donde se codificaron los diferentes tipos de sensores utilizados para establecer conexión a la base de datos *Firestore* y así recopilar la información para implementarla en la *app* móvil, con el propósito de monitorear a cada bombero mediante el dispositivo para poder tomar decisiones que ayuden a su rescate.

Una vez implementada la encuesta del presente proyecto, se cuenta con la información necesaria y suficiente que permite llegar a la siguiente conclusión: los datos arrojados en cada apartado prueban las características de *Firefighters Safety*, ya que este instrumento fue aplicado a miembros importantes del cuerpo de bomberos, destacando los siguientes puestos; comandante, capitán, bombero rescatista, bombero línea de fuego, Sargento, etc., es por eso que el proyecto es aplicable y beneficioso al sector de protección civil por su capacidad de prevención de daños mayores hacia los integrantes del cuerpo de bomberos. Cabe destacar que se ha trabajado arduamente con la coordinación de Protección Civil en Cuencamé, Durango, quienes además han brindado un reconocimiento al proyecto de investigación, por su funcionalidad y aplicación en sus actividades, a la vez que han apoyado el desarrollo del presente con datos e información útil para la investigación, así como facilitando el acceso a algunas de sus herramientas de trabajo, como lo es el casco, el cual fue de gran utilidad para la creación del dispositivo amoldable al mismo. Lo anterior denota, que en todo el proceso de desarrollo se ha trabajado con información fidedigna y apegada al contexto de los cuerpos de bomberos en nuestro país, garantizando la confiabilidad del dispositivo.

## REFERENCIAS

- Ángel, P., & Fernando, J. (2015). Estación de bomberos de la ciudad de Archidona (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
- Camerino, A. A. (2008). Bomberos: cómo enfocar la seguridad y salud en una profesión de especial riesgo. *Gestión práctica de riesgos laborales: Integración y desarrollo de la gestión de la prevención*, (50), 24-29.
- Cardiel Altemir, G. (2019). Desarrollo de una aplicación Fitness en el sistema operativo de Android con la plataforma *Firestore*.
- Ceja, J., Rentería, R., Ruelas, R., & Ochoa, G. (2017). Módulo ESP8266 y sus aplicaciones en el internet de las cosas. *Revista de Ingeniería eléctrica*, 1(2), 24-36.
- Jimbo Campoverde, A. D. C. (2018). Determinación del tipo de trauma más frecuente en pacientes de 18 a 45 años por accidentes en motocicleta, atendidos por el personal de atención prehospitalaria de las estaciones 4, 6 y 7 del Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, en el periodo enero-junio 2017 Trabajo de investigación previo a la obtención del grado de Licenciada en Atención Prehospitalaria y en Emergencias (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
- Nagy, AS, Polanco Risquet, A., Martínez de la Cotera, OL, & Carralero Ibargollen, O. (2020). Medición simultánea de gases con sensores MQ. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 41 (1), 34-43.
- Pacagui Vargas, C. A., & Celis Rey, D. A. (2021). Diseño e implementación de un prototipo de sistema domótico con programación en arduino.
- Piedimonte, F. R., & Depaula, P. D. (2018). Motivación y valores relativos al trabajo en bomberos voluntarios y remunerados argentinos. *LIBERABIT. Revista Peruana de Psicología*, 24(2), 277-294.
- Porto, J. P., & Merino, M. (2015). Definición de hardware.
- Téllez, J., Rodríguez, A., & Fajardo, A. (2006). Contaminación por monóxido de carbono: un problema de salud ambiental. *Revista de salud pública*, 8(1), 108-117.
- Zurita, O. G., Chilibingua, F., & Guanochanga, J. (2021). ART. 08 ART. 08 Implementación de un equipo de medición de variables eléctricas de bajo costo. *SUCRE REVIEW*, 2(2).

# FRUIT ECO PAPER

Romo-Hernández, Felipe de Jesús  
Robles-Santos, Emmanuel  
Silva-Muñoz, Ernesto Misael  
Chavez-Campos, Omar Alejandro

Centro de Enseñanza Técnica Industrial Plantel Colomos  
Guadalajara, Jalisco, México.

Nivel: Superior  
Área: Medio Ambiente

## RESUMEN

*Fruit Eco Paper, es un proyecto cuyo objetivo es reciclar cáscaras de fruta de toronja, mandarina, limón y sandía, desechos que producen gas metano, causando un impacto en el efecto invernadero. Asimismo, provocan la generación excesiva de nutrientes, los cuales terminan en los océanos, ocasionando el crecimiento excesivo de algas, fenómeno conocido como sargazo. Con ayuda de la creación de este nuevo producto se apoya en disminuir la tala de árboles, así como el gasto de agua e impacto causado por la industria papelera. Tras la realización del proceso experimental cuantitativo, cuyas variables fueron el tipo de cáscara de fruta como independiente y los mililitros de agua que se absorbe como dependiente, se destaca que este nuevo producto es capaz de competir en el mercado en cuanto a calidad y precio. A pesar de la existencia de toallas absorbentes ecológicas, Fruit Eco Paper puede ser un total éxito, esto se comprueba, gracias a la aprobación de la hipótesis. Un extra a destacar es el uso nulo de componentes químicos en la manufacturación de este proyecto, asegurando así que sea una alternativa mucho más ecológica que la que actualmente se conoce en el mercado, impactando beneficiosamente en la economía, sociedad y medio ambiente.*

*Palabras claves: toalla absorbente, cáscara de cítricos, calentamiento global.*

## ABSTRACT

*Fruit Eco Paper is a project whose main objective is to recycle grapefruit, tangerine, lemon and watermelon fruit peels, wastes that produce methane gas, which is causing an impact on the greenhouse effect. Furthermore, they also provoke the excessive generation of nutrients that end up in the oceans, originating the excessive growth of algae, a phenomenon known as sargassum. As a result of the creation of this new product, it will support reducing deforestation, as well as the needless use of water and the impact induced by the paper industry. After carrying out the quantitative experimental process, whose variables were the type of fruit peel as independent and the milliliters of water that is absorbed as dependent, it is highlighted that this new product is capable of competing in the market in terms of quality and price. Despite the existence of ecological absorbent towels, Fruit Eco Paper can be a total success, this is verified, thanks to the approval of the hypothesis. An extra to highlight is the zero use of chemicals in the manufacture of this project, thus ensuring that it is a much more ecological alternative than what is currently known in the market, beneficially impacting the economy, society and the environment.*

*Keywords: absorbing paper towel, citrus peel, global warming.*

## INTRODUCCIÓN

En los últimos 13 años, el ser humano ha acabado con más de 43 millones de hectáreas (*National Geographic*, 2023). Este proyecto busca solucionar todas las consecuencias que la industria papelerera trae consigo, comenzando la deforestación, siendo que esta industria es una de las principales causantes. Miguel Ángel Soto, responsable de la campaña de bosques de *Greenpeace*, asegura que el problema que más ha empeorado con el paso de los años y a medida que aumenta la producción de papel y la demanda de productos relacionados, es la tala excesiva de árboles (*Greenpeace*, 2021). De acuerdo con la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2021), menciona que la degradación de bosques contribuye a “casi un quinto de las emisiones de gases de efecto invernadero”.

El objetivo principal de este proyecto es elaborar un producto hecho a base de cáscaras de fruta que se asimile al papel absorbente, siendo amigable con el medio ambiente y teniendo la misma calidad que el papel absorbente de cocina presente en el mercado actual.

Por otro lado, la celulosa de madera utilizada para elaborar papel pasa por uno de estos procesos químicos de blanqueamiento, el de *al sulfato* o el de *al sulfito*. Estos usan compuestos con azufre, por cada tonelada de pasta producida se liberan 5 kilos de bióxido de azufre, causando lluvias ácidas (*Greenpeace*, 2021). *Fruit Eco Paper* contribuye a la producción sustentable de productos de limpieza al no usar compuestos químicos que usen como base el azufre y asimismo ayudando a disminuir la cantidad de agua y energía que se necesita para crearlos.

## MARCO TEÓRICO

En 2014, el gobierno de Jalisco comunicó que, la laguna de Cajititlán se contaminó por exceso de materia orgánica (Gobierno de Jalisco, 2014), es por esto que al elaborar un papel a base de materia orgánica como las cáscaras de fruta, puede reducir la contaminación de este y más cuerpos acuíferos. Otro problema que se combate es la deforestación, menciona el gobierno de México en su artículo “Implementan CONAFOR y PROFEPA acciones para combatir la deforestación en México”, que “La estimación de la tasa de pérdida anual en bosques y selvas de México, en el periodo de 1990 a 2015, registró una disminución del 51%”, (Gobierno de México, 2017), tomando en cuenta que la mayor parte del papel es producido por medio de la tala de árboles, con *Fruit Eco Paper* se puede evitar la tala, ya que como se menciona, se reutilizan las cáscaras que estaban destinadas a ser desperdicio.

En 2016, sin incluir el transporte, de todas las emisiones mundialmente, el 5% eran causadas por la gestión de desechos orgánicos, asimismo se agrega que la página de “Noticias ONU” menciona que los desechos orgánicos liberan gas metano y este afecta 24 veces más al

medio ambiente que gases como el CO<sub>2</sub> (ONU, 2018). Tomando en cuenta estos datos, se considera que el proyecto contribuye reduciendo la contaminación y el cambio climático.

El problema del sargazo causado por la producción de desechos orgánicos es una realidad, lo anterior lo asegura el periódico El País, en dos artículos habla sobre cómo los residuos como las cáscaras de fruta tienen efectos contaminantes en el aire y liberan una gran cantidad de nutrientes en la tierra cuando se pudren o descomponen, ya que desprenden gases tipo invernadero y nutrientes que evidentemente afectan a la fauna y flora de los distintos ecosistemas (El País, 2017).

En el segundo artículo se expone que el sargazo se genera principalmente debido al cambio climático y al exceso de nutrientes que terminan en los océanos y favorecen el crecimiento del alga *Sargassum fluitans* y *Sargassum natans*.

De la misma manera, se destaca que conforme a una investigación del periódico La Nación en 2010, se recuperó que la elaboración de papel reciclado puede significar un importante ahorro de recursos naturales como lo son la madera, agua e incluso energía, disminuyendo la contaminación. Según la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, reciclar papel genera un 35% menos de contaminación del agua y un 74% menos de contaminación aérea que cuando se fabrica papel virgen (La Nación, 2010). Por lo tanto, elaborar un papel hecho a base de cáscaras de fruta ayudaría a disminuir el gasto de recursos naturales y monetarios, así como la contaminación, ya que durante su proceso de manufacturación no usará ningún químico.

## HIPÓTESIS

Respaldándose en la investigación teórica, se elaboró la hipótesis siguiente: la elaboración de un papel de toalla ecológico y absorbente hecho a base de epicarpio y mesocarpio de *citrus paradisi*, *citrus limon*, *citrus reticulata* y *citrullus lanatus* logrará absorber una cantidad de agua similar o mayor que su contraparte de toalla absorbente en el mercado, impactando beneficiosamente en el medio ambiente. Disminuyendo el impacto de la industria papelera, así como, la liberación de CH<sub>4</sub> y el crecimiento de *Sargassum fluitans* y *Sargassum natans*.

## OBJETIVOS

General:

Elaborar un producto hecho a base de cáscaras de fruta que se asimile al papel absorbente, que sea amigable con el medio ambiente y tenga la misma calidad que los papeles absorbentes comerciales.

Particulares:

- Fabricar papel absorbente a partir de cáscaras de mandarina, toronja, limón, y/o sandía.
- Determinar y comparar cuántos mililitros de agua absorben los papeles hechos a base de cáscaras de limón, sandía, toronja y mandarina.
- Comprobar que las cáscaras de fruta son una alternativa económicamente viable para el proceso manufacturero del papel absorbente.

## MÉTODOS

Para el desarrollo metodológico de este proyecto se obtienen las cáscaras de fruta que se van a usar, en este caso se experimentó con cuatro distintas frutas, limón (*Citrus limón*), mandarina (*Citrus reticulata*), toronja (*Citrus x paradisi*) y sandía (*Citrullus lanatus*), junto con papel reciclado y periódico triturado que deberá reposar en agua durante tres días. La pulpa restante en las cáscaras es eliminada con ayuda de un cuchillo, para posteriormente ser expuestas al sol por algunas horas.

Se continúa cortando en pequeños pedazos y se mezclan en una licuadora junto con el papel triturado, junto con agua para facilitar el proceso y obtener una mezcla homogénea. Enseguida se exprime utilizando un paño para deshacerse de la mayor cantidad de agua posible. A continuación, la resultante se coloca en un contenedor, con ayuda de un bastidor de la medida de su preferencia, se pone la nueva pasta, para ser aplanada. Finalmente, la masa se expone al sol para secarse durante dos días, aproximadamente.

En el proceso experimental de absorción se utilizó una jeringa graduada de 20 ml. Se colocó una de las muestras de papel a base de cáscaras sobre una bandeja para hornear y se aplicó agua mientras se esperaba, unos segundos antes de continuar, para asegurarse que -el agua- fuera absorbida. Se realizó la misma prueba en toallas de papel comerciales (se usaron grupos de 20 muestras por tipo de cáscara y un total de 80 muestras de papel comercial).

En el caso del papel absorbente convencional, se decidió usar el de la marca *Kirkland*, debido a que según un artículo publicado por el financiero, Marisol Huerta, analista de consumo, es una de las marcas más conocidas y usadas, ya que es de buena calidad y está a buen precio.



Figura 1: Papel absorbente. Figura 2: Papel absorbente de toronja de mandarina (autoría propia, 2022). (*Citrus paradisi*)

## RESULTADOS

Tras realizar el proceso experimental a 80 muestras de papel de cáscaras de fruta de *citrus limon*, *citrus paradisi*, *citrus reticulata*, *citrullus lanatus*, 20 de cada tipo y 80 del comercial, se determinó que la hipótesis fue válida, ya que la mayoría -a base de cáscaras-, lograron absorber una cantidad aceptable de agua. Los mililitros de absorción de las muestras de papel comercial tuvieron un promedio de 20.4 ml, mientras que el papel del limón absorbió 19.5 ml, el de toronja 19.2 ml, el de sandía un aproximado de 15 ml, y el de mandarina 10 ml. El último resultado es menor, ya que se decidió experimentar con una fórmula distinta.

## DISCUSIÓN

Los resultados de *Fruit Eco Paper* son bastante variados, debido a que la población a evaluar depende de cuatro distintas variables independientes que en este caso fueron diferentes tipos de cáscaras, cada una de las muestras, tuvo una absorción distinta, pero se puede concluir que los dos más aptos para competir son el de limón y el de toronja, los cuales absorben aproximadamente 1 ml menos que el comercial, siendo que este tiene una media de absorción de 20.4 ml.

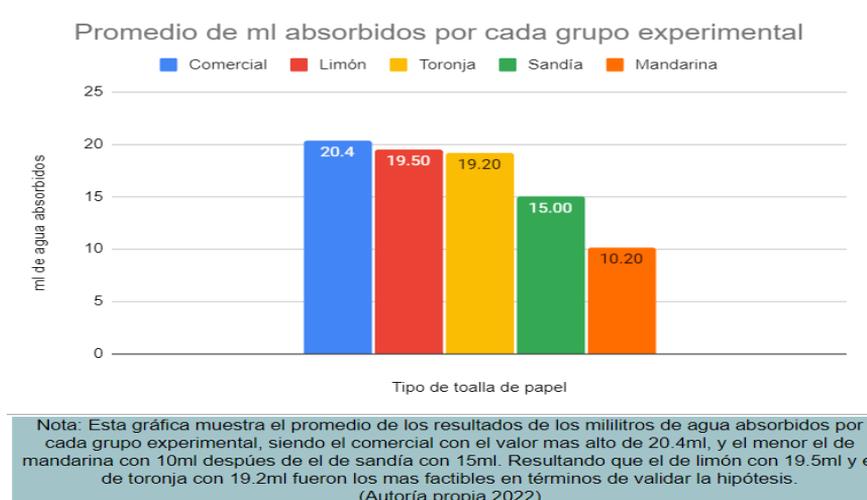


Figura 3: Promedio de los resultados de los mililitros de agua absorbidos por cada grupo experimental, siendo el comercial con el valor más alto de 20.4 ml, y el menor de mandarina con 10.0 ml, después del que corresponde a la sandía con 15 ml. Resultando que el de limón con 19.5 ml y el de toronja con 19.2 ml fueron los más factibles en términos de validar la hipótesis.

## FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Se planea seguir con las investigaciones, logrando hacer un papel 100% a base de cáscaras, haciendo que absorba aún más agua, debido a que la celulosa de las cáscaras es capaz de hacerlo. Por otra parte, al industrializar el proceso, el valor monetario de la materia prima sería nulo debido a que estos desperdicios serían donados por restaurantes, puestos de frutas, mercados, entre otros lugares que desechen cáscaras y papel, el precio a tomar en cuenta sería el transporte para recoger los desechos.

## CONCLUSIONES

La hipótesis propuesta para este proyecto está aprobada, se puede destacar que los principales beneficiarios son las personas que hacen tareas domésticas y aquellos interesados en usar productos ecológicamente sustentables. Sin embargo, toda la sociedad es beneficiaria, ya que reduce el ingreso de materia orgánica a los vertederos, lo cual a su vez previene la descomposición anaeróbica que emite gas metano. De acuerdo con *GreenPeace* para 2022 se estimaba una producción de papel de más de 416 millones de toneladas a nivel mundial, si se hacen algunos cálculos se puede concluir que, si las personas continúan tirando a los vertederos el papel y el cartón, serían alrededor de 49,920,000 toneladas, quedándose ahí en lugar de reciclarse, y eso sólo para el papel, para las cáscaras de fruta, se estima que aproximadamente el 50% de los vertederos están conformados por residuos orgánicos, que de no ser usados provocarían un impacto ambiental negativo. Con lo anterior se comprueba que la investigación e implementación de *Fruit Eco Paper* dentro de la sociedad y el mercado competitivo, puede revolucionar toda la industria papelera, poniéndole fin y ayudando al cuidado ambiental.



Figura 4: Imagen del nombre del proyecto  
(Autoría propia, 2022).



Figura 5: Portada de la bitácora (Autoría propia, 2022).



Figura 6: Cáscaras de mandarina



Figura 7: Cáscaras de mandarina cortadas.



Figura 8: Fotografía del equipo en el Congreso del Estado de Jalisco, junto con la Diputada Claudia Salas, aliada del proyecto.

## REFERENCIAS

1. Arratibel, A. J. (17 de agosto de 2022). El sargazo, la marea parda que amenaza las costas del caribe: ¿ha llegado para quedarse? El País. <https://elpais.com/america-futura/2022-08-17/el-sargazo-la-marea-parda-que-amenaza-las-costas-del-caribe-ha-llegado-para-quequedarse.html>
2. Gobierno de Jalisco. (septiembre de 2014) Laguna de Cajititlán contaminada por aguas residuales. Gobierno del Estado de Jalisco. <https://www.jalisco.gob.mx/es/prensa/noticias/16072>
3. Greenpeace México. (2021). El papel y su impacto ambiental. [https://archivo.estepais.com/inicio/historicos/94/14\\_Medio%20ambiente\\_El%20papel\\_greenpeace.pdf](https://archivo.estepais.com/inicio/historicos/94/14_Medio%20ambiente_El%20papel_greenpeace.pdf)
4. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). La deforestación y sus impactos. <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/reducing-deforestation/basic-knowledge/es/>
5. NATIONAL GEOGRAPHIC. (n.d.). Deforestación, todavía se puede frenar esta crisis climática. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/deforestacion#:~:text=Tan%20solo%20en%20los%20últimos,la%20calidad%20de%20los%20suelos>

# HEMPAN

Cazares-Eguía, Marrlon Fernando  
Mitre-Campos, Abril Charlize  
Alviso-Briones, Pedro  
Rodríguez-Chong, Antonio

Unidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano - Universidad Autónoma de San Luis Potosí  
San Luis Potosí

Nivel Superior

Área: Agropecuarias y alimentos

## RESUMEN

*El presente proyecto describe la elaboración de un producto panificable el cual fue enriquecido con Hemp (Cannabis sativa L). La panificación es un proceso industrial y artesanal que puede ser llevado a cabo de diversas formas dada su versatilidad puede ser aplicado con distintas materias primas como el trigo, centeno, arroz, maíz, cebada, sorgo, entre otros. Se lleva a cabo mediante distintos métodos de panificación. Existen diversos productos derivados del pan sin embargo en la actualidad no hay una selección de productos que sean aptos para consumo de personas con enfermedades crónico-degenerativas. El Hemp (Cannabis sativa L) es una proteína de origen vegetal que proporciona un amplio catálogo de nutrientes esenciales y no esenciales como los antioxidantes, la fibra y las proteínas. El objetivo del trabajo es la elaboración de un producto más saludable que sea aceptado por el público en general. Se calculó el porcentaje de índice glucémico y se determinó la tasa de hidrólisis de almidón en el cual ambos obtuvieron niveles bajos respectivamente en comparación con un producto comercial, se realizó la evaluación de características organolépticas mediante una escala hedónica a un grupo de 50 personas dando como resultado un promedio general una buena aceptación.*

*Palabras clave: panificación, Hemp, avena, trigo.*

## ABSTRACT

*This project describes the preparation of a bakery product which was enriched with Hemp (Cannabis sativa L). Baking is an industrial and artisanal process that can be carried out in various ways given its versatility. It can be applied with different raw materials such as wheat, rye, rice, corn, barley, sorghum, among others. It is carried out using different baking methods. There are various products derived from bread, however currently there is no selection of products that are suitable for consumption by people with chronic-degenerative diseases. Hemp (Cannabis sativa L) is a protein of plant origin that provides a wide catalog of essential and non-essential nutrients such as antioxidants, fiber and proteins. The objective of the work is the development of a healthier product that is accepted by the general public. The percentage of glycemic index was calculated and the rate of starch hydrolysis was determined in which both obtained low levels respectively in comparison with a commercial product, the evaluation of organoleptic characteristics was carried out using a hedonic scale to a group of 50 people giving as general average result, good acceptance.*

*Key Words: breadmaking, Hemp, oatmeal, wheat.*

## INTRODUCCIÓN

Las enfermedades crónicas degenerativas (diabetes, hipertensión, colesterol alto, entre otras) son padecimientos que actualmente atentan contra la población mexicana debido a su impacto directamente relacionado con la nutrición del país.

Con el paso de los años, el número de personas a nivel nacional ha aumentado de manera considerable, incrementando así la producción e ingesta de alimentos ultraprocesados. Una de las producciones con mayor demanda a nivel mundial es la panificación. Se entiende por panificación a la elaboración de productos a base de cereales (pan, galletas, pasteles, pizzas, entre otros), generalmente se emplea la fermentación (*Saccharomyces cerevisiae*) para su producción. Su fundamento consta de la conversión de ingredientes como almidón, gluten y fibra (en la mayoría de los cereales) que tienen características poco agradables.

El objetivo principal es la elaboración de un producto panificable similar a un producto comercial, así mismo, que sus propiedades organolépticas sean al menos iguales.

De no ser posible lograr una cocción correcta, se buscará la mejor composición del producto panificable en la cual busca resaltar la mayor cantidad de macronutrientes tales como proteína, hidratos de carbono, fibra, entre otros.

Aunado a lo anterior, uno de los macronutrientes más importantes es la cantidad de proteína, la cual en el proceso de operación unitaria de cocción se ve directamente afectada debido a que es un compuesto termo sensible, es por esto, que su costo de producción se ve elevado, afectando a su costo comercial. Se analizará y se buscará una propuesta para que se disminuyan ambos costos.

El documento se organiza presentando un marco teórico que conceptualiza el *Hemp* (*Cannabis sativa L.*), continuando con la descripción de la metodología utilizada, por último, se presentan los resultados y la conclusión.

## MARCO TEÓRICO

El pan es el producto perecedero resultante de la cocción de una masa obtenida por la mezcla de harina de trigo, sal comestible y agua potable, fermentada por especies propias -de la fermentación-, como *Saccharomyces cerevisiae* (Mesas & Alegre, 2002).

El pan blanco y dulce es parte esencial de la dieta de la población mexicana. El pan blanco tiene presencia notablemente mayor en las zonas urbanas, el norte y el centro, y en los niveles socioeconómicos medio y alto. El pan dulce contribuye con 6.6% del total de energía de la dieta y aporta la mayor proporción del grupo de alimentos no básicos altos en grasas saturadas, azúcar y densidad energética en todos los subgrupos de población estudiados (Gabriela García-Chávez et al., 2020).

El *Hemp* (*Cannabis sativa* L.), ha crecido considerablemente en los últimos años debido a la despenalización de este en diferentes países. Contiene cannabidiol (CBD) que es una sustancia química de la planta *Cannabis sativa*, que ayuda a personas con epilepsia, ansiedad, dolor, Parkinson, diabetes, hipertensión, colesterol alto, entre otras (Schneider et al., 2022), así mismo tiene un alto contenido nutricional, por lo que todas las partes de la planta (tallo, semillas, raíces y flores) se han utilizado durante mucho tiempo como alimento y con fines terapéuticos (Ifrikhar et al., 2021). En el área de alimentación, el *Hemp* (*Cannabis sativa* L.) se añade a los alimentos que aportan valores agregados funcionales (Fuentes-Pérez & Acurio-Arcos, 2020) sin embargo, en el área de panificación aún no se ha implementado el uso de la *Cannabis sativa* L.

Un alimento funcional es aquel que provee nutrientes esenciales en cantidades por encima de las necesarias para el mantenimiento, crecimiento y desarrollo normal, y otros componentes biológicamente activos, que benefician a la salud o poseen efectos fisiológicos deseables (Pérez et al., 2017). Con base en lo anterior, se ha buscado la realización de un producto panificable enriquecido con *Hemp* (*Cannabis sativa* L.) que aporte un valor nutricional más alto que el de un producto panificable común o comercial. Por lo que la presente investigación va dirigida a personas con enfermedades crónico-degenerativas para combatir las.

