

Una publicación del CIE Pánuco Tecnológico Nacional de México Campus Pánuco





EMPRENDECENCIA, Año 2, número 2, volumen 2 agosto-diciembre 2023, Revista electrónica de publicación semestral emitida por el Instituto Tecnológico Superior de Pánuco. Avenida Artículo Tercero Constitucional S/N Colonia Solidaridad, Panuco Veracruz C.P. 93990 teléfono 8462662898. <https://itspanuco.edu.mx/emprendeciencia@panuco.tecnm.mx> Editora Responsable M.T.A. Lilia Alejandra Alvarado Delfín, Número de reserva de derechos al uso exclusivo **04-2022-110414061500-102** y con **ISSN 2954-5129**. Otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Centro de Innovación e Incubación Empresarial, M.T.A. Lilia Alejandra Alvarado Delfín Avenida Artículo Tercero Constitucional S/N Colonia Solidaridad, Pánuco Veracruz C.P. 93990. Fecha de la última actualización 30 de noviembre del 2023.

<https://www.itspanuco.edu.mx/>

EmprendeCiencia

Año 2023 vol. 2 núm. 2

ISSN 2954-5129

<https://www.itspanuco.edu.mx/>

La Revista **EmprendeCiencia** es una publicación periódica respaldada por el Centro de Innovación e Incubación Empresarial del Tecnológico Nacional de México Campus Pánuco. Su objetivo principal es proporcionar un espacio destinado a la difusión de trabajos y proyectos relacionados con áreas como el emprendedurismo, el desarrollo empresarial, el desarrollo tecnológico, la innovación educativa y la innovación social. Esta revista sirve como un foro para que los investigadores y profesionales compartan sus conocimientos, avances y experiencias en estos campos, contribuyendo así al intercambio de ideas y al desarrollo de estas áreas de interés.

Los escritos presentes en esta revista han pasado por un riguroso proceso de evaluación realizado por especialistas en el campo, y las perspectivas expresadas en ellos son completamente responsabilidad de los autores. Tanto el contenido de los artículos como la responsabilidad asociada recaen en los autores y sus respectivas instituciones. La reproducción parcial o total del material de esta revista está permitida, siempre y cuando se obtenga la autorización de los autores y se haga una adecuada referencia al contenido original.



Me permito presentarles la Revista EmprendeCiencia, es un momento significativo en el mundo académico y científico. Esta publicación periódica, respaldada por el Centro de Innovación e Incubación Empresarial del Tecnológico Nacional de México Campus Pánuco, desempeña un papel crucial en la difusión del conocimiento en áreas cruciales como el emprendedurismo, desarrollo empresarial, desarrollo tecnológico, innovación educativa e innovación social.

La importancia de EmprendeCiencia radica en su compromiso con la excelencia y la calidad en la investigación y la divulgación de avances en estos campos. Los artículos que se publican en la revista han pasado por un proceso riguroso de arbitraje por expertos, lo que garantiza la validez y relevancia de los contenidos. La revista se esfuerza por ser un foro donde los investigadores y profesionales pueden compartir sus investigaciones, ideas y experiencias, lo que contribuye al enriquecimiento del conocimiento en estas áreas vitales.

La noticia de que EmprendeCiencia ha sido indexada en Latindex y se encuentra disponible en la Biblioteca LatinRev es un logro significativo.

Su inclusión en Latindex y la Biblioteca LatinREV subraya su importancia y calidad en el ámbito académico y científico, y promueve un intercambio global de ideas e investigaciones valiosas, amplían la visibilidad y el alcance de la revista, permitiendo que su contenido sea accesible para una audiencia global de investigadores, académicos y estudiantes.

Al impulsar estas indexaciones, se demuestra un compromiso con la internacionalización y el reconocimiento de la calidad de los contenidos publicados.

Atentamente
Mtra. Jeanett Martínez Etienne
Directora General del TecNM Campus Pánuco

Créditos

Directivos:

Mtra. Jeanett Martínez Etienne

Directora General

Tecnológico Nacional de México Campus Pánuco

Rosalío Vázquez Valadez

Sub director de Vinculación

Responsable del Centro de Innovación e Incubación Empresarial

Tecnológico Nacional de México Campus Pánuco

Lic. Alejandra Jiménez Nieto

Jefa de División de Contador Público

M.C.A. Ana María Zamora Espinoza

Jefa de División de Ingeniería en Gestión Empresarial

M.C.A. José Agustín Carrizales Olivares

Jefe de Departamento de Ciencias Básicas

- Consejo Editorial:** **M.T.A. Lilia Alejandra Alvarado Delfín**
Editora Responsable / Coordinadora General
M.C.A. Manuel Cornelio Torres Maza
Dr. Gil Santana Esparza
Dra. Violeta Jiménez Zarate
Coordinadores Editoriales
- Equipo Técnico:** **M.S.I. Patricia Hernández Rodríguez**
Diseño de Portada
Dr. Eric Álvarez Baltierra
Diseño web
M.S.I. Héctor Hugo Moreno Pérez
Administrador Web
Ing. Ludivina Valdéz Tovar
Asistente Administrativa
- Comité Editorial:** **M.C.A Samira King Delgado**
M.F. Luz Ángela Hernández Rivera
M.A. Marlene Pérez Arteaga
TecNM Campus Pánuco
- Editores Ad Hoc:** **M.C.A. Jesús Muñiz Blanco**
M.A.E. Ariadna Daulet Santiago Santiago
M.I.I. Apolinar Jair Delgado Ramos
TecNM Campus Pánuco