## MÉTODOS

Se utilizó *Hemp* (*Cannabis sativa* L.); adquirido en un almacén comercial en la ciudad de San Luis Potosí, siendo un producto de origen canadiense. Se buscó un producto en polvo que estuviera alto en proteínas y fibra. Una vez adquirido, se realizó el producto panificable en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Unidad Académica Multidisciplinaria Región Altiplano, perteneciente a la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Se lavaron y desinfectaron las áreas de trabajo y utensilios necesarios para la realización de éste. Se formuló la siguiente composición en la cual el producto final se vería enriquecido en el contenido de proteínas y fibra.

Tabla 1. Composición de ingredientes

Ingredientes	Porcentaje y/o unidades
Harina de trigo	39.49%
Harina de avena	23.69%
Hemp	15.79%
Huevo	11.84%
Edulcorantes	1.18%
Mantequilla	7.10%
Levadura	0.86%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

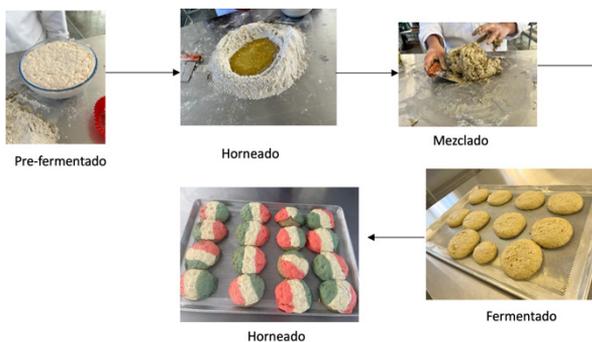
Se realizó un mezclado de los ingredientes líquidos para realizar un pre-fermento, una vez mezclado se procedió a una fermentación de 15 minutos a temperatura ambiente. Pasada la primera pre-fermentación se realizó la mezcla del mismo; con los ingredientes secos se formaron los testales y se colocaron en su respectiva charola para proceder con la segunda fermentación de 60 minutos a temperatura ambiente. Una vez finalizada la fermentación, se llevó a cabo el horneado con un tiempo de 20 minutos a una temperatura de 180 °C. Terminado el horneado se dejó enfriar.

Se evaluó a un grupo de 50 voluntarios con enfermedades crónico-degenerativas, con un rango de edad de 35-55 años. Para ello se realizó un análisis sensorial del producto obtenido evaluando sabor, textura, color, olor y apariencia con una escala hedónica: 5= Excelente, 4= Muy bueno, 3= Bueno, 2= Regular, y 1= Malo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Diagrama 1 se muestra el procedimiento que se llevó a cabo para la realización del HEMPAN explicado anteriormente.

Figura 1. Procedimiento para el HEMPAN.



Fuente: Diseño propio

En la Figura 1. se muestra el HEMPAN, se realizó en la presentación de concha.

En la Tabla 2. y Diagrama 2, se muestra el porcentaje de Hidrólisis de almidón del HEMPAN. Se determinó de manera *in vitro* la tasa de digestión del almidón en los alimentos y como se ingiere mediante la hidrólisis controlada con -amilasa pancreática, se monitorea mediante una toma de alícuotas en distintos tiempos de incubación, estas se relacionan con DNS (ácido 3,5-dinitrosalicílico). Se pesaron 500 mg de almidón en un matraz Erlenmeyer de 100 ml, se le añadieron 50 ml de regulador de fosfato con un pH de 6.9. Se colocaron en un baño de agua a  $37 \pm 0.5$  °C en agitación constante, se esperó a que la temperatura de la muestra se estabilizara. En los primeros 5 minutos

se tomaron muestras alícuotas de 0.2 mL de cada una para marcar en tiempo 0. En intervalos de 1 minuto, se añadieron 1 mL de solución de enzima -amilasa pancreática (40 mg/mL de regulador de fosfatos, A-3176, Sigma Chemical Co.), a cada uno de los frascos. En los siguientes 15, 30, 45, 60, 76 y 90 minutos se tomaron alícuotas de 0.2 mL y se añadieron a tubos de ensayo que contenían 0.8 mL de agua destilada y 1 mL de reactivo DNS (ácido 3,5-dinitrosalicílico). Estos se calentaron en un baño de agua en ebullición constante de 10 minutos. En un frasco dosificador, se añadieron 15 mL de agua destilada y se mezcló correctamente. Se observó y leyó la absorbancia a 530 nm con un espectrofotómetro en paralelo y una curva estándar de glucosa. Una vez realizado esto, se obtuvo el % de hidrólisis de almidón por medio de la siguiente fórmula:

$$\% \text{ hidrólisis} = \frac{\text{mg maltosa} \times 50 \times 0.90 \times 100}{0.2 \times \text{mg muestra seca}}$$

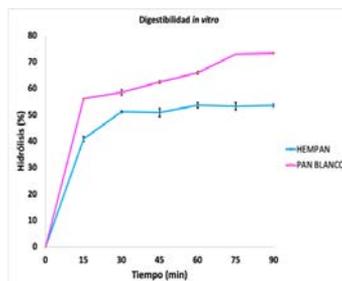
Donde 0.90, es el factor de conversión de glucosa a glucano.

Tabla 2. Porcentaje de hidrólisis de almidón

Tipo de producto panificable	Prueba #1	Prueba #2	Prueba #3	Promedio	D.E.
HEMPAN	53.80	52.8	53.9	53.5	0.6
Comercial	73.5	73.1	-	73.3	0.3

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

Figura 2. Porcentaje de hidrólisis de almidón por digestibilidad in vitro



Fuente: Diseño propio

En la Tabla 3. Se muestra el porcentaje de índice glucémico, se determinó por medio de la siguiente ecuación (Goñi et al. 1997):

$$pIG=39.21+0.803 \times (H_{90})$$

Donde  $H_{90}$  es el porcentaje de hidrólisis a los 90 min, explicado anteriormente.

Tabla 3. Porcentaje de índice glucémico

Tipo de producto panificable	Prueba #1	Prueba #2	Prueba #3	Promedio	D.E.
HEMPAN	82.4	81.6	82.5	82.2	0.5
Comercial	98.2	97.9	-	98.1	0.2

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

En la Tabla 4. Se muestran los resultados del análisis organoléptico explicado anteriormente

Tabla 4. Resultados de análisis organoléptico del HEMPAN y uno comercial.

Producto comercial	5	4	3	2	1	HEMPAN	5	4	3	2	1
Sabor	X					Sabor	X				
Textura	X					Color	X				
Color	X					Olor	X				
Olor	X					Textura	X				
Apariencia	X					Apariencia	X				

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos

## CONCLUSIÓN

Se obtuvo un producto panificable con características y propiedades similares comparadas con uno comercial, el HEMPAN contiene una mayor cantidad de proteínas, Omega-3 y Omega-6, fibra, aminoácidos esenciales y no esenciales con base en los resultados, en la figura 2 se muestra un menor contenido de almidón en el HEMPAN; el porcentaje del índice glucémico está por debajo de un producto comercial, debido a que no contiene azúcares refinados. Se concluye que el producto es una alternativa a tener en consideración al momento de consumir productos panificables por sus características deseables, como lo es un bajo contenido calórico y bajo índice glucémico.

## REFERENCIAS

- Fuentes-Pérez, E. M., & Acurio-Arcos, L. P. (2020). Cáñamo (*Cannabis sativa* L.) para uso industrial y farmacéutico: una visión desde la industria alimentaria. *CienciaAmérica*, 9(4), 99–106. (fecha de acceso: 2023: 12 de septiembre) <https://doi.org/10.33210/ca.v9i4.350>
- Gabriela García-Chávez, C., Monterrubio-Flores, E., Ramírez-Silva, I., Aburto, T. C., Pedraza, L. S., Rivera-Dommarco, J., & Rivera Dommarco, J. (2020). *Contribución de los alimentos a la ingesta total de energía en la dieta de los mexicanos mayores de cinco años*. (fecha de acceso: 2023: 13 de septiembre) <https://doi.org/10.21149/10636>
- Goñi I, García-Díaz L, Saura-Calixto F (1997) A starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index, *Nutr. Res.* 17:427-437.(fecha de acceso: 2023: 14 de septiembre)
- Ifrikhar, A., Zafar, U., Ahmed, W., & Asim Muhammad. (2021). *Aplicaciones de Cannabis sativa L. en alimentos y su potencial terapéutico: de un medicamento prohibido a un suplemento nutricional*. (fecha de acceso: 2023: 13 de septiembre) <https://doi.org/10.3390/moléculas26247699>
- Mesas, J. M., & Alegre, M. T. (2002). EL PAN Y SU PROCESO DE ELABORACIÓN THE BREAD AND ITS PROCESSING O PAN E O SEU PROCESO DE ELABORACIÓN. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 3(5), 307–313. (fecha de acceso: 2023: 12 de septiembre) <https://doi.org/10.1080/11358120209487744>
- Pérez, J., Jaimez, J., & Contreras, E. (2017). ¿Qué es un alimento funcional? (fecha de acceso: 2023: 12 de septiembre) <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/2047/5998>
- Schneider, T., Zurbriggen, L., Dieterle, M., Mauermann, E., Frei, P., Mercer-Chalmers-Bender, K., & Ruppen, W. (2022). Pain response to cannabidiol in induced acute nociceptive pain, allodynia, and hyperalgesia by using a model mimicking acute pain in healthy adults in a randomized trial (CANAB I). *Pain*, 163(1), E62–E71. (fecha de acceso: 2023: 12 de septiembre) <https://doi.org/10.1097/J.PAIN.0000000000002310>

# IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍA DE REALIDAD AUMENTADA EN UNA APLICACIÓN MÓVIL DE APOYO EN EL APRENDIZAJE DE LA LENGUA MATERNA NÁHUATL A NIVEL PRIMARIA, DENTRO DE LA ZONA NOR-ORIENTAL DEL ESTADO DE PUEBLA

Romero-Márquez, Guadalupe  
Valderrabano-Hipolito, Roger  
Valencia-Jacinto, Alfonso  
Lobato González, Abelino

Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla  
Puebla  
Nivel Superior  
Área: Computación y Software

## RESUMEN

*En la actualidad, la tecnología ha tenido un crecimiento exponencial y benéfico en muchas áreas del conocimiento, pero hay una en la cual se puede explotar en pos del conocimiento y aprendizaje, siendo esta, la educación, donde se tratan de implementar formas más fáciles de enseñanza, enfocándose a los diferentes estilos de aprendizaje. Una de las tecnologías que está incursionando en los desarrollos tecnológicos actuales, es la realidad aumentada, de manera que este proyecto, se centra en trasladar aprendizajes de las lenguas maternas náhuatl y totonaco en herramientas visuales y auditivas, a través de la implementación de contenido gráfico 3D, multimedia y realidad aumentada, en una aplicación móvil que incluya módulos de aprendizaje basado en juegos, motivando así su aprendizaje, su conservación e inclusión en la sociedad actual. Para su desarrollo, se empleó Blender3D, Unity3D, Vuforia SDK, Object Target Scanner, Photoshop y Audacity, dando como resultado una aplicación móvil Android de distribución libre para escuelas de educación básica, quienes la podrán integrar en su proceso de enseñanza-aprendizaje como herramienta de apoyo, propiciando así, una nueva forma de captación del contenido didáctico, haciéndola de alguna manera más divertida, e incrementando así, el número de hispanohablantes que adoptarán un segundo idioma.*

*Palabras clave: aplicación móvil, realidad aumentada, juegos, náhuatl, totonaco*

## ABSTRACT

*Currently, technology has had an exponential and beneficial growth in many areas of knowledge, but there is one in which it can be exploited in pursuit of knowledge and learning, such as education, where better ways of teaching are included in different learning styles. One of the technologies that is venturing into current technological developments is augmented reality, so that this project focuses on transferring the learning of the Nahuatl and Totonac languages into visual and auditory tools through the implementation of 3D graphic content, multimedia and augmented reality, in a mobile application that includes game-based learning modules, thus motivating their learning, their conservation and inclusion in actual society. For its development, Blender3D, Unity3D, Vuforia SDK, Object Target Scanner, Photoshop and Audacity were used, resulting in a freely distributed Android mobile application for basic education schools, who can integrate it into their teaching-learning process as a teaching tool support, thus promoting a new way of capturing educational content, making it more fun in some way, and thus increasing the number of Spanish speakers who will adopt a second language.*

*Keywords: mobile application, augmented reality, games, nahuatl, totonaco.*

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la conservación de la cultura indígena mexicana ha tomado gran importancia dentro del país, con el fin de que esta no desaparezca de varias instituciones, inclusive, el gobierno mexicano ha tomado medidas para la preservación tanto de tradiciones como de dialectos indígenas. Según el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), registra que en el año 2020, en Puebla existían alrededor de cuatro lenguas indígenas sobrevivientes, entre las más populares se enlistan: náhuatl y totonaco. Según las estadísticas de INEGI, en Puebla hay 604,471 personas mayores de 5 años que hablan alguna lengua indígena, lo que representa solo el 9% de la población de la entidad (INEGI, 2021).

Ante estas cifras, se considera importante la implementación de materiales y herramientas informáticas de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las lenguas indígenas, sobre todo en instituciones educativas de niveles básicos y en zonas en las que ya existan programas académicos donde su aprendizaje se considere relevante.

Basado en lo anterior, el objetivo de esta investigación se centra en desarrollar una aplicación móvil Android que incluya la tecnología de *Realidad Aumentada* y que sirva como herramienta de apoyo didáctico en el proceso de enseñanza-aprendizaje del idioma náhuatl y totonaco, misma que contendrá módulos con vocabulario básico (números, colores, frutas, animales y objetos) así como juegos típicos mexicanos (lotería y memorama), organizadas de tal forma que alumnos de niveles básicos aprendan las lenguas indígenas que más sobresalen dentro del Estado de Puebla y sus colindancias.

El documento se organiza presentando un marco teórico que conceptualiza las tecnologías informáticas empleadas en el desarrollo del proyecto, se continúa con la descripción de los métodos utilizados, se presentan los resultados y las conclusiones.

## MARCO TEÓRICO

Una tecnología que está a la espera de tener un alto impacto en el ámbito educativo es la *Realidad Aumentada* (AR por sus siglas en inglés), pues empiezan a surgir temas en libros electrónicos, destacando principalmente el aprendizaje móvil, en inglés *Mobile Learning* (Santos, 2014), aprendizaje basado en juegos (en inglés, *game-based learning*, abreviado GBL), eliminando la ruptura que hay entre el modo de aprender y el entorno de distracción de los estudiantes (Cerón, 2017).

La AR, en concordancia con Cabero y García (2016), y Barroso, et al. (2016), es una tecnología que permite la combinación de información digital e información física en tiempo real por medio de distintos soportes tecnológicos como por ejemplo, las "tablets" o los "smartphones", para generar un nuevo escenario formativo enriquecido. Por su parte, Fomona et al., (2012) y Neven et al. (2011) definen la AR como una tecnología que permite ampliar las imágenes de la realidad, a partir de su captura por la cámara de

un equipo informático o dispositivo móvil avanzado que añade elementos virtuales para la elaboración de una realidad mixta con objetos informáticos.

Algunas aplicaciones que se asemejan a la que se desarrollará son:

*Vamos a aprender náhuatl*, es una aplicación basada en palabras y expresiones del náhuatl de Acatlán, Guerrero. Desarrollada en el Laboratorio de Ciudadanía Digital, la cual presenta algunos saludos, números, una selección de verbos, animales (domésticos, silvestres y acuáticos), las partes del cuerpo, frutos, tipos de maíz, plantas, vestimenta (de hombre y de mujer) y los espacios sagrados que rigen el mundo náhuatl, entre otras expresiones. Está disponible para Sistemas Operativos Android y iOS (Cooperación Española Cultura/México, 2016).

*Tozcatl*, es una aplicación que cuenta con vocabulario de animales, colores, saludos y miembros de la familia. En cada nivel tendrás que pronunciar la palabra que se te muestre y la aplicación te dirá si estás en lo correcto o no. Los niveles se desbloquean conforme se alcanza cierta puntuación en cada uno de los temas. También cuenta con una sección de cuestionario y otra de estudio. Fue desarrollada por Axcan y está disponible para el Sistema Operativo Android (NOTIMEX, 2019).

*Nahuatl Naman*, es una aplicación educativa para los dispositivos *Android* (tabletas y teléfonos móviles) que enseña el náhuatl, incluye juegos de memoria, tarjetas, lecciones y un glosario, además incluye las pronunciaciones grabadas por un hablante nativo (Edward Anthony Polanco, PHD, 2022).

*Kintachuwin*, es una herramienta digital gratuita que pretende incentivar la enseñanza de la lengua totonaca e introducir a los usuarios en esta cultura originaria del país, particularmente radicada en la Sierra Norte de Puebla (Olano, 2021).

Estos desarrollos, si bien están enfocados a dispositivos móviles, ninguno ofrece aprendizaje a través del uso de tecnología de realidad aumentada.

## MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se basa en una metodología SUM para el desarrollo de videojuegos, teniendo como objetivo que el proceso sea de calidad tanto en tiempo como en costo, también la mejora continúa incrementando la eficacia y la eficiencia, obteniendo resultados favorables, evitando riesgos del proyecto y logrando productividad en el desarrollo.

*Roles*. Desarrollo: Roger Valderrabano Hipolito; Productor interno: Alfonso Valencia Jacinto; Director de audio: Guadalupe Romero Marquez; Verificador beta: Roger Valderrabano Hipolito.

*Ciclo de Vida*. Representa de forma esquemática las fases del proceso de desarrollo que se tienen que llevar a cabo.



*Tareas.* Elaborar bocetos para diseñar las interfaces del videojuego, especificar el vocabulario y escoger las imágenes correspondientes para el diseño en 3D; con base en el vocabulario se crean los QR correspondientes a la figura 3D, escoger los colores y la fuente para la tipografía alusiva al concepto de náhuatl, buscar que el videojuego se comporte y ejecute las acciones como debe de hacerlo.

*Beta.* Se realiza la evaluación y ajuste del comportamiento del videojuego, liberación de versiones *beta* (Figura 3) para detectar errores de programación.

*Gestión de riesgos.* Esta tarea es de suma importancia durante todo el proyecto y se encuentra presente en cada una de las fases de su desarrollo, permitiendo una evaluación constante de los riesgos, analizándolos y previéndolos en la medida de lo posible, antes de pasar a la fase de liberación.

*Cierre.* En esta fase se libera la versión final de la aplicación (Figura 4).

Durante el desarrollo de las actividades se hizo uso de un Entorno de Desarrollo Integrado (IDE, por sus siglas en inglés), multiplataforma denominado *Unity 3D*, con el que se generaron los códigos y algoritmos necesarios para el desarrollo de la aplicación. Se emplearon herramientas como *Blender 3D* y *Photoshop* para el diseño de los gráficos, además del uso de un programa especializado en la grabación de audios, siendo herramientas necesarias para el desarrollo de la aplicación móvil.

## RESULTADOS

Se generaron los algoritmos y códigos necesarios para el funcionamiento de la aplicación, dando como resultado una *app* móvil de distribución libre, que integra como tecnología principal la realidad aumentada, mostrando los gráficos en 3D mediante la lectura de patrones de reconocimiento de códigos QR de tal manera que el usuario, al seleccionar la opción deseada, abrirá la cámara del dispositivo móvil, colocando un código QR frente a ella para lograr ver el número, fruta, color u objeto en 3D, además de la reproducción en automático de un audio en la lengua náhuatl o totonaco, según sea el caso (Figura 5). Al mismo tiempo, con la ayuda de objetos impresos en 3D (Figura 6) se integrará funcionalidad extra al poder sustituir la funcionalidad del QR. Se realizaron varias pruebas de funcionamiento, para verificar que los patrones de reconocimiento QR e imágenes 3D, permitieran proyectar la realidad aumentada en todas sus formas, además se solicitó el apoyo de una persona hablante de ambos idiomas para asegurar que los audios eran comprensibles.

Para verificar su impacto, se implementó la aplicación en dos instituciones de educación básica (Telesecundaria Tetsijtsilin de San Miguel, Tzinacapan Cuetzalan del Progreso, Puebla y en la Telesecundaria Diego Rivera de San Juan Tahíctic Zacapoaxtla, Puebla) en las que se realizaron grupos de trabajo con alumnos hispanohablantes (Figura 7), quienes no cuentan con conocimiento de algún idioma indígena, o en algunos casos,

muy poco conocimiento o entendimiento de los mismos. Durante las sesiones de trabajo, los alumnos interactuaron con la aplicación por tiempos promedio de media hora por día durante un mes, dando como resultado un incremento del 25% de aprendizaje del vocabulario básico y 15% de animales y objetos.

Es importante destacar que al término del estudio se capturaron las impresiones de los estudiantes y profesores, con el fin de recopilar información sobre la facilidad en el uso de la aplicación, su diseño, los audios e imágenes, ventajas y desventajas, qué podría mejorar en general, así como de la motivación para su posterior integración en los planes de trabajo de sus profesores. Lo anterior permitió que se establecieran acuerdos sobre los futuros trabajos y líneas de investigación, así como los convenios entre las instituciones para crear un plan de trabajo que permita realizar un estudio más certero sobre los beneficios del uso de la aplicación como herramienta de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje del náhuatl y totonaco.

## CONCLUSIONES

Cuando se es niño somos muy curiosos, y lo que atrae nuestra atención hacia el aprendizaje son mayormente las imágenes, sonidos, colores, figuras en movimiento, entre otras, de manera que la realidad aumentada aplicada como una tecnología que se adapta a los distintos tipos de aprendizaje, resulta ser interesante desde el punto de vista de la adaptación del aprendizaje tradicional, en un aprendizaje basado en juegos con tecnología digital relativamente moderna, puesto que se emplea una forma divertida de interactuar con el conocimiento, volviéndola un poco más interesante, tornándose en ciertos casos, más sencillas de recordar, de interactuar con las palabras y practicar la lengua materna náhuatl, totonaca o cualquier otra.

Al implementar este desarrollo, en al menos dos instituciones de educación básica, como un elemento, más los materiales y herramientas didácticas de los profesores, se observó un relativo incremento en su aprendizaje, además del fortalecimiento en la práctica, así como una manera de preservarla dentro y fuera del Estado de Puebla, concluyendo así, que el aprendizaje basado en juegos, empleando tecnología de realidad aumentada, ayudaría a fortalecer el incremento de hispanohablantes bilingües.

## REFERENCIAS

- Cerón, A. F. (11 de Julio de 2017). *Maestros sin miedo a jugar: UNIVERSIDAD DE LOS NIÑOS EAFIT*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/vida/educacion/la-importancia-del-juego-en-los-procesos-de-aprendizaje-108020>
- INEGI. (13 de Septiembre de 2021). *México en Cifras*. Recuperado el Febrero de 2021, de INEGI: <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=21#tabMCcollapse-Indicadores>
- Cabero, J. y F. García (Coord.), Realidad aumentada. Tecnología para la formación, Síntesis, Madrid, España (2016)
- Cabero, J. y J. Barroso, Posibilidades educativas de la realidad aumentada, *New Approaches in Educational Research*, 5 (1), 46-52 (2016)
- Fombona, J., M.A. Pascual y M.F. Madeira, M.F. Realidad Aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. *Píxel-Bit, Revista de Medios y Educación*, 41, 197-210 (2012)
- Acerenza, N., Coppes, A., Mesa, G., Alejandro, V., Eduardo, F., Tomás, L., & Diego, V. (s.f.).
- Recuperado el Octubre de 2022, de <https://www.fing.edu.uy/sites/default/files/biblio/22811/>
- Neven, A. M., H. Hala y I. Mohamed, ARSC: Augmented Reality Student Card An Augmented reality Solution

for the educational field, *Computers & Education*, 56, 1045-1061 (2011)

- Cooperación Española Cultura/México. (7 de diciembre de 2016). *Vamos a aprender Náhuatl*. Obtenido de CCEMEX: <https://ccemx.org/evento/app-nahuatl/>
- Edward Anthony Polanco, PH.D. (2022). *Nahuatl Naman*. Obtenido de Edward Anthony Polanco, PH.D: <https://eapolanco.com/nahuan-languages/nahuatl/nahuatlnaman/>
- NOTIMEX. (02 de Junio de 2019). *Aprende a hablar náhuatl con la aplicación Tozcatl*. Obtenido de 20Minutos: <https://www.20minutos.com.mx/noticia/519782/0/aprende-a-hablar-nahuatl-con-aplicacion-tozcatl/>
- Olano, M. (26 de MAYO de 2021). *Kintachuwin, la app creada por poblanos para aprender totonaco*. Obtenido de LEVIATÁN: <https://leviatan.mx/2021/05/26/kintachuwin-la-app-creada-por-poblanos-para-aprender-totonaco/>
- Brenda Berenice Castillo Santos, M. G. (2 de Octubre de 2014). *El uso del mobile learning para favorecer la competencia referente al manejo de la información histórica y la socialización del conocimiento*. *Apertura. Revista de Innovación educativa*. Obtenido de: <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/535/377>
- Sánchez, D. (10 de Agosto de 2017). *Vértice*. Recuperado de: <https://www.vertice.org/blog/sabes-aprendizaje-movil-mobile-learning/>
- Mañas, E. L. (s.f.). *Qué es Unity*. *Del curso: Unity 4 esencial*. Obtenido de: <https://es.linkedin.com/learning/unity-4-esencial/que-es-unity>

## ANEXOS

Figura 3. Interfaces de versiones beta. Fuente: Elaboración propia

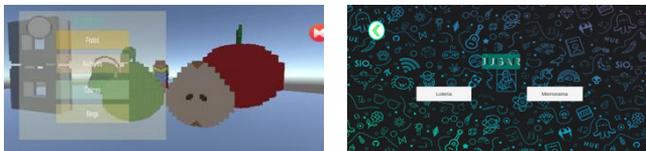


Figura 4. Interfaces principales de la versión liberada. Fuente: Elaboración propia



Figura 5. Realidad Aumentada de un gráfico en 3D mediante un código QR. Fuente: Elaboración propia



Figura 6. Proceso de impresión de figuras en 3D. Fuente: Elaboración propia



Figura 7. Trabajo colaborativo con alumnos hispanohablantes. Fuente: Elaboración propia



# INVERTEC INVERNADERO AUTOMATIZADO

Nochebuena-Martínez, Marcos José  
Ramírez-Morales, Ana Laura  
Lara-Pérez, Jonathan Emir  
Canales-Pacheco, Benito

Universidad Tecnológica de la Sierra Hidalguense  
Hidalgo

Nivel Superior  
Área: Medio Ambiente

## RESUMEN

*El presente trabajo hace una propuesta que permite monitorear y modificar variables ambientales como temperatura y humedad de un invernadero, con el fin de aprovechar los recursos naturales que se utilizan en el cultivo de plantas, considerando que sea de una forma controlada y automatizada. Haciendo uso de un microcontrolador Arduino, se realiza el control de las variables ambientales más significativas que influyen en el crecimiento de las plantas, como la temperatura, humedad del suelo e iluminación, así también activa un sistema de riego, ventilación e iluminación, dichos procesos se ejecutan automáticamente cuando algunas de las variables se encuentren fuera del rango adecuado para los cultivos, manteniendo de esta manera el entorno del invernadero con las condiciones óptimas para el desarrollo de las plantas. Los datos obtenidos serán guardados en una base de datos y visualizados en una página web, que permite monitorear el estado actual del interior del invernadero, así como también generar reportes consecutivos de acuerdo al interés del usuario.*

*Palabras clave: invernadero automatizado, medio ambiente, páginas web*

## ABSTRACT

*The present work presents a proposal that allows monitoring and modifying environmental variables such as temperature and humidity of a greenhouse, in order to take advantage of the natural resources that are used in the care of plant cultivation, considering that it is in a controlled and automated way. . Using an Arduino microcontroller, the control of the most significant environmental variables that influence plant growth is carried out, such as temperature, soil humidity and lighting, as well as activating an irrigation, ventilation and lighting system, said processes. They are executed automatically when some of the variables are outside the appropriate range for the crops, thus maintaining the greenhouse environment with optimal conditions for plant development. The data obtained will be saved in a database and displayed on a web page, which allows monitoring the current state of the interior of the greenhouse, as well as generating consecutive reports according to the user's interest.*

*Keywords: automated greenhouse, environment, web pages*

## INTRODUCCIÓN

Los invernaderos tradicionales, aunque son una herramienta valiosa para la agricultura y la producción de cultivos en condiciones controladas, también presentan una serie de desafíos como lo es la climatización. A menudo dependen de sistemas alternos, pero pueden ser ineficientes en términos de consumo de energía y costosos de mantener. La temperatura, humedad y la ventilación deben ser cuidadosamente controladas para optimizar el crecimiento de las plantas. Los invernaderos tradicionales cuentan con características diferentes de acuerdo a la estructura y tipo de cultivo que estas poseen, en los cuales se generan actividades para el cuidado de cada una de las plantas, dichas actividades son desarrolladas por una o varias personas, quienes son las encargadas de realizar el riego de las plantas, mantener el lugar a una temperatura adecuada, de encender de forma manual los ventiladores y la iluminación dentro del invernadero; realizar las actividades mencionadas puede provocar un uso intensivo de recursos y sobre todo, un impacto negativo en el medio ambiente si no se gestionan de manera sostenible.

La automatización de invernaderos es una tendencia creciente en la agricultura moderna, que busca optimizar la producción de cultivos al controlar y monitorear de manera eficiente el entorno de cultivo. La automatización puede ayudar a superar algunos de los desafíos mencionados anteriormente en los invernaderos tradicionales.

Debido a esta situación se plantea el desarrollo de dos sistemas, uno que corresponde al sistema electrónico, cuyo objetivo principal es: Diseñar e implementar un circuito electrónico que permita controlar el encendido de ventiladores, bomba de agua e iluminación de un invernadero, mediante el uso de un microcontrolador *Arduino* y sensores. *El segundo sistema tiene por objetivo: Desarrollar e implementar un sistema web para el monitoreo de variables ambientales, a través del manejo de la información utilizando mongo DB y tecnologías de programación web.*

Una de las limitaciones de la propuesta consiste en la inversión inicial que los productores deben considerar antes de implementar el sistema propuesto, debido a que primeramente se debe realizar un estudio de las condiciones de cultivos, para poder calibrar el sistema. Esto considerando que cada usuario tiene intereses diferentes que implican un análisis previo.

A continuación, se presenta el marco teórico que da sustento a la propuesta, en seguida se describe la metodología de desarrollo, finalmente, se presentan los resultados y conclusiones.

## MARCO TEÓRICO

Hoy en día, las tecnologías son empleadas para diferentes proyectos, puesto que son alternativas de solución y mejora de algunas actividades, esto demuestra que el avance tecnológico crece a gran escala y abarca cada vez más, distintas áreas y aplicaciones; en los

últimos años se evidencia un aumento en el empleo de la tecnología del *Internet de las Cosas* (IoT) para soluciones inteligentes de procesamiento y gestión de datos que son de utilidad para la toma de decisiones de impacto social, como es en este caso, de impacto ambiental.

La función principal de un invernadero es recrear las condiciones apropiadas para dar vida y generar la reproducción de plantas. Para lograr lo anterior, (Alpi, 1991) afirma que se necesita simular condiciones fisicoquímicas óptimas de temperatura, bióxido de carbono y humedad, entre otras, para el adecuado cuidado y crecimiento de las plantas.

El fundamento del sistema de control automatizado reside en el microcontrolador, del cual existen muchos tipos, pero el principio sigue siendo el mismo. Este elemento es el pilar básico en el control ambiental, consiste en manejar de forma adecuada todos aquellos sistemas instalados en el invernadero: sistemas de calefacción, sistema humidificador y de ventilación, humedad relativa y calidad del aire. La comunicación de estos dispositivos se realiza a través de la lógica; (Morales, 2015) plantea en su investigación que actualmente existen tres tipos de algoritmos de control: control clásico, control inteligente, control difuso y red neuronal artificial.

La implementación de sistemas informáticos para el monitoreo de cultivos en invernaderos es esencial para optimizar la producción agrícola y reducir los costos operativos. Tal como lo menciona (Lluga, 2022), donde realiza un prototipo basado en *internet de las cosas* para el monitoreo de invernaderos, cuya finalidad es diseñar un sistema de adquisición de datos para el monitoreo y diagnóstico de un invernadero mediante una página web, recopilando la mayor cantidad de datos posibles para así poder procesarlos; particularmente son la temperatura, humedad, CO<sub>2</sub>, luminosidad.

El uso de las tecnologías 4.0 ha permitido implementar herramientas de la agricultura inteligente, ha sido una alternativa para el cuidado de los cultivos, como lo indica (Arregocés, 2023) en su trabajo, donde explora el uso de herramientas tecnológicas 4.0 en zonas rurales, utilizando una plataforma IoT de acceso libre y tecnologías LoRa y LoRaWAN (Long Range Wide Area Network), con referencia de arquitectura LoRaFarM (LoRaWAN-based Smart Farming Modular IoT Architecture).

## MÉTODOS

Para el desarrollo del proyecto se utilizaron dos metodologías, la primera hace referencia a la Metodología de Prototipado (Expósito, 2021) para desarrollar el sistema electrónico. A continuación, se describe cada una de las fases.

En la fase I “Planificar”. Se definieron las actividades a desarrollar durante todo el proyecto. Hay que destacar que en esta primera fase se establecen los métodos y actividades a realizar para lograr tener el diseño del circuito, es por ello que se consideraron tres aspectos que permitieron dar inicio al proyecto.

En la fase II “Hacer”. Se pone en marcha la estrategia a la que se llegó gracias a la planificación, dando seguimiento a las actividades a desarrollar de acuerdo con el tiempo asignado por cada actividad, por ejemplo; selección de materiales, diseño del circuito, diagrama esquemático del circuito, diagrama PCB, diagrama de conexión de componentes, análisis de transferencia de datos.

En la fase III “Verificar”. Fue necesario realizar pruebas de los prototipos creados y analizar los objetivos y metas planteadas. Para realizar dichas pruebas fue necesario utilizar el software Proteus™, para ejecutar cada diseño del circuito, además, realizar las pruebas de conexión y transferencia de datos y los sistemas de activación de ventiladores, bomba de agua y riego.

En la fase IV “Actuar”. Se realizó la impresión de la placa electrónica, así la instalación de los diferentes sensores, relevadores y cables que permitirán realizar las diferentes conexiones, para posteriormente realizar las pruebas de activación de sistemas de ventilación, iluminación y riego. Pruebas de transferencia de datos y envió de valores hacia los sensores de humedad y temperatura.

Para el desarrollo de la página web se utilizó la *Metodología Scrum* (Martel, 2015), ya que principalmente permite ejecutar un proyecto en entregas parciales y regulares del producto. El desarrollo del producto se realiza de forma incremental y evolutiva, lo que resulta ideal en entornos dinámicos y cambiantes. Se utilizaron 4 *sprint*, que a continuación se mencionan.

*Sprint 1*; consiste en realizar una “Investigación” sobre el estado del arte del proyecto.

*Sprint 2*; “Diseño”, en particular, se establecieron los diagramas haciendo uso del Lenguaje Unificado de Modelado, diagramas de Secuencias de Autenticación de usuario, diagrama de Secuencias de Monitoreo, diagrama de Secuencias de reportes, diagrama de Secuencias de información, diagramas de Comunicación y Monitoreo.

*Sprint 3*; “Desarrollo”, se crean las interfaces de usuario, monitoreo, registros, reportes de variables ambientales y el módulo para modificar el rango de valores de los sensores conectados en el invernadero.

*Sprint 4*; “Pruebas”, se realizaron pruebas de usuario, verificando la conexión del sistema web con el sistema móvil, a través de un módulo *Bluetooth*.

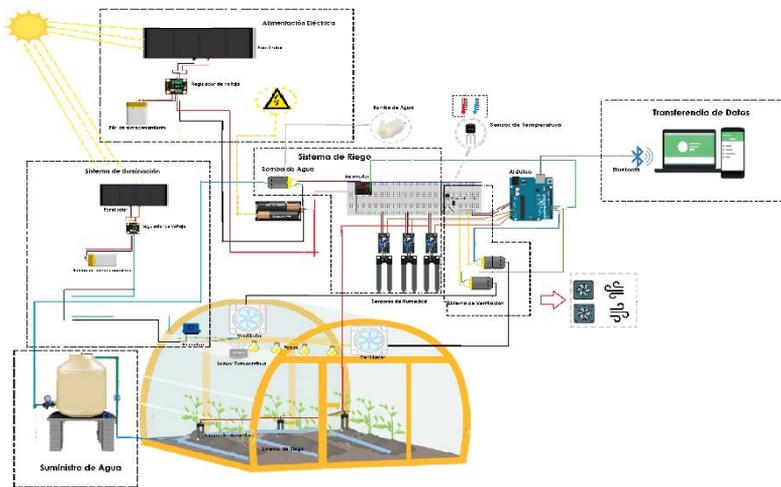
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1, se muestra un esquema de los resultados obtenidos, donde se pueden visualizar varios sistemas, el primero se refiere al “Sistema de alimentación eléctrica”, que consiste en un panel solar que alimenta el circuito electrónico. El segundo es un “Sistema de iluminación”, que conecta una fotocelda, cuya función es activar cuatro bombillas con

la ausencia de luz. El “Sistema de riego”, es activado por tres sensores de temperatura, los cuales están directamente conectados a las plantas del invernadero, cuando el sistema detecte exceso de humedad, desactivará el sistema de “Suministro de agua”. Igualmente, se tiene el “Sistema de ventilación”, este se activa por medio de los sensores de temperatura.

Cabe mencionar que los parámetros de medición de los sensores, pueden ser manipulados desde una página web, haciendo uso de un módulo Bluetooth para la transferencia de datos.

Figura 1. Esquema de componentes de Invertec Invernadero Automatizado



Fuente: Diseño propio

Como resultado de la página web, se tiene un sistema que permite visualizar en tiempo real los valores detectados por los sensores. A manera de ejemplo en la figura 2, se muestra una gráfica del comportamiento de uno de los sensores de humedad, donde se observa que siempre está oscilando. De igual manera, se puede observar el comportamiento de los sistemas de ventilación, riego e iluminación, permitiendo conocer si están activos.

El usuario puede generar reportes temporales de cada uno de los sistemas y puede modificar los parámetros de medición en caso de que así se requiera. Finalmente, la página web, presenta un apartado donde el usuario puede visualizar información importante sobre el cuidado del cultivo, con el objetivo de tener una guía sobre los cuidados de la planta.

Figura 2. Comportamiento del sensor de humedad.



Fuente: Diseño propio

## REFERENCIAS

Alpi, A., & Tognoni, F. (1991). Cultivo en invernadero. Ediciones Mundi-Prensa.

Morales, E. R., Inzunza, E., López, R. M., Cardoza, L., García, E. E., Olguín, J. E., & HERNÁNDEZ, J. M. (2010). Sistema de supervisión de temperatura de un invernadero mediante una comunicación inalámbrica. Ensenada, Baja California, México.

Lluga Carrión, J. D. (2022). Prototipo basado en internet de las cosas (IoT) para el monitoreo de invernaderos (Bachelor's thesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador).

Arregocés-Guerra, P., Restrepo-Arias, J. F., Martínez, M. U., Montoya-Yepes, J. P., & Branch-Bedoya, J. W. (2023). Monitoreo de cultivos bajo invernadero utilizando tecnologías 4.0. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 24(2).

Expósito Verdejo, R. (2021). Desarrollo de una metodología para el prototipado, aplicado a la electrónica de potencia (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).

Trigás Gallego, M. (2012). Metodología scrum.

Martel, A. (2015). Gestión práctica de proyectos con Scrum: Desarrollo de software ágil para el Scrum Master. Amazon.

# KAVA SISTEMA DE INFORMACIÓN DE SALUD MENTAL PARA UNIVERSIDAD

Carrillo-Montoya, Sara Yaneth  
Gonzalez-Del Río, Juan Antonio  
Villagran-Rueda, Sonia

Universidad Autónoma de Zacatecas  
Zacatecas

Nivel superior  
Área: Sociales y Humanidades

## RESUMEN

*La salud mental es un estado de bienestar que se ve alterado por trastornos como la ansiedad, la depresión y el estrés, los cuales cada día se vuelven más comunes y afectan la salud pública en México. La detección temprana de padecimientos que afectan la salud mental tiene un papel importante en la calidad de vida, es en este contexto que las y los jóvenes de nivel superior son un grupo significativo. Por ello, se desarrolló KAVA, una aplicación web que sirve como herramienta facilitadora de detección de alumnos con ansiedad, depresión y/o estrés y el monitoreo de la salud mental. Se espera que KAVA sea el instrumento que facilite la oportuna detección de riesgos que pongan en peligro la salud mental de las y los jóvenes, por lo que la facilidad en el uso y la interfaz amigable permite que el psicólogo detecte oportunamente a aquellos adolescentes que su salud mental sea un foco rojo por presentar rasgos de depresión, ansiedad, y/o estrés. Por lo que se concluye que dicho software revolucionará la profesión de la Psicología en instituciones educativas de nivel superior.*

*Palabras Clave: KAVA, Salud mental, Educación, Política Educativa.*

## ABSTRACT

*Mental health is a state of well-being that is altered by disorders such as anxiety, depression and stress, which are becoming more common every day, affecting the population's health. The early detection of conditions that come from mental health has an important role in the quality of life, it is in this context that the young people of university education are a significant group. For this reason, KAVA was implemented, a web application that serves as a facilitating tool for the detection of students with anxiety, depression and/or stress making a monitoring of mental health. KAVA is expected to be the instrument that facilitates the early detection of risks that endanger the mental health of young people, its friendly interface allows the psychologist to detect those adolescents whose mental health is a red light for presenting symptoms of depression, anxiety, and/or stress. That's why, it is concluded that our software will revolutionize the profession of psychology in universities.*

*Key words: KAVA, Mental health, Education, Educational policy.*

## INTRODUCCIÓN

Se estima que para 2030 la segunda causa de enfermedad y afectación a la salud será la depresión (Rentería- Rodríguez 2018) y fue en 2021, que la Organización Mundial de la Salud (OMS) señaló que los trastornos como la ansiedad y depresión se encuentran como principales causas de discapacidad y enfermedad en adolescentes.

Una salud mental deteriorada en las y los jóvenes, genera un impacto negativo en la calidad de su vida. En aquellos jóvenes que se encuentran preparándose como futuros profesionistas, los hace propensos a presentar bajas en su rendimiento escolar, que puede terminar no sólo en una mala nota, sino también en el abandono de sus estudios universitarios, o en conductas que pongan en riesgo su integridad física o la de su entorno. Dos de las herramientas más valiosas para la atención oportuna de la salud mental son la detección y el seguimiento. Como instituciones educativas se debe garantizar el bienestar para las y los alumnos, no obstante, ya sea por la cantidad de alumnos que solicitan atención psicológica o por la falta de herramientas adecuadas para la detección, el proceso para brindar o acceder al servicio psicológico se ve obstaculizado o entorpecido.

El objetivo de este proyecto es impulsar el uso de herramientas tecnológicas en el ámbito de la salud mental con el desarrollo de KAVA; sistema de Información de Salud Mental (SIMS), cuyo trabajo es realizar un monitoreo de salud mental detectando síntomas de ansiedad, depresión y/o estrés en los estudiantes. Con los datos obtenidos a través de KAVA el profesional de la salud adscrito a la institución educativa podrá llevar a cabo la intervención oportuna e implementar acciones de mejora de la calidad del entorno estudiantil. Con este proyecto se atenderán las inquietudes de la familia, las autoridades y las y los investigadores sobre el bienestar mental, las y los jóvenes universitarios, realizando un aporte trascendental en las investigaciones en pro de la población mexicana.

## MARCO TEÓRICO

El uso de la tecnología en la atención de la salud mental para mejorar entornos educativos promete grandes aportes. Como por ejemplo Piedrahita-Carvajal et al. (2021) que con el fin de ayudar a los profesores a monitorear el comportamiento de los alumnos de las clases virtuales y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje hicieron su trabajo titulado *Aplicación Web para el Análisis de Emociones y Atención de Estudiantes*. Funciona a la par de ambientes virtuales en vivo y utilizando modelos de inteligencia artificial que reconocen tres emociones (felicidad, enojo y neutralidad) en tiempo real, además, verifican que el estudiante preste atención o sigue presente frente a la cámara. Lograron obtener buenos resultados en las pruebas piloto y se espera que en un futuro los resultados sean favorables al ser aplicados en entornos de aprendizaje reales.

Joaquín- Salas et al. (2019) presentó su trabajo *Aplicación Móvil para la Detección de Posibles Víctimas de Acoso Escolar*. Consiste en el uso de un cuestionario que indaga en cómo es el ambiente de la clase para la alumna o el alumno, al mismo tiempo que se realiza un análisis facial, que consiste en el reconocimiento en tiempo real de las emociones para identificar cuáles de ellas son negativas. La prueba piloto se realizó en una primaria. Se espera que a futuro pueda utilizarse como aplicación web y mejorar para ser más amigable.

En 2020, Aguirre et al., estudiaron el Trastorno de Ansiedad Generalizada en personas de 19 a 26 años con el objetivo de diseñar una herramienta que funciona en conjunto de una aplicación web que ayuda al usuario a relajarse. Por otro lado, Jossa-Jaramillo y Martínez-Restrepo (2021) presentaron *(App)braza la Vida* que busca la prevención del suicidio en un grupo de edad de 10 a 19 años, funciona como un espacio de sensibilización para conocer sus emociones.

García- Díaz, Silvia- Díaz y Baltran-Lozano (2022) realizaron *Animar-te Aplicación para la Prevención de la Depresión en Adultos Jóvenes*, que consiste en tres fases: a) Detectar depresión; b) Brindar información acerca de la depresión, y c) Fomentar el cuidado para evitar la depresión. En un futuro se planea desarrollar módulos en la aplicación que faciliten la labor del psicólogo al momento de realizar una intervención psicológica.

Con base en la literatura revisada es posible establecer para este trabajo que es valioso analizar y seleccionar una herramienta de diagnóstico accesible y de fácil aplicación que sea amigable con el usuario. Por otro lado, se identificaron vacíos en el desarrollo de herramientas digitales o SIMS para el uso de instituciones educativas y en la presencia de más estudios y trabajos que hablen acerca del monitoreo regular de la salud mental de los jóvenes en México.

## MÉTODOS

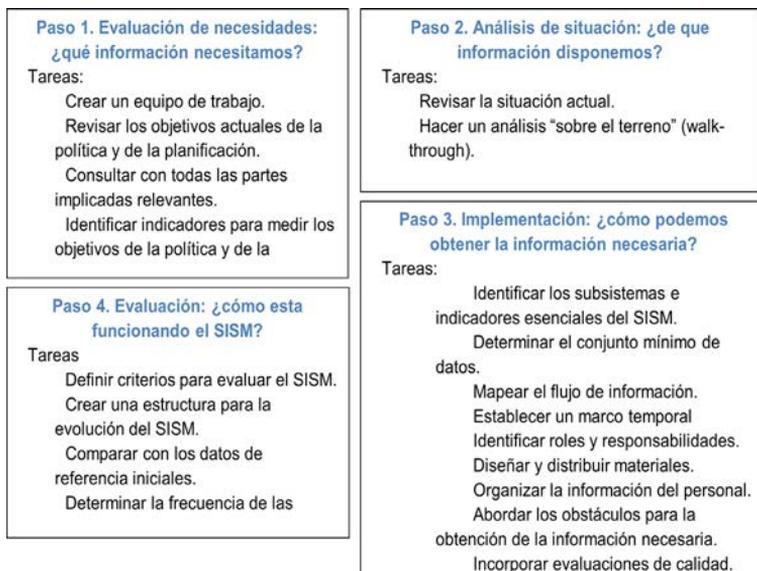
El enfoque de investigación es un diseño no experimental, transversal, descriptivo. Es no experimental porque las variables sólo son observadas y no intervenidas (Tevni-Grajales 2000) y es transversal porque se realiza en un único tiempo y momento específico. La población objeto de estudio a la que se busca beneficiar a través de la app web KAVA, son las y los jóvenes de 18 a 24 años inscritos en educación de nivel superior, que cuente con la adscripción de un psicólogo (o bien personal, como, trabajadores sociales, tutores, pedagogos, etc.) que canalicen a atención psicológica.

KAVA evaluará a partir de dos instrumentos. Se dispondrá del DASS-21 un test estandarizado y con validez mexicana, que consta de 21 ítems cuyo objetivo es ayudar en la detección de síntomas de ansiedad, depresión, y estrés. Con el fin de complementar la información de cada estudiante se hicieron adecuaciones al DASS-21. Esta nueva versión contiene 31 ítems que registrará información de seis dimensiones: a) Ansiedad, b) Depresión,

c) Estrés, d) Contexto en el hogar, e) Contexto en la escuela, f) Pasatiempos. El segundo instrumento es el *Testa* para el Monitoreo de la salud mental, este es de elaboración propia, consta de nueve preguntas, que evalúan las tres dimensiones de la salud mental.

Se utilizó como base para el desarrollo del SISM la metodología del Conjunto de Guías sobre Servicios y Políticas de Salud Mental (OMS, 2010) propuesta por la OMS en 2010, la cual consta de 4 pasos con tareas específicas cada una, como se describe a continuación en la Figura 1:

Figura 1. Pasos en el desarrollo de un sistema de información de salud mental

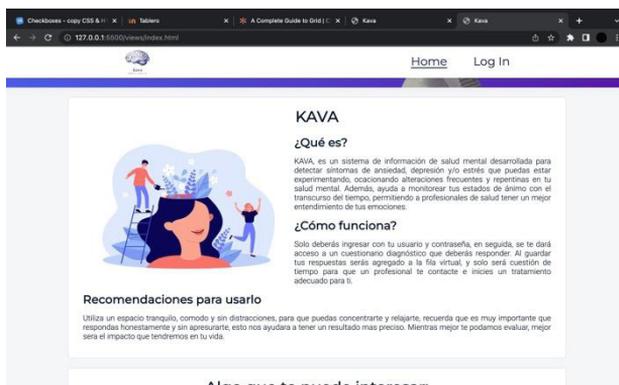


Fuente: Tomado de *Sistemas de Información en Salud Mental* (p.35), por la Organización Mundial de la Salud, 2010

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para utilizar KAVA, se requiere el acceso a una computadora con conexión a internet. Los usuarios tendrán que acceder a la *app* por medio de un navegador web e iniciar sesión en la página de inicio. La generación de usuarios y contraseñas estará a cargo de un administrador que ingresará los datos al sistema para que le arroje el listado de usuarios junto con las contraseñas. Los datos como el correo electrónico, nombre, y edad serán rellenados por el alumno cuando ingresen.

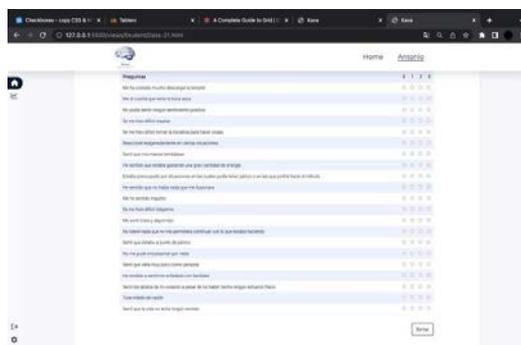
Figura 2. Página de inicio de sesión KAVA



Fuente: Elaboración propia a partir del desarrollo de la aplicación web

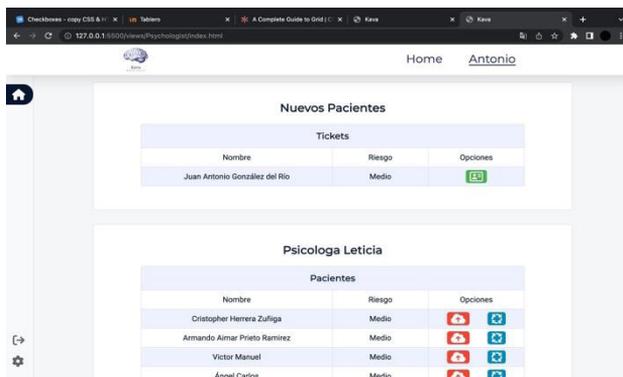
En seguida se les dará acceso a las y los alumnos al test DASS-21 adecuado (Figura 3) y al cuestionario de Monitoreo de Salud Mental. Podrán responder por medio de la selección de botones, y las respuestas de cada alumna y alumno serán guardadas automáticamente. Al finalizar -de responder los test- aparecerá como completado y podrán cerrar la sesión. Si en los resultados del DASS-21, se presenta una puntuación mayor a 9 en depresión, mayor a 7 en ansiedad y mayor a 14 en estrés, entonces el alumno será puesto como propenso. Por otra parte, las y los alumnos detectados con las puntuaciones de entre 21-27 en depresión, 15-19 en ansiedad y/o 26-33 en la puntuación de estrés serán catalogados con síntomas severos. Del mismo modo, si en los resultados del cuestionario de Monitoreo de Salud Mental se obtiene una puntuación de 18 o cercana, se les considerará como prioritarios para recibir atención psicológica. Cabe mencionar que a los usuarios no se les dará a conocer el resultado del test.

Figura 3. Test DASS-21 modificado



Fuente: Elaboración propia a partir del desarrollo de la aplicación web

Figura 4. Vista de los alumnos con la etiqueta de resultado del test DASS-21 según su puntuación



Fuente: Elaboración propia a partir del desarrollo de la aplicación web

Finalmente, los resultados, tanto individuales como grupales de las y los jóvenes que realizarán los tests, se presentarán en gráficos, a los que solo tendrá acceso el profesional de la salud mental. Como se plantea que KAVA sea utilizado como monitoreo en la salud mental, se recomienda cumplir con la aplicación de los cuestionarios en el tiempo fijado.

## CONCLUSIONES

Por lo aquí descrito, se espera que, con el desarrollo de KAVA se obtenga un SISM facilitador para que los alumnos universitarios reciban la atención psicológica que requieren, al encargarse de tareas como el monitoreo de la salud mental y la detección de síntomas de ansiedad, depresión y estrés.

KAVA permitirá incrementar el alcance de la atención a la salud mental en la universidad al disminuir el tiempo de aplicación de test y el análisis de los datos. Además, la revisión automática que el sistema ofrece se podrá conservar en un registro individual por alumno que estará disponible las 24 horas al que sólo tendrá acceso el profesional. Con el DASS-21 y las adecuaciones que se le realizaron se podrá obtener información de alta importancia para el seguimiento y registro de cada uno de las y los adolescentes. Por otro lado, con el cuestionario de Monitoreo de Salud Mental se llevará un registro de la salud mental del usuario y su evolución. A largo plazo se espera que KAVA pueda ser utilizado para la detección de síntomas de otro tipo de afectaciones a la salud mental.

Finalmente, KAVA es el resultado del uso de las nuevas tecnologías para fortalecer los esfuerzos en mejora de la calidad de las instituciones educativas y la búsqueda de una salud mental. Así pues, este proyecto tiene la visión de ser uno de los líderes de transformación social de México al contribuir a los esfuerzos en pro de la mejora de la salud pública a largo plazo, para que en un futuro los estudiantes de todos los niveles y egresados profesionistas puedan gozar de un estado completo de salud y bienestar.

## REFERENCIAS

Aguirre Landero, B. (2020). Trastorno de Ansiedad Generalizada: Creación de un objeto de diseño industrial para adultos jóvenes que sufren trastorno de ansiedad generalizada en tiempos de cuarentena y distanciamiento social, el cual brinde un óptimo control del síntoma de la tensión muscular. [http://repositorio.iberopuebla.mx/bitstream/handle/20.500.11777/4805/Articulo\\_de\\_divulgacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.iberopuebla.mx/bitstream/handle/20.500.11777/4805/Articulo_de_divulgacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

García- Díaz A. M., Díaz, D. S., Beltrán- Lozano J. S. (2022). Animar-te aplicación para la prevención de la depresión en adultos jóvenes. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/27493/1/Animar-te%20aplicaci%3%b3n%20para%20la%20prevenci%3%b3n%20de%20la%20depresi%3%b3n%20en%20adultos%20j%3%b3venes.pdf>

Henry, J. D., Crawford, J. R. (2005). The short-form version of the Depression Anxiety Stress Scales (DASS-21): Construct validity and normative data in a large non-clinical sample. *British Journal of Clinical Psychology* 44, 227–239.

Hernández-Sampieri, R., Fernández- Collado, C., Baptista- Lucio, M. P. (2010). Metodología de la Investigación. McGRAW-HILL.

Jaramillo- Jossa, J. e al. (2021). (App)brazo la vida: prevención del riesgo de comportamiento suicida en adolescentes, por la influencia del contenido digital de algunas plataformas. [https://repositorio.ces.edu.co/bitstream/handle/10946/5146/1017240046\\_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ces.edu.co/bitstream/handle/10946/5146/1017240046_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Joaquín- Salas, C., Padrón Rivera G., Serrano Herrera, R. A. (2019). Aplicación móvil para la detección de posibles víctimas de acoso escolar. *Coloquio de investigación multidisciplinaria*, 7(1), 1901–1907. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4319421>

Organización Mundial de la Salud. (17 de noviembre de 2021). Salud mental del adolescente. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/adolescent-mental-health>

Organización Mundial de la Salud. (2010). Sistemas de Información de Salud Mental. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/333276/9789962642435-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Piedrahíta-Carvajal, A., Rodríguez-Marín, P. A., Terraza-Arciniegas, D. F., Amaya-Gómez, M., Duque-Muñoz, L., Martínez-Vargas, J. D. (2021). Aplicación web para el análisis de emociones y atención de estudiantes. *Tecnológicas*, 24 (51), 1-15. <https://doi.org/10.22430/22565337.1821>

Rentería- Rodríguez, M., E.(2018). Salud mental en México. *Oficina de Información Científica y Tecnológica para el Congreso de la Unión (INCYTU)* (.007) 1-6.

Tevni- Grajales, G. (2000). Tipos de Investigación. <https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1RM1FOL42-VZ46F4-319H/871.pdf>

# CM-S-TAM-988 - LA MURALLA EXTINTORA

Trejo-Morales, José Román  
Quintos-Ploneda, María Fernanda  
Alanis-Rosales, Pascual Alonso

Unidad Académica Multidisciplinaria Mante  
Tamaulipas  
Nivel Superior  
Área: Ciencia de los Materiales

## RESUMEN

*El cambio climático se derivó de diversas acciones de la población, lo cual ha generado que se presenten diversos cambios en las temporadas y la adquisición de recursos naturales, tal es el caso del agua, uno de los recursos sin duda más valiosos para la vida, el agua se ha ido escaseando debido a la falta de lluvias debido al cambio climático, ocasionando un incremento en la temperatura de la tierra y con ello acarreado una gran cantidad de incendios; cuando se inicia uno de ellos, se extiende sin planificación ni control alguno, liberando dióxido de carbono, además de otros gases que se originan por la quema de los diferentes materiales que se encuentren a su paso, favoreciendo el efecto invernadero y cambio climático, el tamaño del incendio radica en el tiempo de respuesta para atacar el mismo y de las condiciones climatológicas del momento. La muralla extintora busca ser una solución rápida y eficiente, para combatir el fuego que no tiene control, gracias a los reactivos que utilizan un sistema de almacenaje, el cual al accionar para destruirse, libera una reacción endotérmica en cadena, que libera de manera instantánea una masa que es alimentada del calor, atacando eficientemente mediante dos procesos simultáneos, primero sofoca el fuego evitando que continúe propagándose y a la par hidrata el suelo -donde se encontraba el fuego- evitando que pueda avivarse nuevamente. La muralla extintora puede ser aplicada de diferentes maneras, considerando la intensidad y peligrosidad del incendio. Palabras Clave: Fuego, Reacción Endotérmica, Muralla contra incendios, Detonador remoto, reacción química*

## ABSTRACT

*Currently, one of the problems that have been detected is climate change, derived from various actions of the population, which has led to various changes in the seasons and the acquisition of natural resources, such is the case of water, one of the most valuable resources for life, which lately has been scarce due to lack of rainfall, causing an increase in the temperature of the earth and thus grassland fires, which are distributed rapidly. When a fire starts, it spreads without any planning or control, releasing carbon dioxide and other gasses that originate from the burning of different materials that are in its path, favoring the greenhouse effect and climate change, the size of the fire lies mainly in the response time to attack the same fire and weather conditions at the time. The extinguishing wall, seeks to be a fast and efficient solution to fight the fire that has no control, thanks to the reagents that use a storage system similar to the pumps, which by activating the activator releases an endothermic chain reaction, which instantly releases a mass, which feeds the heat, attacking efficiently through two simultaneous processes, first smothers the fire preventing it from continuing to spread and in the same way hydrates the soil where the fire was avoiding that the fire can be stoked again. The extinguishing wall can be applied in different ways, considering the intensity and dangerousness of the fire, since this technology seeks not to put human lives at risk and make the least possible use of people since they would not have to be so close to the fire.*

*Keywords: Fire, Endothermic Reaction, Remote Action, Fire Wall, Chemical Bombs.*

## INTRODUCCIÓN

Las condiciones ambientales que se están dando alrededor del planeta impulsan la rápida formación y expansión de incendios, esto aunado a la falta de lluvia y escasez de agua, han provocado las condiciones perfectas para generar una ola de incendios incontrolables a gran escala, según el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), y de acuerdo a la estadística del programa Nacional de Protección contra Incendios en México, anualmente se incendian 3 y 10 millones, provocando la destrucción de zonas protegidas críticas, de grandes emisiones de gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global, menos plantas que generan oxígeno, generación de grandes capas de cenizas, destrucción del hábitat de vida silvestre y la rápida erosión del suelo.

## MARCO TEÓRICO

De acuerdo a la *National Fire Academy* (2021), se requieren 9,000 litros de agua por minuto en un área de 1.5 metros cuadrados, razón por la cual es de vital importancia el tiempo de respuesta y la eficacia de las herramientas. Es frecuente el uso de avionetas para abarcar mayor cantidad de terreno, sin embargo, los tanques suelen poseer solamente entre 900 y 1,200 litros, los cuales suelen usarlo para crear una barrera que intenta reducir el paso del incendio, sin embargo, en muchas de las ocasiones no suelen ser tan eficientes, ya que dependemos de las condiciones climatológicas y los tiempos de carga y respuesta de las mismas avionetas o cisternas (que frecuentemente son las técnicas usadas). El gasto de recursos y el daño, es directamente proporcional al tiempo en que es atacado un incendio, es decir, este método tradicional es claramente muy deficiente.

Además de que hablamos de cantidades realmente importantes tanto del vital líquido, como de hectáreas perdidas al año por este desastre; por otra parte, tenemos entre 30,000 y 40,000 muertes al año según la Organización Mundial de la Salud (2020).

## MÉTODOS

El fuego, como bien se conoce, en relación a su utilización se han hecho diferentes estudios, considerando sus diferentes propiedades, tales como su conducción, e incluso se ha desarrollado el famoso *círculo del fuego*, donde se estudia, cómo faltando cualquiera de los elementos mínimos necesarios, el fuego puede ser acabado.

Pero, también dentro de estas investigaciones se ha descubierto, que existen diferentes tipos de fuentes de inyección, que pueden iniciarlo de manera voluntaria o involuntaria.

Como en todo proceso, existen temporadas o rachas donde los incendios son más probables, no obstante, no se toman las medidas pertinentes de prevención, ni se actualizan los protocolos, ya que existen diferentes intereses tanto políticos, como económicos, ecológicos, etcétera.

Tras elaborar un análisis cualitativo de diversos materiales, se consideró experimentar con el compuesto *permanganato de potasio*, debido a su fuente rica en potasio, lo cual se usa en muchos de los productos que los agrónomos utilizan como fertilizantes, pero considerando que no se encuentra en un estado puro, se optó por desarrollar una reacción, que permitiera contribuir a una pronta regeneración de las áreas quemadas sin causarle un mayor daño, encontrando el *peróxido de hidrógeno*, como un agente químico ideal por la liberación de oxígeno y agua, de manera mucho más compacta y agresiva como una detonación de hidrógeno, el cual consumiría las llamas.

Tras realizar una serie de aditamentos y estudiando la cuantificación de la reacción, encontramos la manera de poder conducir esos vapores, para la creación e impulso de una masa, que se alimente del calor, permitiéndole existir durante un tiempo considerable de acción rápida e instantánea.

Tras la fase de experimentación, para obtener el mejor rendimiento del producto, se descubrió que la manera más eficiente de hacer una reacción química, es en ausencia de oxígeno, razón por la cual se diseñó un mecanismo similar al de las bombas, que nos permitan mediante un activador, lograr la reacción y obtener una mayor cantidad de producto, incrementando en un 50% su área de acción.

Consideramos que las esferas pueden ser arrojadas mediante diferentes dispositivos o medios, considerando el tamaño del incendio y el interés por acabarlo.

Se realizaron diferentes pruebas controladas, en donde el enfoque fue considerar diferentes factores, entre los que destaca el tiempo de acción de nuestro producto en condiciones controladas, encontrando que trabaja de manera eficiente, ya que la masa abraza el fuego, liberando hidrogeno, en modo de vapor ayudando también a disipar el dióxido de carbono provocado por el incendio.

También se pudo analizar cómo se distribuye el material desde el epicentro -donde cae la esfera-, dejando a su paso una capa hidratada, la cual anula la conducción del fuego y reduce el calor de la tierra, y el tamaño de esta masa se incrementa en al menos un 50%, cuando se efectúa en ausencia de oxígeno, por lo que se recomienda detonar el dispositivo previo a su impacto con el suelo.

## RESULTADOS

Hemos notado y analizado las proporciones de la materia prima a comparación del producto final, lo que ha mostrado que aumenta 30 veces el tamaño del concentrado inicial. Nos encontramos en convenio con cuerpos de protección civil, encargados de este tipo de desastres, donde se ha trabajado constantemente en mejoría de prototipos y adaptación para el cuerpo de bomberos, encontrando una efectividad bastante

buena, desde la mezcla efectiva, la pared separadora (la cual ha sufrido modificaciones en los últimos meses, logrando que sea una barrera lo suficientemente fuerte para su transporte, pero frágil al momento de recibir un golpe dentro del campo de combate del incendio), hasta en las pruebas de campo donde hemos encontrado que gracias a sus componentes y las reacciones químicas efectuadas, la pasta se ve atraída por el calor al mismo tiempo de que inhibe su propagación y su reactivación con un solo agente de los antes utilizados en su preparación.



## DISCUSIÓN

En comparación con el método tradicional para el combate de incendios (que siempre ha sido el agua), esta pasta al ser mucho más espesa, inhibe el paso del oxígeno al centro de combustión, lo que la hace mucho más efectiva que cientos de litros de agua que son usados incluso cuando estos son pequeños. Además de aportar beneficios a la tierra para su regeneración, previniendo así nuevos incendios.

Por otro lado, bombas de gases como NOFF, podrían llegar a ser nocivas para el sistema respiratorio, además de que sus químicos tienen un alcance reducido y reservado para espacios cerrados.

## REFERENCIAS

CAPÍTULO 11 SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIOS. (s/f). Gob.es. Recuperado el 1 de octubre de 2022, de [https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/agenBiologicos/pdfs/11\\_leg.pdf](https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/agenBiologicos/pdfs/11_leg.pdf)

Cordobesas, A. (2019, agosto 8). ¿Cuánta agua se utiliza para apagar un incendio? La Voz del Interior. <https://www.lavoz.com.ar/espacio-de-marca/cuanta-agua-se-utiliza-para-apagar-un-incendio/>

De Salud, E., Seguridad, Y., El Trabajo, E. N., & Grant, C. C. (s/f). Insst. es. Recuperado el 3 de octubre de 2022, de <https://www.insst.es/documents/94886/162520/Cap%C3%ADtulo+41.+Incendios>

El agua como extintor de incendio. (s/f). Com.ar. Recuperado el 8 septiembre de 2022, de <https://estrucplan.com.ar/el-agua-como-extintor-de-incendio/>

Noticias. (2013). Diagnóstico prenatal, 24(2), 87. <https://doi.org/10.1016/j.diapre.2013.02.002>

Peróxido de hidrógeno: usos, aplicaciones y ventajas. (s/f). Amoquimicos.com. Recuperado el 7 de septiembre de 2022, de

<https://www.amoquimicos.com/usos-y-ventajas-peroxido-de-hidrogeno>

Salgado, F. F. (2022, julio 25). ¿Cuánta agua carga en su cesta un helicóptero anti- incendios? Vista de Antecedentes y perspectivas de la investigación en incendios forestales en el INIFAP. (s/f). Gob.mx. Recuperado el 1 de septiembre de 2022, de <https://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/981/2807>

(S/f-a). Org.mx. Recuperado el 8 de septiembre de 2022, de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-40182012000300008#:~:text=La%20presencia%20de%20los%20incendios,plantas%20colonizaron%20la%20superficie%20terrestre.](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182012000300008#:~:text=La%20presencia%20de%20los%20incendios,plantas%20colonizaron%20la%20superficie%20terrestre.)

(S/f-b). Vsaduidoma.com. Recuperado el 1 de octubre de 2022 <https://vsaduidoma.com/es/2020/06/25/po-lza-margancovki-dlya-rastenij-i-dlya-chego-ee-primenyayut/>

# MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DE LA HOJA DE PLÁTANO APLICADA EN LA INVESTIGACIÓN DE TELAS NO TEJIDAS: UNA INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA

Barreto-Paz, Yarely  
Vázquez-Tapia, Jaqueline  
Morales-Sánchez, Marco Antonio  
Alvarado-Flores, Miguel

Facultad de Ingeniería Química, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.  
Puebla

Nivel Superior  
Área: Medio Ambiente

## RESUMEN

*El mejoramiento de las propiedades mecánicas de la hoja de plátano se lleva a cabo a través de la aplicación de tratamientos térmicos mediante hervido, por vapor y por transferencia de calor directo uniforme, así como el adicionamiento de recubrimientos poliméricos a base de almidón de maíz, papa y yuca que aumentan su resistencia, debido a que los datos obtenidos muestran un aumento a la resistencia en las pruebas de tensión mecánica y una diferencia significativa en su apariencia física (morfológica) observada por SEM. Esto permite que el material se convierta en un sustituto del cuero y de telas no tejidas. El diseño completamente al azar fue aplicado en la etapa de selección para tratamientos a base de glicerina y almidón. También, se realizaron pruebas de evaluación con doblez, al sistema estudiado y cuantificando grietas en su superficie. Se realizó un estudio estadístico ANOVA consistente por: modelo general de proceso, diagrama de cajas, prueba LSD, varianza, normalidad e independencia. Se estableció el mejor tratamiento con un porcentaje en peso de almidón de 50% yuca/ 50% maíz y recubrimiento a base de glicerina, almidón de papa y maíz.*

*Palabras clave: Curtido, Hoja-Plátano, Resistencia mecánica, Diseño de experimentos, almidón, glicerina, tela no tejida.*

## ABSTRACT

*The improvement of the mechanical properties of the banana leaf is carried out through the application of heat treatments by boiling, steam and uniform direct heat transfer, as well as the addition of polymeric coatings based on corn, potato and cassava starch that increase its resistance because the data obtained show an increase to the resistance in the tests of mechanical tension and a difference significant in its physical appearance (morphological) by SEM. It would allow the material to become a substitute for leather and nonwoven fabrics. The completely randomized design was applied in the selection stage for glycerin and starch-based treatments, also evaluation tests with folds to the treated system and quantifying cracks on its surface. A complete statistical study was carried out using ANOVA: general process model, box diagram, LSD test, variance, normality and independence. The best treatment was established with a starch mixture whose composition of 50% potato/50% corn and a glycerin and starch mixture polymeric coating.*

*Keywords: Tanning, banana-leaf, mechanical-improvement, experimental-design, starch, glycerin, non-woven.*

## INTRODUCCIÓN

La mejora de la resistencia mecánica de la hoja de plátano permite proponer un material amigable con el ambiente para la elaboración de telas no tejidas y sustitución del cuero animal. El presente documento abarca el uso de tratamientos térmicos y poliméricos (a base de almidón provenientes de la papa, yuca, camote y maíz); así como la selección y establecimiento del método más eficiente para la mejora de las propiedades del material. El objetivo es mejorar la resistencia mecánica de la hoja de plátano y realizar su caracterización.

Se utilizaron como referencia los trabajos de investigación de Duque, S., Monsalve, P., & Restrepo, C. (2019); así como Bohórquez & B. C. D (2020), para realizar una propuesta desde otro punto de vista, sobre el uso de la hoja de plátano y la mejora de sus propiedades mecánicas para su aplicación en telas no tejidas y en la sustitución del cuero animal.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Gran parte de los contaminantes del agua provienen del procesamiento del cuero en la industria marroquinera. La industria textil y de marroquinería, son fabricantes de cuero, ropa, calzado y accesorios y son de los principales causantes de gases de efecto invernadero. La utilización de sustitutos de bajo impacto medioambiental para la fabricación de estos productos permite reducir el impacto de los contaminantes. Las hojas de plátano pueden ser tratadas para mejorar su resistencia mecánica mediante tratamientos específicos de *almidonación* (Martínez et al.,2022).

## MARCO TEÓRICO

El Diseño de Experimentos, consiste en planear y realizar un conjunto de pruebas mediante el uso de diferentes técnicas estadísticas que proporcionen evidencias objetivas para probar o rechazar hipótesis, permitiendo conocer sus efectos (Montgomery, 2005). Mientras que el Diseño completamente al azar (DCA) es simple, conocido como análisis de varianza de un solo factor que permite comparar dos o más tratamientos. Las corridas experimentales se realizan en orden aleatorio y debe de tener al menos tres tratamientos (Gutiérrez, 2012).

La *musa paradisiaca* u hoja de plátano es una planta de tipo herbácea, sus hojas son grandes con dimensiones de dos a cuatro metros de largo y hasta de medio metro de ancho, se caracterizan por ser lisas y con tendencia a la ruptura espontánea a lo largo de las nervaduras verticales. La planta tiene aproximadamente entre cinco y quince hojas funcionales con tiempos de vida no mayores a dos meses. Químicamente, las fibras de la hoja de plátano presentan en su composición un 82% de celulosa, 6-19% de hemicelulosa, 2% de goma residual, 5-10% de lignina y 3- 5% de pectina. De acuerdo con la composición de la planta, la resistencia a la tracción hace que sea apropiada para la fabricación de productos de alta resistencia (Saxena & Chawla, 2021).

La estructura del almidón, el cual es parcialmente soluble en agua, está compuesta por dos polisacáridos (amilosa y amilopectina). La amilosa es un polímero lineal de unidades de glucosa; mientras que la amilopectina es un polímero ramificado. En un estudio reciente se ha encontrado la cinética de polimerización (Martínez et al.,2022). Su uso en películas biodegradables con composición única del mismo crea materiales quebradizos, con propiedades mecánicas, pobres y muy sensibles al agua, su combinación con otros materiales poliméricos produce materiales resistentes al agua y rompimiento, así como flexibles. La glicerina sirve como plastificante. Las interacciones que se presentan molecularmente entre la glicerina y almidón son físicas; pues al mezclarse los materiales son más flexibles, ya que es una sustancia de bajo peso molecular donde las distancias moleculares aumentan favoreciendo deslizamiento (Bohórquez, 2020).

La microscopía electrónica de barrido (SEM) es una técnica que permite obtener imágenes alta resolución y capacidades de análisis morfológico, estructural y químico (Clavijo, 2012), el análisis Infrarrojo de Transformada de Fourier (FTIR) es una técnica de análisis espectroscópica que utiliza una parte del espectro electromagnético para registrar información sobre el material al que se aplica el haz de infrarrojos (ThermoFisher, 2019).

## MÉTODOS

### Etapa de selección

El procedimiento para la obtención de almidón de papa, yuca, camote y maíz consistió en el rayado del tubérculo a utilizar, reposo en medio, filtración; obtención, solución concentrada de almidón; decantación, secado y pulverizado.

Figura 1. Obtención de almidones



Fuente: Elaboración propia

Se aplicó un modelo general de proceso. Las variables de entrada fueron los tratamientos con almidón a los que se sometió la hoja de plátano y como variable de salida el número de grietas que se generó al doblar la hoja como una medida de elongación. Se aplicó un DCA considerando dos fuentes de variación, debida a los tratamientos y al error.

Figura 2. Modelo general de procesos



Fuente: Elaboración propia

Se aplicaron los tratamientos a 16 muestras con dimensiones de 3x15 cm, las cuales se sometieron a calentamiento en agua hasta antes del punto de ebullición. Se separaron las muestras en 4 grupos (T1, T2, T3, T4) con 4 elementos cada uno y se prepararon los aditivos para los tratamientos: 2, 3 y 4 los cuales fueron mezclas de 30g de almidón de papa y 30g de almidón a usar (T2 (yuca), T3(camote) y T4 (maíz)). Para el 1 (control), no se le suministró ningún tratamiento. Se hizo reaccionar el almidón con glicerina y agua sometiendo la mezcla a calentamiento. Se vertieron los aditivos a las muestras respectivamente para su tratamiento. Se dejaron secar las muestras por un día y finalmente se realizaron las pruebas de elongación mediante la cuantificación de grietas con cinco dobleces. Los resultados son presentados en cálculos del ANOVA.

Figura 3. Tratamientos aplicados a la hoja de plátano



Fuente: Elaboración propia

### Etapa de obtención de la tela no tejida por curtido

Los materiales utilizados fueron: Hoja de Plátano (*musa paradisiaca*), hoja de platanillo (*heliconia bihai*) y almidón de maíz-papa, maíz y yuca (polímero). Por otro lado, se utilizaron métodos de transferencia de calor sobre la superficie de la hoja de plátano, siendo: directo (Método 1) mediante una plancha de nano titanio o aluminio; método de hervido en agua (Método 2), hasta alcanzar una temperatura del seno del fluido de 94-98 °C; Método 3: tratamiento por método 1 y recubrimiento polimérico; Método 4:

tratamiento por Método 2 y recubrimiento polimérico y Método 5: tratamiento térmico por vapor de agua y recubrimiento polimérico.

Se caracterizaron las muestras mediante las técnicas: SEM a condiciones de presión atmosférica para evitar deterioros de la muestra; FTIR para determinar la composición química del almidón de maíz y yuca. Pruebas de tensión mediante una máquina universal y por el aparato Stress-Strain AP-8216.

Figura 4. Aparatos de tensión mecánica A) máquina universal B) Stress-Strain AP-8216



A)



B)

Fuente: Elaboración propia

## RESULTADOS

### Resultados Etapa de Selección

Grietas que presenta la hoja de plátano después de 5 dobleces. Control (T1). Tratamiento 2 (T2): Aditivos tipo 1: almidón de yuca-papa, glicerina. Tratamiento 3 (T3): Aditivos tipo 2: almidón de camote-papa, glicerina, Tratamiento 4 (T4): Aditivos tipo 3: almidón de maíz-papa, glicerina.

Tabla 1. Resultados de las grietas en las hojas de plátano para cada tratamiento

Control	T2	T3	T4
3	3	2	1
4	2	1	1
7	1	2	2
4	1	1	1

Fuente: Elaboración propia

## ANOVA

Tabla 2. Análisis de varianza de los tratamientos

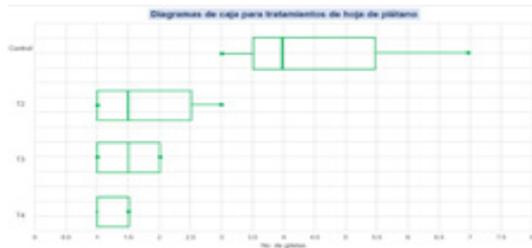
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	27.5	3	9.1666667	8.1481481	0.003165	3.4902948
Dentro de los grupos	13.5	12	1.125			
Total	41	15				

Fuente: Elaboración propia

Como  $8.1481148 > 3.01$ , entonces se rechaza la hipótesis nula, hay un efecto en los tratamientos y los tratamientos no tienen el mismo efecto en promedio.

### Diagramas de caja

Figura 5. Diagramas de caja para tratamientos de hoja de plátano



Fuente: Elaboración propia

El tratamiento 4, presenta una menor cantidad de grietas y una mejor efectividad. El Tratamiento 1 (control) presenta menor efectividad.

### Prueba LSD.

Tabla 3: Prueba LSD

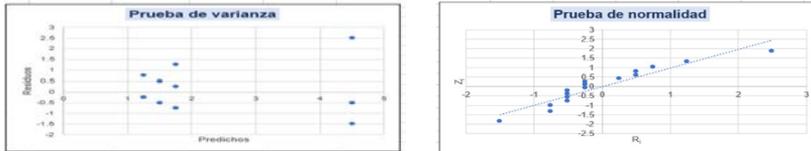
Hipótesis	Diferencia Poblacional	Diferencia muestral en valor absoluto	Valor LSD	Decisión
$H_0: \mu_A = \mu_B$ vs $H_A: \mu_A \neq \mu_B$	$\mu_A - \mu_B$	2.75	2.332271314	significativa
$H_0: \mu_A = \mu_C$ vs $H_A: \mu_A \neq \mu_C$	$\mu_A - \mu_C$	3	2.332271314	significativa
$H_0: \mu_A = \mu_D$ vs $H_A: \mu_A \neq \mu_D$	$\mu_A - \mu_D$	3.25	2.332271314	significativa
$H_0: \mu_B = \mu_C$ vs $H_A: \mu_B \neq \mu_C$	$\mu_B - \mu_C$	0.25	2.332271314	no significativa
$H_0: \mu_B = \mu_D$ vs $H_A: \mu_B \neq \mu_D$	$\mu_B - \mu_D$	0.5	2.332271314	no significativa
$H_0: \mu_C = \mu_D$ vs $H_A: \mu_C \neq \mu_D$	$\mu_C - \mu_D$	0.25	2.332271314	no significativa

Fuente: Elaboración propia

### Prueba de normalidad y varianza

La prueba de independencia se cumple porque hay un patrón aleatorio que se encuentra dentro de una banda horizontal.

Figura 6: Prueba de normalidad y varianza

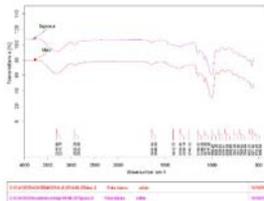


Fuente: Elaboración propia

La prueba de normalidad es adecuada, ya que sigue una línea de tendencia lineal.

### Resultados de la Etapa de Caracterización

Figura 7. FTIR almidón.



Fuente: Elaboración propia

Se muestran bandas de absorción en un valor de  $3304 - 3311 \text{ cm}^{-1}$  correspondiente al estiramiento del -OH características de un almidón. Así como tensiones del C-H se presenta a  $2928 - 2933 \text{ cm}^{-1}$  de un aldehído, a  $1639 - 1640 \text{ cm}^{-1}$  grupo C=O, bandas a  $1077 - 998 \text{ cm}^{-1}$  de tensiones C-O-C y a  $998 - 928 \text{ cm}^{-1}$  son las flexiones del COH para ácidos carboxílicos.

Figura 8. SEM tratamientos hoja de plátano: A) Sin tratamiento B) Método 1, C) Método 2, D) Método 5, E) Método 4, F) Método 3. Tratamientos hoja de platanillo: G) Método 3 y D) Método 4. Fuente: Elaboración propia

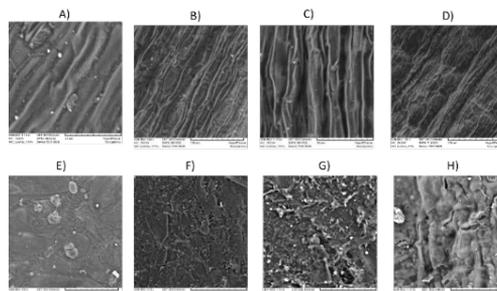


Tabla 4: Valores en kgf de resistencia mecánica de las muestras de hoja de plátano y platanillo sometidas a tensión en la máquina universal

Muestra	Medición 1 (kgf)	Medición 2 (kgf)	Medición 3 (kgf)	Medición 4 (kgf)
Hoja de plátano natural	0.075	0.050	0.060	0.060
Hoja de plátano hervida	0.340	0.065	0.070	0.045
Hoja de plátano asada	0.200	0.300	0.475	0.570
Hoja de plátano hervida y tratada con almidón de maíz-papa	0.055	0.075	0.070	0.065
Hoja de plátano asada y tratada con almidón de maíz-papa	0.375	0.810	0.870	0.940
Hoja de platanillo natural	0.035	0.027	0.225	0.024
Hoja de platanillo hervida	0.030	0.070	0.485	0.160
Hoja de platanillo asada	0.250	0.125	0.075	0.350
Hoja de platanillo hervida y tratada con almidón de maíz-papa	0.475	0.385	0.570	0.065
Hoja de platanillo asada y tratada con almidón de maíz-papa	0.530	0.125	0.465	0.650

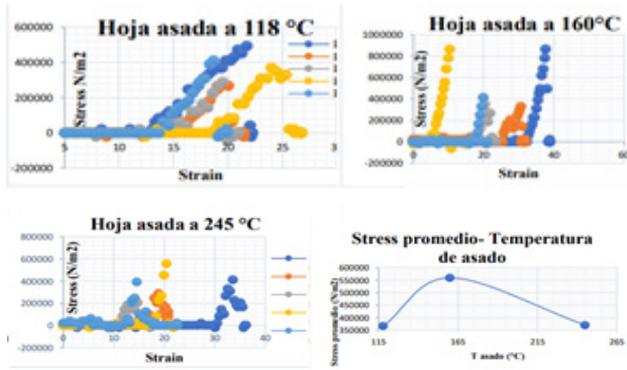
Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Valores en kgf de resistencia mecánica de la hoja de plátano asada a diferentes temperaturas, tiempos y niveles mediante una plancha

Muestra	Nivel	Ti (°C)	Tf (°C)	t(s)	t0(s)	Tensión (kg)
1	5.0	108.500	114.400	10.000	N/A	0.190
2	5.0	118.900	114.700	40.000	N/A	0.430
3	5.0	119.100	121.600	60.000	N/A	0.270
4	5.0	120.900	117.400	N/A	>600	0.020
5	22.5	163.500	167.000	10.000	N/A	0.035
6	22.5	161.400	169.900	40.000	N/A	0.040
7	22.5	161.500	171.600	60.000	N/A	0.030
8	22.5	153.400	161.400	N/A	>420	0.050
9	45.0	197.500	189.300	10.000	N/A	0.135
10	45.0	232.400	247.000	40.000	N/A	0.530
11	45.0	247.800	250.200	60.000	N/A	0.360
12	45.0	249.500	237.000	N/A	235	0.210

Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Resultados Stress-Strain Método 1.



Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Obtención de posible sustituto de tela no tejida.



Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

El uso de los diferentes aditivos o variables de entrada, tuvieron impacto en nuestro sistema (hoja de plátano), y en las variables de salida, las cuales fueron medidas y nos permitieron obtener como resultado el número de grietas correspondientes a los diferentes tratamientos según los dobleces. Dichos aditivos presentaban una disminución de las grietas formadas respecto al tratamiento de control. Así como se permitió establecer el mejor tratamiento. El mejor polímero se obtiene del almidón de maíz y papa. Usar un recubrimiento polimérico es posible en presencia de altas cantidades de celulosa en el curtido para el mejoramiento de la resistencia mecánica de la hoja de plátano. La mejor apariencia física y de textura (lisa y uniforme) según los resultados del SEM se obtiene por los métodos 4 y 5. El mejor método que mejora la resistencia de la hoja es el método 3. La especie que presenta mayor resistencia es la hoja de plátano (*musa paradisiaca*). Las temperaturas favorables del método 3 son alrededor de 160 °C y 245 °C para brindar mayor resistencia. Porque se tienen valores altos de *stress*. El mejoramiento de las propiedades mecánicas es funcional para que el material sea posible sustituto del cuero y aplicable como tela no tejida.

## REFERENCIAS

- Duque, S., Monsalve, P., & Restrepo, C. (2019). *Intervención morfológica de la hoja de banano*. Repositorio Institucional UPB. Recuperado 2021, de <https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/4968/Intervenci%C3%B3n%20morfol%C3%B3gica%20de%20hoja%20de%20banano..pdf?sequence=1>
- Facultad de Ingeniería, Universidad San Ignacio De Loyola, Lima-Perú., & Bohórquez, B. C. D. (2020). *Cuero a partir de la fibra de pseudotallo de plátano*. [http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/10460/1/2020\\_Boh%C3%B3rquez%20Carrasco.pdf](http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/10460/1/2020_Boh%C3%B3rquez%20Carrasco.pdf)
- Guízar M., A., Montañez S., J. L., & García R., I. (2008). PARCIAL CARACTERIZACION DE NUEVOS ALMIDONES OBTENIDOS DEL TUBÉRCULO DE CAMOTE DEL CERRO (*Dioscorea* spp). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 9(1), 81–88. <https://www.redalyc.org/pdf/813/81311226011.pdf>.
- Guiérrez, H. (2012). *Análisis y Diseño de Experimentos* (3.ª ed.). McGraw- Hill.
- Secretaría de Gobierno de México, Sader & Siap, S. S. (2021). *Hoja de plátano (Belillo)*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/501244/Hoja\\_de\\_platano\\_compressed.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/501244/Hoja_de_platano_compressed.pdf)
- Enríquez, M., Reinaldo, R., & Ortiz, V. (2012). Composición y procesamiento de películas biodegradables basadas en almidón. *Revista de Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(1), 182–192. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v10n1/v10n1a21.pdf>
- Hernández, M., Torruco, J. G., Chel, L., & Betancur, D. (2008). Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. *Ciencia e Tecnología de Alimentos*, <https://www.scielo.br/ijcta/a/BFmq3pZQMP33pwHsyNjk9Yf/?format=pdf&lang=es>
- Martínez-Cano, A., Mendoza-Báez, R., Zenteno-Mateo, B., Rodríguez-Mora, J. I., Agustín-Serrano, R., & Morales, M. (2022). Study by DFT of the functionalization of amylose/amylopectin with glycerin monoacetate: Characterization by FTIR, electronic and adsorption properties. *Journal of Molecular Structure*, 1269, 133761.
- Meyer, M., Dietrich, S., Schulz, H., & Mondschein, A. (2021). Comparison of the technical performance leather, artificial leather, and trendy alternatives. *Coatings*, 11(2), 226.
- Montaño Montaño, Y. (2020). *Materiales sostenibles biodegradables para envasado de alimentos: hoja de bijao y hoja de plátano*.
- Bohórquez Carrasco, D. R., Hurtado Izquierdo, D. A., Peña León, A. F., Quispe Livias, G. J., & Rodríguez Diaz, J. N. (2020). Cuero a partir de la fibra de pseudotallo de plátano. *Rayas, J. A., Rodríguez-Vera, R., & Martínez, A. (2003). Medición del módulo de Young en el hule látex usando ESPI. Revista mexicana de física*, 49(6), 555-564

# PROPAGACIÓN, INOCULACIÓN Y PRODUCCIÓN DE MICELIO DEL HONGO PLEUROTUS OSTREATUS BLANCO EN LA REGIÓN MAZATECA

Martínez-Esperón, Sarahi  
García-García, José Luis  
Mendoza-Zertuche, Erika  
García-Regules, Aneth Yesenia

Universidad para el Bienestar Benito Juárez García  
Oaxaca  
Nivel Superior  
Área: Agropecuaria y alimentos

## RESUMEN

*La investigación se desarrolló en las instalaciones de la Universidad para el Bienestar Benito Juárez García, sede Huautla de Jiménez, se realizó la propagación, inoculación y producción de micelio del hongo pleurotus ostreatus blanco para la producción de hongo seta blanco como una alternativa de subsistencia alimentaria en las comunidades indígenas de alta y muy alta marginación de la región mazateca del estado de Oaxaca. El proyecto se desarrolló en cuatro etapas que son: Propagación e inoculación de esporas de pleurotus ostreatus blanco en cajas Petri con agar papa dextrosa, inoculación de micelio en frascos de cristal con semillas de trigo, arroz, sorgo y maíz, inoculación y propagación de micelio en bolsas de 1 kg de semillas de trigo, sorgo y arroz para la producción de hongo seta y siembra de la semilla de micelio pleurotus ostreatus en paja de trigo para comprobar su efectividad. Como resultado del presente proyecto se logró la propagación, inoculación y producción de micelio, se comprobó la efectividad del trigo y sorgo como sustrato por su rápida colonización e inocuidad, y se comprobó la efectividad del micelio producido con la siembra, utilizando como sustrato paja de trigo en una planta piloto.*

*Palabras clave: propagación, micelio, pleurotus ostreatus, sustrato, inoculación.*

## ABSTRACT

*The investigation was developed in the facilities of the Benito Juárez García University for Wellbeing, Huautla de Jiménez headquarters, the propagation, inoculation and production of mycelium of the white fungus Pleurotus ostreatus was carried out for the production of white mushroom mushroom as an alternative for food subsistence. in the highly and very highly marginalized indigenous communities of the Mazatec region of the state of Oaxaca. The project was developed in four stages, which are: Propagation and inoculation of white pleurotus ostreatus spores in Petri dishes with potato dextrose agar, inoculation of mycelium in glass jars with wheat, rice, sorghum and corn seeds, inoculation and propagation of mycelium in 1 kg bags of wheat, sorghum and rice seeds for the production of mushroom fungus and sowing the pleurotus ostreatus mycelium seed in wheat straw to check its effectiveness. As a result of this project, the propagation, inoculation and production of mycelium was achieved, the effectiveness of wheat and sorghum as a substrate was verified due to its rapid colonization and safety, and the effectiveness of the mycelium produced with sowing was verified, using straw as a substrate. wheat in a pilot plant.*

*Keywords: propagation, mycelium, pleurotus ostreatus, substrate, inoculation.*

## INTRODUCCIÓN

Las setas *Pleurotus ostreatus* son atractivas no solamente por su facilidad de cultivo, sino también por las notables propiedades nutricionales que representan, contiene un valor promedio de 19 al 35% con base en su peso seco, comparado con el 23.8% en el pollo, 19.4% en carne de res y el 25.2% en la leche, y forman parte de la tradición culinaria de los mazatecos.

El trabajo de investigación se desarrolló en las instalaciones de la Universidad para el Bienestar Benito Juárez García, sede Huautla de Jiménez, el nombre del proyecto es propagación, inoculación y producción de micelio del hongo *pleurotus ostreatus* blanco en la región mazateca, el propósito general del proyecto es propagar, inocular y producir micelio de *pleurotus ostreatus* blanco con materiales de fácil acceso para la producción de hongo seta blanco como una alternativa de subsistencia alimentaria en las comunidades indígenas de alta y muy alta marginación de la región mazateca. La idea nació a partir de que se ha identificado que no existen proveedores de micelio del hongo *pleurotus ostreatus* blanco en la región mazateca que garanticen la calidad e inocuidad del producto, situación que dificulta la adquisición del micelio, obteniéndola únicamente sobre pedido en otros estados, por lo que la inversión aumenta, ocasionando que el micelio logre estresarse por el cambio de clima y contaminarse durante el transporte, agregando la espera y bajo rendimiento de la producción del hongo seta blanco, problemáticas que han generado desanimo y desinterés en los productores, por tal motivo en la región hay pocos productores de hongo seta, en la región existen programas del gobierno federal como es la producción para el Bienestar a través del modelo *escuelas de campo*, que actualmente están capacitando a los habitantes de las comunidades para producir el hongo seta, el presente proyecto logra ofrecer una alternativa alimentaria a las comunidades indígenas, ya que la alimentación es deficiente, las condiciones de trabajo son inadecuadas y los cambios constantes de clima propician la aparición de enfermedades; el proyecto contribuye con los objetivos de la agenda 2030 del desarrollo sostenible, en el presente trabajo se organiza presentando un marco teórico, métodos utilizados, resultados y conclusiones obtenidas.

## MARCO TEÓRICO

El género *Pleurotus* está muy extendido por diversas regiones del planeta, debido a diferentes condiciones climáticas, como puede ser el ambiente semidesértico, zonas boscosas, localidades de gran altitud o áreas de selva tropical, dando lugar a una gran cantidad de especies de las cuales solo se consumen unas pocas (Peralta, 2001).

En general, en el mercado se les conoce a todos los *Pleurotus* con el nombre de setas, nombre que, por otra parte, también se aplica a todos los hongos con forma de sombrilla (Alexoupulus, 1979). Para desarrollarse y fructificar, requiere un rango de temperatura entre 20 y 28 °C, una humedad relativa de 60-80% y una intensidad lumínica de 400-200 lux para una producción normal de cuerpos fructíferos (Martínez, 1983).

Para el crecimiento de un buen hongo, es necesario que en el sustrato donde se desarrolla se encuentren las sustancias que necesita, como son fuentes de carbono y nitrógeno, además de otros elementos como el fósforo, materiales que absorbe con la degradación del sustrato en donde crece. Los subproductos agrícolas empleados en el cultivo de los hongos que están constituidos principalmente por celulosa (40-60%), hemicelulosa (15- 80%) y lignina (de 10-30%), de las cuales esta última es de las sustancias más difíciles de digerir debido a su complejidad (Leal, 1985). El pH del sustrato es un parámetro muy importante para la nutrición del hongo; en general los hongos requieren sustratos con pH ligeramente ácidos o neutros de 6-7, pudiendo ser controlado por medio de la adición de carbonato de calcio en proporción de 2 a 4%, por kg de sustrato en el caso de subirlo, y para bajarlo es necesario aplicar sulfatos en la misma proporción (Guzmán et al., 1993).

La inoculación consiste en mezclar la semilla con el sustrato en diferentes proporciones, según los cálculos del productor. Por lo general, se recomienda aplicar entre 3 a 6% de inóculo, respecto al peso seco del sustrato. La operación de mezclar el sustrato con la semilla, por lo general, se hace manualmente, trabajo que exige rapidez y seguridad para evitar una contaminación excesiva (Chang et al., 1989).

## MÉTODO

**Material:** 10 cajas Petri, 5 mecheros (sustituye con velas), 20 frascos de 200 ml con tapa metálica, 2 vasos de precipitado de 600 ml, 1 matraz aforado de 1 litro, 5 matraces aforados de 50 ml. **Equipos:** Incubadora (se sustituye con una caja de cartón forrado de color negro), autoclave (se sustituye con una olla exprés), 1 balanza semianalítica de 2000 g, 1 parrilla y 1 termohigrómetro. **Reactivos biológicos:** agar papa dextrosa, agua destilada, 3 kg de semilla, trigo, sorgo, maíz y arroz, esporas de pleurotus ostreatus en medio líquido y agar papa dextrosa.

**Primera etapa: Propagación e inoculación de esporas de pleurotus ostreatus blanco en cajas Petri con agar papa dextrosa;** se adquirió de las esporas de pleurotus ostreatus de un laboratorio certificado, este proceso se inició el día 27 de marzo del 2022 a las 15:00 horas.

**Esterilización del material:** Se introducen en una olla exprés con agua para su esterilización a una temperatura de 121 °C por un tiempo de 20 min, a una presión ideal (1 atmósfera).

**Preparación del medio de cultivo:** Se utilizaron 19.5 g de Agar Papa Dextrosa (PDA), como medio de cultivo. El PDA se hidrató en 500 ml de agua destilada en un matraz Erlenmeyer de 1 litro de capacidad, se procedió a esterilizar. Una vez que estuvo esterilizado se procedió a vaciar el medio de cultivo a las cajas Petri, cuidando en todo momento la inocuidad y sanidad en un medio estéril, para este proceso se desinfectó la superficie con alcohol y se utilizaron mecheros a base de alcohol. La inoculación de la cepa de hongo se realizó en el medio de cultivo ya solidificado el día 18 de marzo del 2022, a las 15:00 horas.

**Segunda etapa: inoculación de micelio en frascos de cristal con semillas de sorgo, trigo, arroz y maíz;** para este proceso se utilizaron granos de cereales como son trigo, arroz y maíz. Se requiere que los granos o semillas no contengan algún producto químico como insecticidas o fungicidas y que no tengan daños por algún insecto como gorgojo o palomilla.

Primeramente, se realiza la recepción, limpieza y lavado del trigo, para posteriormente escurrir las semillas. Una vez escurridos y limpiados los granos se someten a dos tratamientos para el caso del sorgo, trigo y arroz y en el caso del maíz se somete a un pretratamiento por ser una semilla más dura.

**Tratamientos: Pre cocción con agua a 75 °C:** consistió en sumergir las semillas de sorgo, trigo y arroz en agua a 75 °C y se dejó reposar 30 minutos para enfriar y escurrir la semilla, una vez transcurrido este tiempo se vació en frascos de cristal y tapa hermética previamente esterilizados, una vez llenos se vuelve a esterilizar a una temperatura de 120 °C y 16 de PSI.

**Hidratación con agua por 12 horas:** Consistió en dejar remojar la semilla por 12 horas en agua limpia, de preferencia de garrafón o hervida, una vez que transcurrió el tiempo se escurre el exceso de agua, se procede a llenar los frascos de cristal con tapa hermética, y se esterilizan.

**Hidratación con cal por 72 horas para el caso del maíz:** Se lavaron las semillas y se dejaron escurrir para eliminar el exceso de agua, posteriormente se vació en frascos de cristal con tapa hermética, previamente esterilizados, una vez llenos se procede a esterilizar. La inoculación de los frascos de vidrio con semillas esterilizados se realizó introduciendo un cm<sup>3</sup> de medio de cultivo inoculado por las esporas de las cajas de Petri, con el cuidado y bajo ambiente estéril, posteriormente se pasó a la incubación a una temperatura ambiente de 26 °C por 5 días.

**Tercera etapa: Propagación e inoculación de micelio en bolsas de 1 kg de semillas de trigo, sorgo y arroz para la producción de hongo seta:** El proceso de inoculación de bolsas de 1 kg de semillas de trigo, sorgo y arroz fue de la siguiente manera: Primeramente, se obtuvieron 4 kilogramos de semilla de trigo y 2 kilogramos de arroz, 10 kg de sorgo; se puso a remojar por 12 horas para ablandar la semilla, y se dejó drenar el exceso de agua, se llenaron las bolsas con 930 g de semilla remojada, se esterilizaron las bolsas con semillas, en la autoclave a una temperatura de 120 °C y 16 PSI. Posteriormente, se inoculó con 70 g de micelio de los frascos para completar 1 kg, se amarraron las bolsas y se metieron a la incubadora a una temperatura de 26 °C para posteriormente tomar datos del tiempo donde se terminaron de colonizar las bolsas de semillas.

**Cuarta etapa: Siembra de la semilla de micelio pleurotus ostreatus en paja de trigo para comprobar su efectividad:** Se estableció una planta piloto dentro de la universidad para comprobar la eficacia del micelio producido ahí mismo. Se utilizó paja de trigo como sustrato, para la siembra se desinfecta con cal y se pasteuriza el sustrato. Una vez que la paja se pasteurizó se procedió a sembrar el micelio, una vez que se observan los primordios se hacen perforaciones en forma de cruz para que a medida que el tallo del hongo crezca se va abriendo la bolsa.

## RESULTADOS

Al cumplir 11 días después de la inoculación de esporas se cubrió totalmente el medio de cultivo PDA en las cajas Petri. El tratamiento de hidratado de semillas por 12 horas, resultó más eficiente, y el tiempo de colonización fue más acelerado. Se comprobó la eficiencia del micelio con la producción de hongo seta, produciendo 15 kg por cada kilogramo de micelio de hongo *pleurotus ostreatus* sembrado en tres pasteles, así como su eficiencia en algunas comunidades de la región mazateca. Las semillas más efectivas son el sorgo, trigo y arroz porque se colonizaron rápidamente.

### **Análisis de los resultados**

La colonización en los medios de cultivo en las cajas Petri fue exitosa, ya que al cumplir 11 días después de la inoculación de esporas se cubrió totalmente el medio de cultivo PDA; los resultados encontrados en los tratamientos que se les dio a las semillas precocidas se lograron colonizando muy lentamente, sin exceso de humedad ni contaminación. Para el tratamiento de hidratado por 12 horas resultó más eficiente y el tiempo de colonización fue más acelerado, sin embargo, se debe cuidar que la semilla escurra cuatro horas para eliminar el exceso de humedad. En el caso del proceso con la semilla de maíz que fue pretratada con cal, resultó que la colonización de los granos fue lenta, después de 4 meses los frascos no se han colonizado totalmente, y respecto al precio la semilla de maíz resulta más económica y el sorgo, trigo y arroz tienen alto precio en comparación; las semillas más efectivas son el sorgo, trigo y arroz porque se colonizaron rápidamente, en el caso del grano de maíz no es recomendable porque tarda meses en colonizar completamente. El proceso de producción de hongo seta duró de 29 a 30 días hasta la fructificación, obteniendo que el micelio producido es de calidad, se comprobó su eficiencia, su rendimiento basado en el pesado de los hongos cosechados en una balanza semianalítica y realizando el registro en una bitácora de campo. En la siembra de un kilogramo de semilla de trigo colonizado por el hongo se realiza una cosecha de entre 8 a 10 cortes aproximadamente, obteniendo un total de 5 kg de producción de hongo seta por cada bolsa que contenga 3 kg de sustrato de paja de trigo, teniendo como resultado que por cada kilogramo de semilla (trigo) de micelio se obtienen en total 15 kg de hongo seta blanco. Un kilogramo de semilla de sorgo colonizado rinde para sembrar cinco pasteles con sustrato de paja de trigo en comparación con la de trigo, hasta el momento sigue en estudio para determinar el rendimiento; se logró producir micelio del hongo *pleurotus ostreatus*. El micelio producido se ha llevado a diferentes productores a través de estudiantes que están prestando su servicio comunitario y profesional en 9 comunidades como Teopoxco, Llano de Águila, Huautla, Llano Hermoso, Xochitonalco, Santa Cruz de Juárez, Huautla de Jiménez, San Mateo Yoloxochitlan, San José Vista Hermosa, Zoquiapam, Flores Teopoxco y Tenango.

Tabla 2. Registro del peso de cada corte realizado en los 3 pasteles.

No.de cosechas	Pastel 1 Gr	Pastel 2 Gr	Pastel 3 Gr
1	704.28 27/06/22	776.46 27/06/22	820.12
2	578.89 28/06/22	905.50 13/07/22	943.83 01/07/22
3	720.56 10/07/22	550.45	557.62 28/07/22
4	820.78 23/07/22	930.45	860.31
5	850.67	723.23	650.22
6	640.78	320.54	430.56
7	530.5	314.00	215.78
8	102.4		165.12
9	55.32	140.12	150.4
10			202.43
Total	5004.18 gr	4560.75 gr	4996.30 gr

Fuente: Elaboración propia.

## CONCLUSIÓN

Es posible propagar, inocular y producir micelio *pleurotus ostreatus* blanco en la región mazateca, para implementar la producción de hongo seta como una alternativa de un alimento rico en proteínas para las comunidades indígenas de alta y muy alta marginación, sí se logró producir el micelio en el laboratorio de Ciencias básicas de la universidad con materiales al alcance, así mismo se logró comprobar la efectividad del hongo produciendo hongo seta en la planta piloto y se determinó que el tratamiento más eficaz es el de hidratado por 12 horas en agua fría y la semilla con mejores características para el crecimiento micelial es el de trigo y sorgo.

## REFERENCIAS

Rigoberto Gaytán Hernández, Rosalía Pérez Merdo, Gerardo Mata, 2004, Printed en Mexico, Manual práctico de cultivo de setas.

Oei, P., 1996. Mushroom Cultivation. Tool Publications, Leiden. Sánchez, J.H. y D. Royse, 2002. La Biología y el Cultivo de *Pleurotus* spp. Limusa, D.F.

García Rollan, M., 1991. Cultivo de Setas y Trufas. Mundi Prensa, Madrid.

Ramon Zulueta Rodriguez, Dora Trejo Aguilar, Angel Rafael Trigos Landa, 2007. El maravilloso mundo de los hongos, Printed México.

Caracterización de cinco especies de *Pleurotus* cultivadas en cuatro medios de cultivo, Ma de Lourdes Acosta-Urdapilleta, Maura Téllez-Téllez, Elba Villegas, Arturo Estrada, Gerardo Díaz-Godínez, México abril 2016.

## ANEXOS



Figura 1. Colonización del medio de cultivo.



Figura 2. Frascos colonizados.



Figura 3. Módulo de producción de hongo seta.



Figura 4. Bolsas de a 1 kg colonizada.



Figura 5. Productores de hongo

# SAVID

Cruz-Bautista, Dulce Yadira  
García-Hernández, Jesús Israel  
Santiago-Cruz, Elizabeth Nayeli  
Ramos Caballero Brayán

Instituto Tecnológico del Valle de Etna  
Oaxaca, México

Nivel Superior  
Área: Medio ambiente

## RESUMEN

*La creciente preocupación por la degradación ambiental causada por productos químicos de limpieza ha llevado a la búsqueda de alternativas más ecológicas y sostenibles. El jabón líquido SAVID se compone principalmente de dos ingredientes clave: el amole, una planta conocida por sus propiedades limpiadoras, y la sábila (aloe vera), reconocida por sus beneficios hidratantes y regenerativos. La combinación de estos dos ingredientes en una fórmula innovadora ha demostrado ser altamente eficaz para la eliminación de suciedad y grasas, al tiempo que es suave con la piel y respetuosa con el medio ambiente. En este artículo se presentan los resultados de pruebas de laboratorio que demuestran la eficacia de SAVID en la limpieza de superficies y la eliminación de manchas, comparándolo con detergentes convencionales. Los resultados indican que SAVID puede lograr resultados comparables sin los efectos adversos asociados con los productos químicos sintéticos. SAVID es completamente biodegradable y no contiene componentes tóxicos perjudiciales para los ecosistemas acuáticos. Esto lo convierte en una opción respetuosa con el medio ambiente que contribuye a la reducción de la contaminación del agua y la protección de la biodiversidad. Palabras clave: Saponinas, jabón biodegradable, multiusos, amole.*

## ABSTRACT

*Growing concern about environmental degradation caused by chemical cleaning products has led to the search for greener and more sustainable alternatives. SAVID liquid soap is mainly composed of two key ingredients: amole, a plant known for its cleansing properties, and aloe vera, recognized for its moisturizing and regenerative benefits. The combination of these two ingredients in an innovative formula has proven to be highly effective in removing dirt and grease, while being gentle on the skin and environmentally friendly. This article presents the results of laboratory tests that demonstrate the effectiveness of SAVID in cleaning surfaces and removing stains, compared to conventional detergents. The results indicate that SAVID can achieve comparable results without the adverse effects associated with synthetic chemicals. SAVID is completely biodegradable and does not contain toxic components harmful to aquatic ecosystems. This makes it an environmentally friendly option that contributes to the reduction of water pollution and the protection of biodiversity.*

*Keywords: Saponins, biodegradable soap, multipurpose, amole.*

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, más del 90% de las personas usan detergentes y artículos de limpieza no biodegradables en su vida cotidiana, esto significa contaminación. Los desechos que se generan van directamente a los arroyos, ríos, lagos, etc., los envases o bolsas de dichos productos son quemados, contaminando así el aire que respiramos. La consecuencia de todo esto es el cambio climático, un problema mundial, por lo que todos debemos hacer algo para controlar esta situación.

Una acción que todos podemos hacer es mejorar nuestros hábitos y ser más conscientes, usando productos amigables con el medio ambiente tal y como nuestros antepasados lo hacían.

Anteriormente, en la comunidad de San Sebastián Nopalera usaban un tubérculo como producto de limpieza, con él lavaban sus ropas, cobijas y trastes, incluso algunos se aseaban con este producto. En la comunidad lo conocen como "jabonera" o "amole" y abunda en los cerros. Ante esto, se desarrolló un jabón biodegradable multiusos a base de este tubérculo y la sábila. Después de varias pruebas en laboratorio se ha probado su eficacia para limpiar suciedad, grasas y aceites en distintas superficies.

## MARCO TEÓRICO

### Cultivo del Amole

El cultivo de raíces y tubérculos ocupan el segundo lugar mundial en área sembrada y volumen de producción, con 47,523,000 ha, y 556,676,000 t. El amole por sus características de zona tropical es un producto factible de cultivarse, es una planta que requiere, lugares soleados, un terreno profundo, fresco y arenoso y un riego bastante frecuente. El terreno debe estar fresco y humedecido. Posteriormente, se introduce una parte del amole en el suelo y después de unas semanas se verán los primeros brotes. La reproducción del amole se realiza mediante estolones, que son brotes laterales que nacen en la base del tallo y se desarrollan de manera horizontal respecto al suelo. Cada estolón termina en un cúmulo de hojas que terminan formando una nueva planta, de la cual a su vez brotan más estolones.

### Saponinas del Amole

Las saponinas son un tipo de compuesto que se encuentra en algunos alimentos, hierbas, plantas del desierto y unas cuantas criaturas del mar, las saponinas son agentes tensoactivos, es decir, que se unen químicamente tanto al agua como al aceite y esas reacciones crean una espuma gruesa. Los tensoactivos como las saponinas son el ingrediente activo del jabón (Gutiérrez, 2018).

Por otro lado, gracias a más de 20 proteínas presentes en la sábila, esta tiene un efecto cicatrizante e inflamatorio que puede ser usado en la medicina (Rodríguez & Santana, 2006). Su cultivo se adapta a distintas regiones por lo que es accesible.

Al mezclar el amole y la sábila se obtiene un producto natural, capaz de limpiar muchas superficies manchadas con grasas, aceite y suciedad en general.

Una propiedad a resaltar es la biodegradabilidad, los microorganismos degradan con mayor facilidad las moléculas ramificadas del ABS (Regla, Vásquez, Cuervo, & Neri, 2014), contrario a un detergente convencional, SAVID es un producto amigable con el medio ambiente.

## MÉTODOS

Para recabar información sobre la jabonera y sábila, se consultaron diversas fuentes bibliográficas para conocer las propiedades de cada planta y sus usos en la industria farmacéutica y en la industria dedicada a la elaboración de detergentes.

Para la preparación de extractos, identificación y valoración de saponinas se usaron las metodologías de Flores, T., Huamán, J., & Tomás, G. (2013), y Foy, E., MacDonald, D., Cuyos, M., & Dueñas, R. (2005).

Se colectaron piezas de jabonera y las pencas de sábila, se lavaron y se pusieron a secar a temperatura ambiental por un día. Posteriormente, se le quitó la cáscara al amole y a la sábila para obtener la pulpa de ambas plantas.

Se usaron tres tipos de medios para la extracción de saponinas: agua destilada, alcohol de 96° y mezcla de agua con alcohol. Se usaron recipientes con capacidad de 500 ml, un recipiente para cada solvente. A cada recipiente se le agregaron 200 gramos de jabonera y 150 gramos de sábila en trozos y 250 ml de cada solvente. Los recipientes fueron sellados herméticamente y se etiquetaron. Se dejó reposar el extracto durante 24 horas y después se realizó el filtrado para obtener las saponinas.

### **Prueba de Salkowski**

Se tomaron 2 ml de cada extracto y se vertieron en tubos de ensayo, posteriormente se tituló con ácido sulfúrico. Una coloración anaranjada indica una reacción positiva.

### **Evaluación de saponinas (Valoración de las saponinas)**

Se tomaron 50 ml de las diferentes concentraciones de cada extracto (agua destilada, alcohol del 96° y la combinación de agua con alcohol). Cada extracto se agitó vigorosamente durante 30 segundos, observándose la aparición de espuma muy persistente; la persistencia en minutos de la espuma se califica con cruces: 00-10 min (+); 11-25 min (++); 26-más (+++). La persistencia de la espuma por cada extracto se registró en el cuadro 1.

Tabla 1. Persistencia de espuma.

Extracto	Persistencia de espuma	Tiempo estimado
<b>Sábila</b>		
Agua destilada	+++	32 min con 37 seg
Alcohol del 96°	+	6 segundos
Combinación de agua y alcohol	+	12 segundos
<b>Jabonera o Amole</b>		
Agua destilada	+++	28 min con 15 seg
Alcohol del 96°	+	34 segundos
Combinación de agua y alcohol	++	12 min con 14 seg

Fuente: Elaboración propia.

### Prueba de toxicidad

En un recipiente se mezclaron 10 ml del producto SAVID en 40 ml de agua, y en otro, 10 ml de jabón comercial con 40 ml de agua. En ambos recipientes se colocaron larvas. Después de 3 minutos en el recipiente 2 (mezcla con jabón comercial), las larvas se desintegraron y perdieron la vida, en cambio, en el recipiente 1 (mezcla con SAVID) después de 10 minutos las larvas seguían intactas.

## RESULTADOS

El producto SAVID es biodegradable, es fácil de elaborar a un bajo costo y no contamina el medio ambiente.

Se demostró la eficacia del producto en distintas pruebas.

La sábila mezclada con el amole o "jabonera" logró remover la grasa en los trastes y encapsuló el aceite quemado derramado en el suelo.

El mejor medio para el producto SAVID es el agua destilada, ya que retiene más saponinas y conserva las propiedades en ambas plantas.

La persistencia de espuma de los extractos de agua destilada (en ambos casos, con la jabonera y la sábila) dura aproximadamente 28 minutos.

Se demostró que, con la combinación de los extractos de agua con jabonera y sábila, se obtiene un producto capaz de eliminar la grasa.

## DISCUSIÓN

Se realizó una evaluación para la jabonera y la sábila en diferentes extractos (agua, alcohol, agua destilada y agua y alcohol) para saber si existe la presencia de saponinas y el mejor resultado fue en el agua destilada para ambos, por lo tanto, la persistencia de espuma en ambos casos dura aproximadamente 28 minutos. Finalmente, con la combinación de sábila y amole se obtiene el detergente biodegradable multiusos "SAVID". Y para producir 2 litros de SAVID se utilizan un camote de jabonera de 200 gramos y una penca de sábila.

Realizando las diferentes pruebas de efectividad del detergente SAVID se llegó al resultado que el amole contiene saponinas que junto con el ácido cítrico de la sábila ayuda a remover la grasa y aceite de los trastes, la grasa en el cabello a causa de la caspa, así como encapsular el aceite quemado que dejan los automóviles en el suelo. Esto se comprobó realizando pruebas experimentales con el producto SAVID en las superficies ya mencionadas.

## REFERENCIAS

Gutierrez, A. (2018). *Formulación de un jabón líquido a base del extracto acuoso de la cascarrilla del Chenopodium quinoa*. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA: [http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/4237/1/TESIS%20Far519\\_Gut.pdf](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/4237/1/TESIS%20Far519_Gut.pdf)

Portilla, A. (Noviembre de 2014). *EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE SAPONINAS DE AMOLE (Sicyosdeppei G.) PARA LA ELABORACIÓN DE JABÓN ECOLÓGICO*. Obtenido de BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/items/1c1c1358-6b4e-4596-bfb9-b296ee1f9ea3>

Regla, I., Vásquez, E., Cuervo, D., & Neri, A. (mayo de 2014). *LA QUÍMICA DEL JABÓN Y ALGUNAS APLICACIONES*. Obtenido de Revista digital universitaria: [https://www.ru.tic.unam.mx/tic/bitstream/handle/123456789/2217/art38\\_2014.pdf?se](https://www.ru.tic.unam.mx/tic/bitstream/handle/123456789/2217/art38_2014.pdf?se)

Rodríguez, I., & Santana, O. (Septiembre de 2006). *Beneficios del Aloe Vera I. (sábila) en las afecciones de la piel*. Obtenido de Scielo: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03192006000300004&script=sci\\_arttext&lng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03192006000300004&script=sci_arttext&lng=pt)

## ANEXOS

Colaboradores:  
M.C. Javier Castillo Cabrera  
M.I.E. Jesús Castillo Cabrera  
M.C. Laura Isabel Méndez Sánchez



# SISTEMA AUTOMATIZADO INTEGRAL DE CUIDADOS INTENSIVOS NEONATALES

Hernandez-Amaro, Maria Fernanda  
Martínez-Fuentes, Héctor Gerardo  
Torres-Avelar, Lissette Irene  
Chairez-Veloz, José Eduardo

Universidad Nacional Autónoma de México  
Ciudad de México

Nivel Superior  
Área: Mecatrónica

## RESUMEN

*La mortalidad en neonatos prematuros en México es de 8 por cada 1000 nacidos vivos, cifra que rebasa al doble de los reportados en países desarrollados. La incubadora es uno de los dispositivos médicos de asistencia y monitoreo que juegan un papel importante en salvaguardar la salud de dichos neonatos, sin embargo, estos equipos solo suelen estar disponibles para sectores privilegiados de la sociedad. Por lo anterior, el presente trabajo muestra la implementación de un sistema automatizado integral de cuidados intensivos neonatales utilizando el ATMEGA2560 para la creación de un circuito de automatización capaz de modificar las variables fisiológicas y ambientales para así salvaguardar la vida del neonato. Cabe resaltar la creación de una interfaz gráfica e instalación de un teclado matricial para la modificación en tiempo real de la humedad y temperatura ambiental dentro de la incubadora. Así se realizó el diseño siguiendo en su mayoría las especificaciones que menciona la NOM-066-SSA1-93. Se destaca la importancia de los sistemas digitales y de automatización en el sector de salud capaces de optimizar, innovar y reducir los costos de elaboración de las incubadoras neonatales. La continuación de este sistema se enfocará principalmente en la adquisición de datos vía remota y la optimización del diseño.*

*Palabras claves: Automatización, Neonatos, Interfaz, Incubadora, Ciencia, Innovación*

## ABSTRACT

*The mortality rate in premature neonates in Mexico is 8 per 1000 live births, a figure that exceeds double that reported in developed countries. The incubator is one of the medical devices for assistance and monitoring that plays an important role in safeguarding the health of these neonates; however, these devices are usually only available to privileged sectors of society. Therefore, this work presents the implementation of a comprehensive automated neonatal intensive care system using the ATMEGA2560 to create an automation circuit capable of modifying physiological and environmental variables to safeguard the life of the neonate. It is worth noting the creation of a graphical interface and the installation of a matrix keyboard for real-time modification of ambient humidity and temperature inside the incubator. The design was mostly in line with the specifications mentioned in NOM-066-SSA1-93. The importance of digital and automation systems in the healthcare sector capable of optimizing, innovating, and reducing the costs of manufacturing neonatal incubators is highlighted. The continuation of this system will focus mainly on remote data acquisition and design optimization.*

*Keywords: Automation, Neonates, Interface, Incubator, Science, Innovation*

## INTRODUCCIÓN

En México, se registran aproximadamente 200 mil nacimientos de neonatos prematuros al año, cuya mortalidad es de 8 por cada 1000 nacidos vivos. Sin embargo, los avances tecnológicos solo suelen ser alcanzados por sectores privilegiados de la sociedad, segregando y poniendo en riesgo a quien realmente lo necesita. Lo anterior puede reducirse si se cumplen ciertos objetivos como lo es la ampliación de cobertura y la reducción del costo de dichos instrumentos médicos, indispensables para preservar la salud del recién nacido prematuro.

Con este objetivo en mente, este busca ampliar el acceso a estos dispositivos, mediante el diseño, la simulación y la implementación de un sistema automatizado integral de cuidados intensivos neonatales, basado en elementos electrónicos de control, toma de decisiones vía *software* e interfaces gráficas para el monitoreo y reajuste de variables fisiológicas y ambientales, respectivamente. Lo anterior, hace a nuestra propuesta tecnológica un sistema flexible, robusto, adaptable y de bajo costo.

Aunque este sistema se encuentra en fases tempranas de ejecución, contempla algunas de las normatividades nacionales, así como la protección eléctrica esencial empleada en sistemas analógico-digitales. Sin embargo, se tiene en cuenta que la construcción de un equipo médico contempla diferentes aspectos que van desde los aspectos médico-biológicos hasta el diseño y seguridad eléctrica del mismo.

El documento se organiza presentando un marco teórico que conceptualiza la importancia de los equipos de monitoreo neonatal, luego una descripción de los métodos utilizados que van desde la adquisición de las diferentes variables hasta la instrumentación del sistema. Como resultados, se muestra el funcionamiento del sistema, donde finalmente se discute el impacto de la solución aquí planteada en el contexto de la tasa de mortalidad en neonatos prematuros en México.

## MARCO TEÓRICO

En México, la mortalidad neonatal es el doble de las tasas en países desarrollados, según datos reportados en 2018. La región sur de México es la zona más vulnerable en cuestión de atención médica hospitalaria para recién nacidos, destacando una falta de incubadoras fijas y de traslado por cada cubículo de crecimiento y desarrollo, esto en más de un 58% de todos los hospitales (Secretaría de Salud 2021; Saturno et al., 2018).

Particularmente, la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN) se encarga de la supervisión de recién nacidos prematuros pretérmino (RNPT) o que padecen de alguna enfermedad que pone en peligro su vida (MedlinePlus, 2020). Los dos parámetros característicos de interés determinantes para esta clasificación son la edad gestacional

(inferior a las 32 semanas) y el bajo peso (menor a 2500 g) (Rodríguez, 2008). Lo anterior, origina una autorregulación térmica deficiente, relacionada directamente con la pérdida de calor por evaporación o con la humedad relativa del aire, de forma que a mayor humedad hay menor requerimiento térmico. Cuando esta pérdida aumenta significativamente puede causar deshidratación, traumas córneos, aumento de potenciales de absorción, entre otros problemas.

## MÉTODOS

El prototipo está constituido de los siguientes módulos: a) El contenedor de plástico que hace alusión al capachete donde se encuentra el neonato, b) el sistema de monitoreo mediante sensores de temperatura ambiental, corporal, humedad relativa, frecuencia cardíaca y peso, c) actuadores, los cuales son un ventilador, un foco y un humidificador ultrasónico. Nótese, que tanto los módulos b) y c) se encuentran dentro del contenedor. Por otro lado, el módulo d) es un centro de control que se encuentra fuera del contenedor, donde está colocado un teclado matricial, una pantalla de cristal líquido para visualización, botones, diodos emisores de luz y un microcontrolador Atmega2560. Por último, e) se implementó una interfaz gráfica mediante el software de MATLAB® para la visualización, configuración y registro de los valores obtenidos.

Para la implementación del teclado matricial, se colocó un interruptor el cual al presionarlo permite ingresar los valores de temperatura o humedad deseados para la incubadora. La temperatura se selecciona con la letra A del teclado, mientras que la letra B es para la humedad ambiental. La temperatura y/o la humedad ingresada se compara con la detectada por los sensores, de esta forma se aplica un control Encendido-Apagado de los actuadores para alcanzar los valores deseados. Una vez ingresados los valores se podrá regresar al menú principal y se mantendrá dicho ajuste hasta que se decida cambiarlo nuevamente por medio del teclado matricial o sobrescribir su valor a través de la interfaz gráfica, la cual se desarrolló con ayuda del entorno de desarrollo de *App Designer* en MATLAB®, que establece comunicación serial con el microcontrolador Atmega2560.

La interfaz recibe y *grafica* en tiempo real los valores procesados por el Atmega2560 por medio del puerto serial, de esta forma se envían secuencialmente los datos de temperatura, humedad, frecuencia y peso, que también son almacenados en una tabla, la cual puede exportarse a formato .xls por medio de un botón para su posterior análisis.

Por otro lado, se puede acceder a otra ventana en la interfaz que cuenta con dos mandos acompañados de un panel de visualización, los cuales permiten ajustar la temperatura y humedad, cada mando se acompaña de un botón de *ENVIAR*, esto para la recepción de los datos en el *ATMEGA2560*. Por último, se colocó un botón de paro, para detener todos los procesos que se estén llevando a cabo, por alguna falla en el sistema, tanto en la interfaz como en el centro de control.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

El sistema automatizado de cuidados intensivos neonatales diseñado es capaz de adquirir las variables de interés, estas, se procesan con una tarjeta de desarrollo que nos brinda una amplia gama de aplicaciones, las cuales fueron el sistema de visualización en tiempo real en una pantalla de cristal líquido, así como la modificación de las variables ambientales usando un teclado matricial, mostrado en la Fig. 1, la creación de un sistema de alerta y visualización presentados en la Fig. 2 e incluso el uso de una interfaz gráfica donde se pueden obtener las variables fisiológicas del neonato en tiempo real y modificar las variables ambientales del sistema, visualizado en la Fig. 3, todo esto se encuentra en sincronía funcionando sin presentar errores. Además, se construyó un centro de control, donde se encuentra todo el circuito, excepto los sensores.

Figura 1. Del lado izquierdo y derecho se tiene en

- a) la visualización de variables fisiológicas y ambientales respectivamente,
- b) Sistema de alerta y operación,
- c) Botón de paro,
- d) Interruptor para volver a ingresar datos en el teclado matricial,
- e) botón para ingresar al menú.

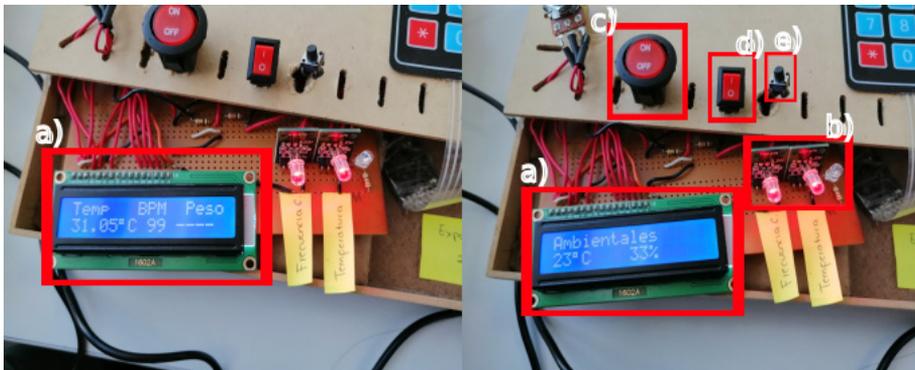
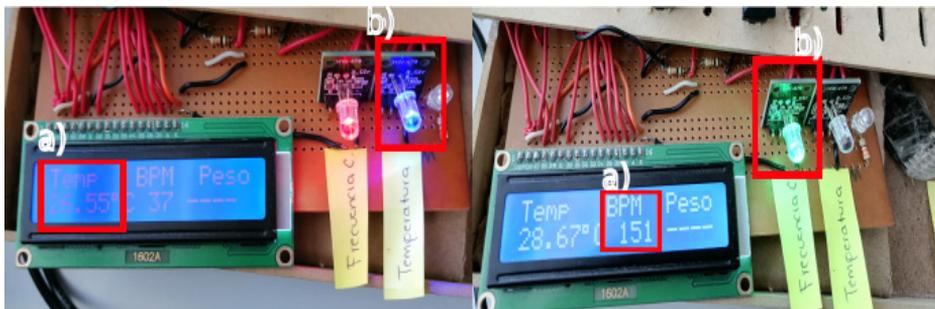
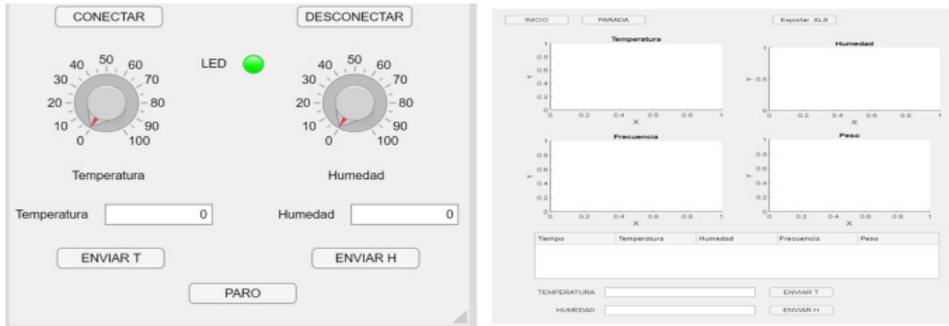


Figura 2. Sistema de alerta para variables fisiológicas, en a) se visualiza el valor cuantitativo, b) activación del módulo diodo emisor de luz dependiendo del valor detectado por el sensor.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Interfaz gráfica. Del lado izquierdo se modifican los valores de temperatura o humedad, del lado derecho se muestran las variables fisiológicas y ambientales en tiempo real, así como la posible exportación de datos en archivo .XLS.



Otro aspecto crucial para el presente trabajo fue el montaje experimental del sistema físico visualizado en la Fig. 4.

Figura 4. Sistema automatizado integral de cuidados intensivos neonatales.



Fuente: Elaboración propia.

En la Fig. 5 se muestra la colocación de los actuadores de manera que estos tuvieran sentido en una situación real, asimismo se implementó una etapa de seguridad eléctrica.

Figura 5. En la imagen del lado izquierdo se muestra a) humidificador ultrasónico, b) foco para aumentar la temperatura, c) ventilador para disminuir la temperatura. Del lado derecho se tiene el sistema de protección y aislamiento entre el circuito y los actuadores.



El sensor LM35 se colocó a un costado del foco y el de humedad cerca del nebulizador con la finalidad de que estos pudieran detectar correctamente los valores y tuvieran una buena respuesta.

## CONCLUSIONES

La implementación de sistemas digitales y su automatización permiten tener un gran número de aplicaciones, principalmente en el ámbito médico, buscando atacar problemas de suma importancia en el país e incluso en el mundo entero. Aunque existen diferentes tipos de sistemas digitales con características únicas, se debe seleccionar el mejor de acuerdo con la problemática. El sistema de una incubadora neonatal muestra un acercamiento a la dificultad que implica el desarrollo de aparatos biomédicos, sin embargo, se destaca la innovación y aumento de calidad en dichos aparatos, lo cual representa una revolución en los instrumentos médicos.

Además de la parte digital, es fundamental considerar los factores biológicos y médicos en el diseño y distribución del sistema físico, el cual en esencia debería de tener un fundamento teórico notable para así considerar todos los aspectos necesarios y reducir el riesgo de la salud del neonato.

## REFERENCIAS

Alcalá P., Figuerola J., Eddrhourhi H., Zamora M., Ibáñez E., Berga L. (2021). Termorregulación en el recién nacido pretérmino: una revisión bibliográfica. Revista Sanitaria de Investigación. Recuperado el 26 de mayo del 2022

Chertorivski S., Fajardo G., González M. Olvera B. (2016). Guía Tecnológica No. 4. Incubadora Neonatal. Secretaría de Salud. Universidad Católica Boliviana San Pablo. CENETEC-SALUD. Recuperado el 05 de junio del 2022 en: <https://acortar.link/BLW1Hd>

Instituto Mexicano del Seguro Social. (2018). Recién Nacido Prematuro Sano Hospitalizado. Evidencias y Recomendaciones. Recuperado el 05 de junio del 2022 en: <https://acortar.link/g7Dhj6>

Martínez S. (2017). Termorregulación en el recién nacido. Manual de neonatología, 10-17. Recuperado el 04 de junio del 2022

MedlinePlus en español [Internet]. Bethesda (MD): Biblioteca Nacional de Medicina (EE. UU.) [actualizado 27 ago. 2019]. Visitar a su bebé en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN); [actualizado 10 febrero 2020]

Rodríguez, S. R., de Ribera, C. G., García, M. P. A. (2008). El recién nacido prematuro. Protocolos Diagnóstico-Terapéuticos de la Asociación Española de Pediatría AEP: Neonatología, 2(8), 68-77.

Saturno P., Poblano O., Vértiz J. (2018). Gestión de la calidad en la atención neonatal. Análisis de procesos y evaluación en hospitales prestadores de servicio al Sistema de Protección Social en Salud de México. Seguro Popular e Instituto Nacional de Salud Pública.

Secretaría de Salud. (2021). Gobierno de México. Recuperado el 17 de septiembre del 2022 en: <https://acortar.link/302nfz>

SEGOB. (1994). Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-066-SSA-93. Incubadoras para recién nacidos. Diario Oficial De La Federación. Recuperado el 17 de septiembre del 2022 m Sistema e-Salud para el monitoreo de un prototipo de incubadora neonatal. Ciencia e Ingeniería, 38, 107-112.

# SOFTWARE EDUCATIVO PARA LA ENSEÑANZA DE EXPRESIONES BÁSICAS DEL LENGUAJE DE SEÑAS "ENSEÑA"

González Hernández, Adrián.  
Ramírez Hernández, Nora Hilda.  
Morales Cervantes, Yahir.  
Muñoz Ortega, Samuel.

Universidad Intercultural de San Luis Potosí, Campus Tamazunchale.  
San Luis Potosí.

Nivel: Superior.

Área: Computación y Software.

## RESUMEN

*El software EnSeña, fue desarrollado en un lenguaje de programación de desarrollo de escritorio, que se adquirió de una manera gratuita. Se desarrolló en las etapas siguientes: análisis y definición de requerimientos, diseño de la aplicación, y como última etapa se desarrolló la prueba de la aplicación. EnSeña mantendrá una gran importancia en el ámbito escolar y social, ya que busca dar un enfoque inclusivo mediante el lenguaje de señas mexicano. El software permitirá al usuario, comunicarse por medio de señas, como aquel servidor que trata con personas con discapacidad auditiva y oral; así mismo, se hace énfasis en la importancia del uso del lenguaje de señas, debido a que estas personas también necesitan comunicarse para expresar sus ideas, sentimientos, pensamientos, etc. Para evaluar el cumplimiento de los objetivos se acudió a la Escuela Normal de la Huasteca Potosina a realizar unas encuestas para obtener los resultados y el fortalecimiento del tema de la inclusión en la educación, de igual forma, reforzar el tema de la equidad como factor fundamental para conseguir un mayor desarrollo, una cultura de paz basada en el respeto y valoración de las diferencias y en la tolerancia.*

*Palabras Clave: EnSeña, Software, Señas, Inclusión, Educación.*

## ABSTRACT

*The EnSeña software was developed in a desktop development programming language, which was acquired free of charge. During the development the following stages were used: Analysis and definition of requirements, design of the application, and as a last stage the test of the application was developed. EnSeña will maintain great importance in the school and social sphere, as it seeks to provide an inclusive approach through sign language. In this same way, the software will allow the user to communicate by means of signs, like that public servant who deals with people with hearing and oral disabilities; Similarly, emphasis is placed on the importance of using sign language, because these people also need to communicate to express their ideas, feelings, thoughts, etc. To evaluate the fulfillment of the objectives, the Normal School of the Huasteca Potosina was attended to carry out some surveys to obtain the results and the strengthening of the issue of inclusion in education. Similarly, reinforce the issue of equity as a fundamental factor to achieve greater development and a culture of peace based on respect and appreciation of differences and tolerance.*

*Keywords: EnSeña, Software, Señas, Inclusión, Educación.*

## INTRODUCCIÓN

Los lenguajes tienen la virtud de abrir formas alternativas de pensar y entender el lugar que se habita, relacionarse con él, ampliarlo y modificarlo.

El lenguaje de señas tiene mucha importancia en el ámbito educativo y social, ya que brinda la posibilidad de comunicarse por medio de señas y abre oportunidades para relacionarse con personas que tienen discapacidad auditiva u oral, acercarse a ellas y desarrollar una comprensión más amplia.

En la actualidad existe una mala comunicación con las personas con discapacidad auditiva u oral en el ámbito educativo, lo que da origen a este trabajo de investigación.

La investigación reporta la manera en la cual se trabaja para la creación de una herramienta mediante un *software* debido a la problemática que se presenta en el ámbito educativo y social, teniendo en cuenta que la tecnología aquí, está presente hoy en día en cualquier ámbito y por ese motivo no podía ser la excepción.

El *software* tiene como objetivo mejorar la comunicación con personas con discapacidad auditiva u oral en el ámbito educativo mediante un programa amigable, interactivo, creativo y atractivo que le permita al usuario familiarizarse con el lenguaje de señas y sus diversos atributos.

Este escenario lleva a crear un *software* educativo que apoye a la enseñanza de este lenguaje, aprendiendo de una manera amigable, interactiva, creativa, atractiva y con las características necesarias para enseñar las expresiones básicas del lenguaje.

El enfoque fundamental es crear algo innovador, teniendo importancia no sólo en el ámbito educativo, sino en el ámbito social como una herramienta de apoyo hacia los docentes, estudiantes y familias mexicanas.

El *software* educativo es un recurso tecnológico diseñado para enseñar el aprendizaje de las expresiones del lenguaje de señas, tomando en cuenta los distintos tipos de aprendizaje; contribuirá además a mejorar la comunicación mediante expresiones básicas del lenguaje, debido a que existen personas que no se pueden comunicar de la mejor forma, y es por ello que se creó EnSeña.

Si se implementa un *software* amigable, mejorará el canal de comunicación entre el usuario y las personas con discapacidad auditiva u oral, como una herramienta de apoyo hacia los docentes, estudiantes y familias mexicanas.

## MARCO TEÓRICO

En México, aproximadamente 2.3 millones de personas padecen discapacidad auditiva, de las cuales más del 50% son mayores de 60 años; poco más de 34% tienen entre 30 y 59 años y cerca de 2% son niñas y niños (Secretaría de Salud, 2021).

El jefe de la División de Audiología y Otoneurología en el Instituto Nacional de Rehabilitación; Francisco Alfredo Luna Reyes, puntualizó que este padecimiento puede ser congénito, es decir, una condición con la que se nace, o adquirido, porque se presenta en cualquier etapa de la vida (Secretaría de Salud, 2021).

La lengua de señas mexicana está compuesta de la dactilología y los ideogramas. Se conoce como dactilología a lo que bien podría ser el deletreo en la lengua oral, y está representada en este diccionario sobre todo con el abecedario. Cada palabra se puede representar con la articulación de mano correspondiente de cada letra que la conforma (CNDH, 2019).

La LSM, como todo lenguaje, posee su propia gramática. Está compuesta por signos visuales con estructura lingüística propia con la cual la comunidad sorda comunica, articula y expresa sus pensamientos y emociones. Esto les permite desarrollar sus capacidades cognitivas y de socialización, no solamente con su comunidad, sino con las personas oyentes que tengan la disposición de aprender un poco de su lenguaje.

Desde 2003, la LSM se declaró oficialmente como una lengua nacional junto con las lenguas indígenas y el español, lo cual ha facilitado su uso para la educación del sordo, pues previo a esto, la corriente educativa estaba enfocada en el oralismo, es decir, en enseñarles a leer los labios y utilizar la voz (Mexicana Cultura, 2022).

La Inclusión Educativa es un proceso orientado a garantizar el derecho a una educación de calidad a todos los y las estudiantes en igualdad de condiciones, prestando especial atención a quienes están en situación de mayor exclusión. Promueve que los niños, niñas y adolescentes con Necesidades Educativas Especiales participen en todas las actividades de la escuela (O.E.I., 2022).

Escuchar es uno de los cinco sentidos que el ser humano posee, sin embargo, muchas personas nacen o adquieren una discapacidad auditiva por diversas circunstancias, pero, ¿te has preguntado qué es en realidad?

Desde luego, quienes viven con esta condición enfrentan graves problemas para desenvolverse en la sociedad, porque es difícil detectar una fuente sonora, identificar un sonido, seguir una conversación y sobre todo comprender. La discapacidad auditiva tiene efectos importantes en las etapas tempranas de la vida de una niña o un niño porque afecta su pensamiento, habla, lenguaje, conducta, desarrollo social y emocional, así como su desempeño escolar y laboral (Sistema Nacional DIF, 2017).

El Programa Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad 2014-2018 (PNDIPD), publicado en el Diario Oficial de la Federación, en su objetivo 4, describe estrategias y líneas de acción específicas para fortalecer la participación de las personas con discapacidad en la educación inclusiva y especial, la cultura, el deporte y el turismo, que servirán de base para implementar las Políticas Públicas.

La Revisión del Modelo Educativo, requiere cambios metodológicos, curriculares, de actitud y compromiso que favorezcan la enseñanza-aprendizaje ante los retos y circunstancias actuales.

La Educación Inclusiva debe entenderse como un principio rector destinado a alcanzar niveles deseables de integración escolar de todos los estudiantes, supone la formulación y aplicación de estrategias de aprendizaje que den respuesta a la diversidad del alumnado, generando las bases de una educación con las mismas oportunidades para las niñas, niños y adolescentes con discapacidad (CONADIS, 2015).

## MÉTODOS

La investigación fue fundamental para obtener información, la cual es el proceso para la elaboración de un *software*, y el prototipo de la aplicación.

Al visitar algunos planteles de educación básica y analizar sus necesidades surge la idea de crear un *software* enfocado al aprendizaje de expresiones básicas para el lenguaje de señas al que se le nombró "EnSeña". Se investigó sobre lo relacionado con el lenguaje de señas y de esa forma avalar que es correcto lo que se muestre en el *software*.

Posteriormente, se analizó el material multimedia y los elementos necesarios.

Las características que debe cumplir el *software* para que se ejecute de manera correcta, son las siguientes:

MÍNIMO: 2 GB de RAM y un espacio de 1 GB en memoria interna.

RECOMENDADO: 2 GB de RAM y un espacio de 4 GB de almacenamiento.

El *software* cuenta con lo necesario para orientar e instruir al usuario sobre el uso e interpretación del lenguaje de señas en la sociedad, además es una herramienta para enseñar la comunicación por medio del lenguaje de señas. Dispone principalmente de un menú con cinco secciones en los cuales están integrados los días, el abecedario, los meses del año.

Se diseñaron varias plantillas o ventanas para tener la ilustración y de igual forma algunos colores que fueran llamativos para las personas que lo usaran, para esto se necesitó usar un lenguaje de programación, que fue desarrollado en Visual Basic C# y cuenta con licencia, de igual forma se creó un logo que fue diseñado en *Photoshop*, también algunas imágenes que se utilizaron para los ejemplos, después se agregaron *gifs* pero totalmente creadas por los integrantes del equipo mismo en *Adobe Illustrator*, ya que con las mejoras que se iban haciendo sería de más utilidad para el usuario entender cómo realizar las actividades.

Después de concluir los diseños y haber agregado algunas imágenes y de los *gifs*, se trabajó con la codificación que va más enfocado a lo que es un algoritmo.

El proyecto fue presentado en la ENOHUAPO (Escuela Normal De La Huasteca Potosina), en donde se les mostró a los maestros y alumnos la función del *software*, y eso sirvió para hacer la evaluación correspondiente del proyecto y también recibir algunas recomendaciones para implementarlas en las modificaciones.

## RESULTADOS

Se aplicó una encuesta de 11 preguntas a 20 alumnos de la Escuela Normal de la Huasteca Potosina, de las cuales destacan las siguientes:

En la figura 1 se observan los resultados a la pregunta 1: "¿Cree usted que nuestro *software* es de gran ayuda para interactuar con personas con discapacidad auditiva u oral?" De 20 alumnos encuestados, el 100% indicó que el *software* SI es una herramienta de gran ayuda para interactuar con personas con discapacidad auditiva u oral.

Figura 1. Pregunta 1



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.

En la figura 2, se observan los resultados a la pregunta 2: "¿Cree usted que nuestro *software* va a contribuir en el canal de comunicación con las personas que tienen discapacidad auditiva y oral?" De 20 alumnos encuestados, el 100% indicó que SI contribuirá en el canal de comunicación con las personas que tienen discapacidad auditiva y oral.

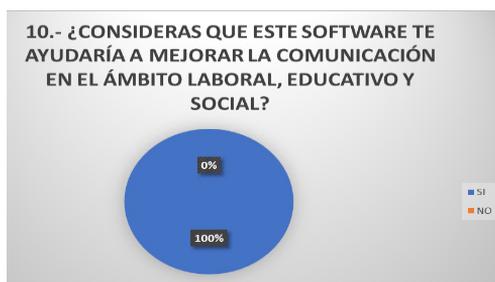
Figura 2. Pregunta 2



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.

En la figura 3, se observan los resultados de la pregunta 3: “¿Consideras que este software te ayudaría a mejorar la comunicación en el ámbito laboral, educativo y social? De 20 alumnos encuestados, el 100% indicó que el software SI ayudará a mejorar la comunicación en el ámbito laboral, educativo y social.

Figura 3. Pregunta 3



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos.

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

Según la encuesta realizada, y de acuerdo a las preguntas destacables, el software SI ayudará a mejorar la comunicación en el ámbito laboral, educativo y social, además de que si funge como una herramienta de gran ayuda para interactuar con personas con discapacidad auditiva u oral; el software ayudará a mejorar la comunicación en el ámbito laboral, educativo y social.

## CONCLUSIONES

Con base en la exposición en la Escuela Normal de la Huasteca Potosina, los alumnos y docentes manifestaron que sí se logró el objetivo del presente proyecto, que es ayudar a la comunicación entre el docente, alumno y las familias mexicanas en los que se interactúa con personas con discapacidades auditivas y orales. El lenguaje de señas es esencial en nuestra vida cotidiana, debido a que existen personas que no se pueden comunicar de la forma habitual, por tener discapacidades auditivas u orales. Se concluye que este software es una herramienta que ayudará a los usuarios a desarrollar la interpretación por medio de señas e interacción con las personas que se comunican a través del mismo lenguaje y que facilitará la comunicación con quienes padecen la discapacidad en el ámbito educativo.

Esta herramienta será muy útil para fortalecer los esfuerzos para incluir en los planteles educativos a los niños, adolescentes y adultos con discapacidades auditivas u orales, ya que permite mejorar la comunicación con los docentes al considerar en el *software* las palabras y necesidades elementales y más usadas en el proceso educativo.

Además de ser un programa de escritorio, EnSeña está destinado a desarrollarse como una aplicación móvil, para un mayor alcance en las escuelas y las familias mexicanas, teniendo un mayor enfoque no sólo en la educación, sino también en el ámbito social y público.

## REFERENCIAS

- CNDH. (2019). Día Nacional de la Lengua de Señas Mexicana. México. Grijalbo. Recuperado de: <https://cndh.org.mx/index.php/noticia/dia-nacional-de-la-lengua-de-senas-mexicana-10-de-lunio-0>
- CONADIS. (2015). Educación incluyente. Recuperado de: <https://www.gob.mx/conadis/es/articulos/educacion-incluyente?idiom=es>
- Fundación Caser. (2020). Discapacidad que afecta la comunicación y el habla. Recuperado de: <https://www.fundacioncaser.org/discapacidad/que-afecta-la-comunicacion-y-el-habla/introduccion>
- Mexicana Cultura. (2022). Lengua de Señas Mexicana. Recuperado de: <https://mexicana.cultura.gob.mx/es/repositorio/x2abesp3qm-4>
- O.E.I. (2022). Inclusión y Equidad Educativa. Recuperado de: <https://oei.int/oficinas/chile/inclusion-y-equidad-educativa/xxx>
- Sánchez, Adriana. (2022). Concepto de educación. Recuperado de: <https://conceptodefinicion.de/educacion/>
- SECRETARÍA DE SALUD. (2021). Con discapacidad auditiva, 2.3 millones de personas: Instituto Nacional de Rehabilitación. México. Reyes. Recuperado de: <https://www.gob.mx/salud/prensa/530-con-discapacidad-auditiva-2-3-millones-de-personas-instituto-nacional-de-rehabilitacion?idiom=es>
- Sistema Nacional DIF. (2017). Discapacidad Auditiva. Recuperado de: <https://www.gob.mx/difnacional/articulos/que-es-la-discapacidad-auditiva>

# TECHO INTELIGENTE

Hernández-Gil, José Andrés  
Quiroz-Hernández Jesús Guillermo  
Sainz-Ibarra, Juan Antonio  
Aragón-Guajardo, Jesús Ramiro

Universidad Estatal de Sonora  
Sonora

Nivel superior  
Área: Mecatrónica

## RESUMEN

*En el presente proyecto se realizará el prototipo de un techo inteligente, el cual funciona a base de una serie de sensores controlados por una placa microcontroladora que permitirá que al registrar variaciones de alguno de los sensores en las condiciones climatológicas normales el techo se cierre automáticamente, además de que se podrá monitorear por medio de wifi en tiempo real a través de una aplicación móvil la cual a su vez, le notificará la apertura y cierre. La idea de este proyecto surgió debido a la problemática identificada en una empresa de la región del sur de Sonora en Navojoa, en el ramo comercial para la producción de tostadas, en donde con la implementación de este proyecto se apoyará en el proceso de producción protegiendo al producto y mejorando la producción reduciendo las mermas causadas por las inclemencias del clima.*

*Palabras clave: automatización, variables climatológicas, aplicación móvil*

## ABSTRACT

*In the present project it is intended to approach the realization of a prototype of an intelligent roof, which works based on a series of sensors controlled by a microcontroller board that will allow that when registering variations of some of the sensors in normal weather conditions the roof closes automatically, in addition to being able to monitor via Wi-Fi in real time through a mobile application which in turn will notify you of the opening and closing of the smart roof. The idea of this project arose due to the problem identified in a company in the southern region of Sonora in the city of Navojoa in the commercial field for the production of toast, where the implementation of this project will support the production process. protecting the product and improving production by reducing losses caused by inclement weather.*

*Keywords: automation, weather variables, mobile application*

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, el clima se puede considerar como impredecible, dependiendo de la región del planeta que se considere se pueden apreciar algunos cambios en las condiciones meteorológicas que pueden tomar desprevenidas a las personas, por ejemplo, en algunas regiones durante la gran parte del día puede estar el cielo soleado, y en cuestión de minutos, estas condiciones meteorológicas pueden cambiar e iniciar una tormenta, lo que pudiera afectar las actividades de las personas, ya sea en el ámbito familiar, personal e incluso laboral. Así mismo, dependiendo de la región y de la época del año, las condiciones meteorológicas a las que están expuestas las ciudades y por ende las personas que las habitan pueden considerarse con cambios abruptos en parámetros como temperatura ambiental, humedad, nivel de precipitaciones, velocidad del viento, radiación ultravioleta, entre otros.

La infraestructura de la gran mayoría de los hogares, industrias, dependencias del gobierno, escuelas y centros de esparcimiento recreativos no cuentan con las condiciones para adaptarse a los cambios en las condiciones meteorológicas. Normalmente, los espacios cerrados cuentan con equipos de refrigeración o de calefacción para proteger a las personas de las inclemencias del clima, pero los espacios abiertos, como patios, canchas cívicas y deportivas, jardines, y pasillos no cuentan con la protección para los cambios en las condiciones meteorológicas.

Tomando el caso particular de una industria de fabricación de tostadas, como ejemplo de esto, se puede decir que dentro del proceso de fabricación de este tipo de productos, existe un proceso de secado o deshidratación, que en algunas industrias se lleva a cabo por medio de la exposición al sol y al medio ambiente, dicho proceso puede durar entre 5 a 8 horas y debido a esto, el producto queda expuesto a las condiciones meteorológicas. Si las condiciones meteorológicas sufren algún cambio en los parámetros de lluvia, humedad, velocidad de viento y precipitación, ocasionará que el producto se dañe o atrase el proceso de deshidratación, lo que provocará mermas a la empresa.

En el siguiente documento se describe el proyecto del prototipo "Techo Inteligente", el cual va diseñado para su implementación dentro de las instalaciones de una fábrica de tostadas ubicada en Navjoa, Sonora. La implementación de dicho techo cumple la función de proteger a las tostadas de los problemas ambientales y climatológicos que se pueden presentar durante el proceso de fabricación, con el fin de reducir en gran medida la cantidad la merma generada que queda como residuo del proceso de producción de tostadas, esto se logra debido a que el techo inteligente se podrá activar o desactivar de manera automatizada dependiendo de una serie de parámetros climatológicos, como lo es la temperatura ambiente del lugar, la velocidad del viento, la humedad del lugar y un sensor de lluvia.

Con la implementación de este proyecto, se busca reducir la merma en la industria de fabricación de tostadas, de igual manera este proyecto puede ser implementado en la infraestructura de algunos lugares para proteger o apoyar a las personas de las inclemencias del clima en lugares abiertos.

El objetivo general del proyecto es elaborar un prototipo de un *techo inteligente* que funcionará por medio de sensores para los parámetros climatológicos, utilizando un microcontrolador para procesar las señales y dispositivos mecánicos de trabajo que al identificar cambios en las condiciones meteorológicas se cerrará o abrirá dependiendo de las necesidades del lugar donde sea implementado. Además de agregarle una comunicación con el usuario por medio de una aplicación móvil y una conexión *wifi* para poder monitorearlo o incluso controlarlo de forma manual si es necesario.

El proyecto del *techo inteligente* es un prototipo adaptable dependiendo de las necesidades del lugar en el que se planea implementar, para la fábrica de tostadas se busca que el *techo* se cierre cuando las condiciones climatológicas sean favorables para lluvias o vientos, por lo que el microcontrolador se programa para que envíe la señal de cierre cuando los sensores detecten esas condiciones atmosféricas. También puede programarse para que detecte valores elevados de radiación ultravioleta y se cierre, esto aplicado a lugares abiertos en donde se requiere proteger a las personas del sol.

En el presente proyecto se presentará primeramente una revisión bibliográfica de los proyectos y prototipos que tienen una función similar al del *techo inteligente*, seguido por la metodología empleada en la realización del prototipo, la descripción de los sensores utilizados y la lógica de funcionamiento. Además, se presentarán los resultados obtenidos, incluyendo un análisis de ellos, y agregando las conclusiones generales del proyecto y las futuras líneas de investigación.

## MARCO TEÓRICO

En el año 2014, en Ecuador, se realizó un prototipo de automatización por medio de sensores de temperatura y humedad, empleando para la apertura y cierre de techos móviles materia prima local (Caza & Ríos Arias, 2016).

Con ayuda de un *Arduino* es como se logró desarrollar la tesis de un *techo* automatizado enfocado en los invernaderos, dicho *techo* funcionará con ayuda de los diferentes sensores como lo son los sensores de temperatura y humedad (Barrera, Herrero & Meraz, 2014).

Un sistema de riego automatizado controlado de manera remota para facilitar el proceso de irrigación de los cultivos de lechuga en la finca “Los Almendros”, del departamento de Jinotega. El objetivo es mejorar de manera integral el actual sistema de riego con que cuenta la propiedad, utilizando un sistema inteligente controlado por una aplicación *Android* a través de un móvil y utilizar sensores de humedad del suelo, los cuales determinarán la cantidad de agua con la que ésta cuenta y la cantidad necesaria que la planta necesita para su óptimo crecimiento y desarrollo, así se pretende alcanzar un pleno manejo de los cultivos y crear condiciones para su debido crecimiento (Bustos, 2017).

El diseño e implementación de una estación meteorológica basada en el uso de sistemas embebidos tales como *Raspberry Pi* y *Arduino Yun*, conectados inalámbricamente mediante la comunicación MQTT y MODBUS, con lo cual se monitorean en tiempo real las diferentes variables climáticas, con la opción de consultas de los históricos (Palaguachi, 2018).

En este trabajo se presentará un invernadero para un clima templado, en el que se tendrá en cuenta las cuestiones constructivas como el tipo y material de cubierta, dimensiones, etc., y cuestiones ambientales como el ángulo de incidencia y horas de sol, dirección y velocidad del viento. A partir de las condiciones que generan nuestras cuestiones constructivas se analizará las necesidades climáticas con el fin de elegir el adecuado mecanismo de climatización, lo cual puede incluir mallas anti-insectos, pantalla de sombreo, etc. Con este equipamiento nos aseguraremos de una exacta generación de un microclima mediante el control de las variables propicias para el desarrollo del cultivo y obtener un producto de buena calidad (Barrazueta Livizaca, 2016).

## MÉTODOS

El tipo de investigación utilizada en este proyecto fue experimental, la investigación experimental es cualquier investigación realizada con un enfoque científico, donde un conjunto de variables se mantienen constantes, mientras que el otro conjunto de variables se miden como sujeto del experimento, en el caso de este proyecto.

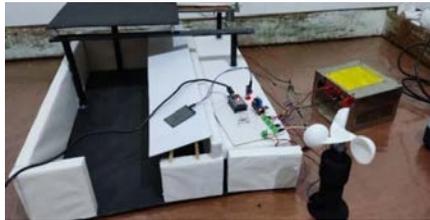
Las variables de entrada utilizadas fueron: *Temperatura*, monitoreada con un cierto rango de operación o condicionales, que al alcanzarlas manda una señal al ESP32. *Sensor de Radar de Precipitación*, cuando se logre su rango de operación empezará a mandar señales al ESP32 y ser indicadas. *Humedad Relativa*, si alcanza el rango establecido, este empezará a emitir señales que avisará al ESP32. *Velocidad del viento*, si este llega a pasar el parámetro del límite de velocidad, mandará una señal para poder indicarla. *Presión atmosférica*, si este detecta una baja presión, emitirá una señal que indica que el aire es caliente, pero ligero, lo cual anuncia un tiempo nublado y lluvia.

Las variables de salida utilizadas en este proyecto fueron: *Motor*, este será el que reciba todas las señales de los sensores del sistema y el que actuará. *Puente H*, se encarga de controlar la dirección, el paro y el arranque del motor. *Sensor de humedad*, el sensor de humedad es un aparato utilizado en espacios del aire y la temperatura. Las magnitudes medidas por el sensor de humedad se transforman en una señal eléctrica normalizada, cuya intensidad suele estar comprendida entre 4 y 20 mA. Dicho sensor se utilizará para tener una referencia y seguir generando más producto o no seguir con ello por unas horas o hasta que cambie. *Sensor de temperatura*, es un sistema que detecta variaciones en la temperatura del aire o del agua y las transforma en una señal eléctrica que llega hasta un sistema electrónico. Cuando este sensor empiece a variar la temperatura y esté dentro de un rango de operación que nosotros programemos, se indicarán diferentes acciones en el sistema. *Anemómetro*, es un aparato meteorológico utilizado para medir la velocidad del viento que ayuda en la predicción del tiempo. *Sensor de lluvia*, dispositivo electrónico que cambia su valor de acuerdo con la precipitación pluvial. Este sensor nos indicará la verificación y peligro de una lluvia en el ambiente, el cual es muy importante como veracidad del entorno en el momento de operación. *Barómetro*, un barómetro es un instrumento que permite medir la atmósfera. Este sensor es muy importante, pues prevé el cambio de la atmósfera en las siguientes horas.

## RESULTADOS

Se realizó un avance del proyecto a escala 1:30 en el que se puede apreciar una maqueta del local en conjunto del *techo inteligente*, junto con su respectivo circuito eléctrico con el que se controlará el techo dependiendo de los sensores que se activen (sensor de humedad, lluvia, temperatura y viento).

Figura 1. Maqueta del techo inteligente



Fuente: Diseño propio

También se realizó una aplicación tanto para celulares como para computadoras, en dicha aplicación podremos ver la velocidad del viento, la presión atmosférica, la temperatura, la humedad y el porcentaje de posibles lluvias.

Figura 2. Aplicación móvil.



Fuente: Diseño propio

Gracias a los resultados se puede asegurar de que el proyecto es funcional, ya que se alcanzaron los objetivos planeados y en conjunto de su aplicación le da una ventaja enorme porque en la reducción de la merma se puede estar más seguro, no sólo de que la ganancia de producción se incrementa, sino que sirve para poder programar el proceso de producción dependiendo de los valores que muestre la aplicación.

Como futura investigación tienen pensado ampliar la aplicación del *techo inteligente* en diferentes ámbitos, solamente cambiando sensores o agregándolos. Como en el caso de ámbitos sociales, como pueden ser plazas cívicas, en unidades académicas, en ámbitos de agricultura, en el caso de invernaderos o también en el ámbito industrial, moldeándolo a las necesidades de la empresa. También se planea darle al usuario la oportunidad de abrir y cerrar el techo según convenga.

## CONCLUSIONES

El proyecto de *techo inteligente* funciona a partir de las mediciones de las variables climatológicas tomadas a través de los sensores y con base en los niveles programados, se cierra o abre automáticamente, de esa manera este proyecto se puede implementar en diversas aplicaciones dependiendo de las necesidades del lugar y condiciones climatológicas existentes, así para el caso de la fábrica de tostadas, con la ayuda de los sensores de precipitación, humedad y viento, el techo se cerrará de manera automática cuando las variables climatológicas tengan niveles de lluvia o vientos fuertes, pero pueden utilizarse en lugares abiertos para proteger de la radiación ultravioleta a las personas. Con la aplicación móvil, se podrán monitorear los valores de los diferentes sensores utilizados y además se puede cerrar o abrir según las consideraciones del lugar.

## REFERENCIAS

Jaya Caza, E. R., & Ríos Arias, C. E. (2016). Diseño y simulación de un prototipo para una cubierta corrediza de acrílico y aluminio automatizado para un espacio abierto de 3x6 m<sup>2</sup> (Bachelor's thesis).

Barrera Martín, E., Herrero Niño, R. V., & Meraz García, A. R. (2014). Invernadero inteligente.

Palacios, B. D. A. B. FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍAS DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA TRABAJO DE SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA.

Palaguachi Encalada, S. I. (2018). Diseño, desarrollo e implementación de una estación meteorológica basada en una red jerárquica de sensores, software libre y sistemas embebidos para la Empresa ELECAÚSTRO en la Minicentral Gualaceo utilizando comunicación MQTT y MODBUS (Bachelor's thesis).

# TLAHUILLI

González-Pérez, Elfego Joshue  
Reyes-Luna, Nancy  
Vargas-Ruiz, Emmanuel  
Hernández-Hernández, Iván

Instituto Tecnológico Superior de Tamazunchale  
San Luis Potosí  
Nivel Superior  
Área: Sociales y Humanidades

## RESUMEN

*Aprender a tocar la guitarra no es fácil para todas las personas, a algunos les resulta sencillo, al igual que otros necesitan de mayor dedicación; pero lo que sí es cierto, es que absolutamente todos se sienten más reconfortados después de aprender a tocar guitarra. Pretendiendo contribuir a que muchos adultos, jóvenes y niños puedan aprender a tocar guitarra, nace la idea de este proyecto, que tiene como objetivo principal: diseñar un prototipo de guitarra con el uso de luces LED, que permita facilitar la enseñanza de los acordes musicales. Para su desarrollo se utilizaron dos tipos de investigación, la documental y la experimental. El impacto de esta investigación es que, en las pruebas que se realizaron a niños, jóvenes y adultos que tuvieron la oportunidad de integrarse al grupo de prueba del proyecto propuesto, lograron presentar elasticidad en el movimiento de sus dedos al colocarlos en los acordes que indicaban las luces LED, además de entusiasmo en el deseo de aprender a tocar guitarra.*

*Palabras clave: guitarra, LED, luces, acordes, habilidad.*

## ABSTRACT

*Learning to play the guitar is not easy for everyone, some people find it easy while others need more dedication; but what is certain is that absolutely everyone feels more comforted after learning to play guitar. Aiming to contribute to help many adults, young people, and children to learn to play guitar, the idea of this project was born, which has as its main objective: To design a prototype guitar with the use of LED lights, to facilitate the teaching of musical chords on a guitar. For its development, two types of research were used: documentary and experimental. The impact of this research is that, in the tests that were carried out on children, young people, and adults who had the opportunity to join the test group of the proposed project, they were able to present elasticity in the movement of their fingers when positioning them in the chords indicated by the LED lights, as well as enthusiasm in the desire to learn to play guitar.*

*Keywords: guitar, LED, lights, chords, skill.*

## INTRODUCCIÓN

La guitarra TLAHUILLI representa un innovador enfoque en el aprendizaje y la enseñanza de este icónico instrumento musical. Este proyecto busca revolucionar la manera en que las personas, tanto principiantes como aquellos que enfrentan desafíos especiales, abordan el arte de tocar la guitarra. Por esto mismo, su capacidad para adaptarse a diferentes contextos educativos y de autoaprendizaje lo convierte en un recurso valioso para diversos públicos.

Este proyecto se justifica por varias razones fundamentales:

1. Accesibilidad y Versatilidad: La guitarra TLAHUILLI se adapta a diversos públicos, desde principiantes hasta personas con turbaciones cognitivas, como el trastorno del espectro autista y el trastorno por déficit de atención. Su diseño y las luces LED integradas hacen que, aprender a tocar la guitarra sea atractivo y accesible para un público más amplio.
2. Fomento de la Economía Local: Al colaborar con artesanos locales en la elaboración de estas guitarras, el proyecto TLAHUILLI contribuye al crecimiento de la economía local y brinda una oportunidad económica a estos talentosos artesanos y sus familias.

El proceso tradicional de aprendizaje de la guitarra presenta desafíos que suelen disuadir a los aspirantes a músicos. Estos desafíos incluyen la falta de tiempo, habilidades motoras insuficientes y la falta de confianza en uno mismo. Además, las personas con trastornos cognitivos enfrentan obstáculos adicionales en su búsqueda de aprender a tocar la guitarra. También es importante mencionar que las guitarras convencionales carecen de apoyo visual efectivo para ayudar a los estudiantes a identificar y comprender los acordes y movimientos necesarios para tocar música de manera efectiva.

Por tal motivo se trazaron los siguientes objetivos que direccionaron la investigación:

### Objetivo General

Diseñar un prototipo de guitarra que, mediante el uso de luces LED, facilite la enseñanza de los acordes musicales.

### Objetivos Específicos

Comprender las partes que conforman una guitarra tradicional para realizar innovaciones incrementales que mejoren la experiencia de aprendizaje.

Facilitar que personas con espectro autista, déficit de atención, hiperactividad y falta de habilidades musicales puedan aprender a tocar la guitarra de manera fácil y divertida.

A su vez se planteó lo siguiente, por hipótesis:

$H_0$ : Los adultos, jóvenes y niños que tienen dificultad para tocar la guitarra no podrán aprender utilizando la guitarra TLAHUILLI.

$H_a$ : Los adultos, jóvenes y niños que tienen dificultad para tocar la guitarra sí podrán aprender utilizando la guitarra TLAHUILLI.

En resumen, el proyecto TLAHUILLI representa un esfuerzo significativo para superar barreras en el aprendizaje de la guitarra y promover el bienestar y la inclusión a través de la música. Este trabajo de investigación y desarrollo se centrará en la creación de una herramienta que haga que aprender a tocar la guitarra sea una experiencia enriquecedora y asequible para todos.

## MARCO TEÓRICO

En las últimas décadas, se ha observado un crecimiento en dos áreas de investigación relacionadas con la ciencia y la música: la neurología básica y el análisis del comportamiento, así como la investigación cerebral que busca comprender dónde se origina la creación musical. Se plantea la primera incógnita enfocada al ¿por qué la música conmueve?, ya que esta parece ofrecer un método de comunicación arraigado en las emociones más que en el significado, además de facilitar el acercamiento social y las interacciones físicas (Ramírez Gómez, 2019).

Entonces, surge la siguiente interrogante sobre ¿cuánto la música está vinculada a la biología y cuánto a las emociones humanas? Una posible respuesta se encuentra en el estudio del cerebro, un área de investigación en la que neurofisiólogos y psicólogos están involucrados activamente. De acuerdo a Diana Deutsch (Deutsch, 2010), argumenta que psicólogos, lingüistas y neurocientíficos han cambiado recientemente su enfoque y han encontrado que las áreas cerebrales responsables de la música y el lenguaje no están separadas, como se creía anteriormente, sino que se superponen. Este panorama abre la puerta a más dudas sobre lo que la música puede revelarnos acerca del cerebro y cómo el cerebro procesa la música. Además, se ha implementado un nuevo tipo de tratamiento llamado terapia musical en varios centros médicos, que ha demostrado tener un efecto beneficioso en el estado anímico de los pacientes en ciertas circunstancias (Magaña Rueda, 2010).

Vale la pena destacar la significativa contribución de la musicoterapia en el ámbito del autismo. La musicoterapia ha demostrado mejorar las habilidades sociales y comunicativas de los niños con autismo, ya que les permite expresarse a través de la música sin necesidad de utilizar el lenguaje. Esto les ayuda a desarrollar gradualmente relaciones sociales, reduciendo la sensación de soledad y mejorando su atención y habilidades motoras (Lara Fonfria, 2016).

Se puede argumentar que la escala nota/color beneficia indirectamente la motricidad al simplificar la visualización y el reconocimiento de las notas, eliminando líneas y espacios, lo que permite a los estudiantes concentrarse en digitar las notas en el instrumento y mejorar su memoria muscular. Además, esta aproximación simplificada al contenido musical puede aumentar la motivación del estudiante, centrándose en la ejecución de las notas en lugar de la lectura musical. También facilita la ejecución de acordes en la primera posición al proporcionar una mejor referencia visual de las notas y las digitaciones (Lara Fonfria, 2016).

## MÉTODOS

La investigación presentada cumple los criterios para ser del tipo cualitativo-experimental, ya que en el estudio se abordan las características de la guitarra convencional, seguido de las pruebas pertinentes para realizar las modificaciones requeridas en una guitarra con el fin de lograr los objetivos planteados, apoyado de una investigación documental que proporcionó las bases teóricas para su desarrollo.

Previo a la fase de desarrollo, se comenzó con la aplicación de una encuesta, esto con el objeto de conocer el grado de factibilidad del proyecto y nivel de aceptación que tendría dentro de un universo de personas con el deseo de aprender a tocar una guitarra; para ello se contó con una población de 1007 personas. Para determinar el tamaño de la muestra se hizo uso de una calculadora de muestras web, en la cual se implementó un nivel de confianza al 95%, correspondiente a estudios de investigación, y 5% de error; obteniendo una muestra de 276 personas a encuestar. Los resultados arrojaron que el 63% de los encuestados contaba con una edad de entre 16 a 24 años, quienes son los más asiduos a aflorar un interés por aprender a tocar la guitarra, así mismo coincidieron en un 94%, que la propuesta de guitarra Tlahuilli permitiría facilitar su aprendizaje. Con base en ese grado de aceptación se procedió a dar inicio con la implementación del proyecto.

Se partió de una investigación documental de las partes que componen la estructura de una guitarra tradicional con el fin de analizarlas, este proceso permitió obtener los conocimientos necesarios para realizar las modificaciones y dar cumplimiento al objetivo general. Así mismo, con el apoyo de la experiencia de lutereros de la región, y los conocimientos de programación de los autores de la presente investigación, se elaboró la guitarra TLAHUILLI.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se utilizaron dos tipos de investigación para el desarrollo del proyecto: documental y experimental. En primera instancia se realizó una encuesta que nos permitiera saber el grado de factibilidad para el desarrollo de este proyecto, nuestro universo fue de 1007 personas, con un nivel de confianza del 95% y el tamaño de la muestra fue de 276, el resultado de esta encuesta fue favorable, para esta propuesta de proyecto. Posteriormente, se investigaron cuáles son las partes que componen una guitarra tradicional, lo cual se puede apreciar en la figura 1, misma que se utilizó para realizar un análisis.

Se realizaron orificios en la tapa frontal del diapasón, en la intersección entre trastes y cuerdas, en los cuales se colocaron los LEDs correspondientes, dichos LEDs están conectados a cables que pasan por la parte interna central previamente hecha en el diapasón, y que sale por dentro del cuerpo de la guitarra para conectarse al *Arduino*, que contiene la programación para ejecutar las funciones de la guitarra.

Esta contiene una pantalla *Touch Nextion*, que permite seleccionar las modalidades de uso y que se encuentra conectada a los puertos del *Arduino* mediante 4 cables (GND, RX, TX y Voltaje). Además, incluye una fuente de energía conectada al *Arduino* mediante un GND con un voltaje conectado directamente al *switch* y a un GND del *switch* del *Arduino*. Todo lo anteriormente mencionado, puede observarse a detalle en la Fig. 2:

Posterior al desarrollo del prototipo, se llevó a cabo el desarrollo de la programación del *Arduino*. Se incluyeron las secuencias de acordes mayores y menores, el círculo de do, y algunas escalas musicales, las cuales funcionan como ejercicios para la soltura de los dedos e instruyen también, de manera subconsciente, en la teoría musical.

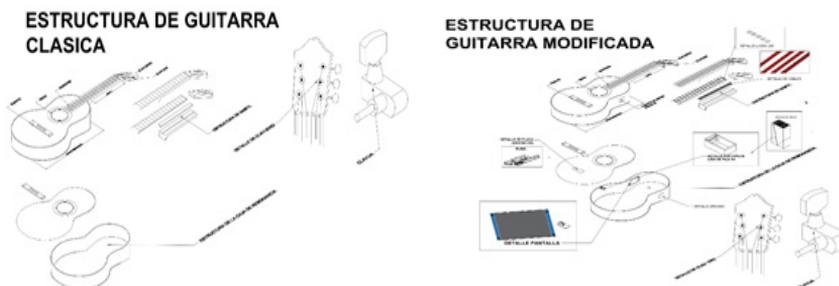


Fig. Estructura de guitarra clásica.

Fig.Estructura de guitarra modificada.

Fuente: Elaboración propia, 2022.

También se logró desarrollar una guitarra TLAHUILLI de tamaño infantil, la cual permite que los niños y aquellas personas a las que se les dificulta manejar una guitarra de tamaño estándar puedan desarrollar sus habilidades y aprender a manejar este instrumento de una manera adecuada.

Los resultados obtenidos evidencian que, la hipótesis alternativa se acepta, y se rechaza la hipótesis nula; ya que las personas que tuvieron la oportunidad de integrar el grupo de prueba del proyecto propuesto lograron ubicar de manera sencilla los acordes que indicaban las luces LED.

## CONCLUSIÓN

Los objetivos de la presente investigación se cumplieron, porque se pudo diseñar un prototipo de guitarra con el uso de LEDs que permitirá facilitar la enseñanza de los acordes musicales en una guitarra. Se conocieron las partes que conforman una guitarra tradicional y se logró implementar una innovación incremental que permitirá facilitar su uso. La guitarra TLAHUILLI permitió que el grupo de personas al que se le hizo la prueba, mostrara habilidades para aprender a tocar la guitarra de una manera fácil y divertida.

## REFERENCIAS

ABC Salud. (2016). *Las lecciones de música pueden ser muy útiles en el tratamiento del autismo y el TDAH*. [https://www.abc.es/salud/enfermedades/abci-lecciones-musica-pueden-utiles-tratamiento-autismo-y-tdah-201611202133\\_noticia.html](https://www.abc.es/salud/enfermedades/abci-lecciones-musica-pueden-utiles-tratamiento-autismo-y-tdah-201611202133_noticia.html)

Barbosa, M. (2019). *Actividad cerebral y métodos de enseñanza, estudio comparativo entre el método de educación musical tradición y metodología de la indagación*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/dctes?codigo=259762>

Lara, B. (2016). *La musicoterapia con niños autistas*. [http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/162210/TFG\\_Lara%20Fonfria%2C%20Beatriz.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/162210/TFG_Lara%20Fonfria%2C%20Beatriz.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Redalyc. Sistema de información Científica. UNAM. (2010). *¿La ciencia de la música o la música a través de la ciencia?* <https://www.redalyc.org/pdf/644/64418307010.pdf>

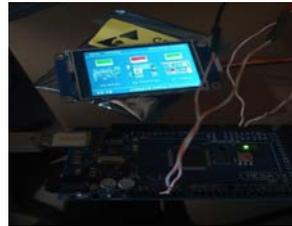
Unión Musical. (2019). *Beneficios de saber tocar guitarra*. <https://blog.unionmusical.es/beneficios-de-saber-tocar-guitarra-2019-cambia-tu-vida/>

Universidad Pedagógica Nacional. Facultad de Bellas Artes. (2019). *Aplicación de la relación nota/color de Isaac Newton en el proceso de iniciación de la lectura musical de la guitarra en un grupo de 9 a 11 años de la institución educativa colegio nuevo horizonte*. <http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/11591/TE-20281.pdf?sequence=1&isAllowed=y%23page%3D20&zoom=100%2C92%2C301>

## ANEXOS



Creación de la guitarra. Pruebas. Desarrollo de la programación de la pantalla



Pruebas. Interfaz de la pantalla





DESCUBRIENDO LAS MINAS DEL CONOCIMIENTO

se publicó en su versión digital

en mayo del 2024

en Puebla, Puebla.



El presente libro “Descubriendo las minas del conocimiento” muestra los 50 proyectos ganadores de la ExpoCiencias Nacional 2022, en San Luis Potosí, SLP. La promoción y difusión de estos proyectos a través de la divulgación científica es una labor muy noble que debe seguirse cultivando en México, ya que cultivar el espíritu científico de la niñez y la juventud es el pilar de los avances tecnológicos del futuro.