Comité Científico

Dr. Arturo Ernesto Mares Gardea
TecNM Campus CENIDET

Dr. Jorge Alberto Galaviz Pérez
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Dr. Arturo López Marure
Instituto Politécnico Nacional

Dr. Juan Carlos Manjarrez López
Universidad Tecnológica de Puebla

Dr. Adrián Vázquez Vázquez
Universidad Politécnica Altamira

Dra. Liz del Carmen Cruz Netro
Investigadora Independiente

Dr. Ernesto Cavazos Reyes
Fundación Solidaridad Latinoamericana

Dr. Hugo Rojas Chávez
TecNM Campus Tláhuac II

Dr. Marco Antonio Ríos Medina
Universidad Santander México

M.I.T. Carlos Augusto Jiménez Zarate
Universidad Autónoma de Nuevo León

Dra Mayra Elizabeth Brosing Rodríguez
Universidad Autónoma de Nuevo León

Dra. Zugey Berenice Cuevas Carballo
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Dra. Jessica Ivonne Hinojosa López
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

M.S.I. Rosa María Hernández Rejón
Universidad Autónoma de Tamaulipas

Dr. Ángel José Martínez Salinas
Universidad Nacional Autónoma de México

Dr. Jarniel García Morales
TecNM Campus CENIDET

Dra. María Yasmín Hernández Pérez
TecNM Campus CENIDET

Dra. Violeta Jiménez Zarate
TecNM Campus Pánuco

Dr. Gil Santana Esparza
TecNM Campus Pánuco

M.C.A. Manuel Cornelio Torres Maza
TecNM Campus Pánuco

M.T.A. Lilia Alejandra Alvarado Delfín
TecNM Campus Pánuco

M.C.A. Samira King Delgado
TecNM Campus Pánuco

M.C.A. Jesús Muñiz Blanco
TecNM Campus Pánuco

M.F. Luz Ángela Hernández Rivera
TecNM Campus Pánuco

Sones y Calaveras: El Colorido Xantolo de la Huasteca Veracruzana



Fotografía: Alejandra Jiménez

Altar de día de muertos carrera Contador Público, Xantolo ITSP, noviembre 2023

El día de muertos en la Huasteca Veracruzana, específicamente en Pánuco, es una celebración profundamente arraigada y enriquecedora que combina las ricas tradiciones ancestrales de la región con la influencia religiosa católica.

En esta festividad, la música tradicional huasteca desempeña un papel central, impregnando el ambiente con sus cautivadores sones y versos que narran las historias y leyendas locales. Estos sones son interpretados con violines, la jarana huasteca y la quinta huapanguera, creando una experiencia musical única.

Los trajes elaborados y las coloridas máscaras de calaveras son elementos esenciales en las danzas de los viejos, una de las características más distintivas del día de muertos en esta región. Estos viejos danzan con gracia y solemnidad, rindiendo homenaje a la dualidad entre la vida y la muerte que simboliza esta festividad.

La comida desempeña un papel crucial en el día de muertos, con platillos tradicionales que degustaban los que ya han partido como el zacahuil, tamales, y el mole, que se comparten en comidas comunitarias, fortaleciendo los lazos entre las familias y la comunidad en su conjunto.

Los altares, tanto en los hogares como en los cementerios, son lugares de profundo significado. Están adornados con las brillantes flores de cempasúchil, veladoras que iluminan la oscuridad y una variada selección de ofrendas, que incluyen alimentos y bebidas. Estos altares se erigen como homenajes conmovedores destinados a honrar a los difuntos y a guiar sus espíritus de regreso a la tierra de los vivos.

En Pánuco y la Huasteca Veracruzana, el día de muertos es mucho más que una festividad. Es una oportunidad para que las comunidades se unan en torno a la música, la danza, la comida y los rituales, para recordar y celebrar a sus seres queridos fallecidos. En este proceso, se crea un poderoso vínculo entre el pasado y el presente, fortaleciendo la identidad cultural de la región y manteniendo viva la tradición para las generaciones futuras.

¡Tradiciones que me llenan de orgullo!

ÍNDICE

Nanotechnology In the Space Industry: A review <i>Baltazar León Velázquez , Zujey Berenice Cuevas Carballo , Jorge Alberto Galaviz Pérez , Bernardino Velázquez Méndez , Mariana Giselle Hernández Jiménez, Hernández Acosta Diego Manuel, Javad Keshtkar</i>	1
El tesorero y contralor, su opacidad en la región de la Huasteca Alta <i>Castillo García Carlos Eduardo, Iglesias Julio Alonso</i>	30
Análisis de la Relación Entre la Responsabilidad Social y Marketing <i>Cruz De la Cruz César Alexis, Flórez Romero Marcela</i>	41
Análisis de necesidades para la mejora de servicios entre proveedores y usuarios <i>Muñiz Blanco Jesús, Jiménez Zarate Violeta, King Delgado Samira, Islas Hernández Wendy Paola</i>	55
Condiciones de vida de los jornaleros agrícolas migrantes en la cosecha de caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) en la región de Cosamaloapan, Veracruz. <i>Arturo Heribia Virués, Miguel Angel Rodríguez Chiunti, Adan Vidal Gamboa</i>	68
Implementación de un modelo de producción y comercialización de miel basado en los principios de la Economía Social Solidaria (ESS) <i>Torres Maza Manuel Cornelio, Alvarado Delfín Lilia Alejandra, Hernández Rivera Luz Angela</i>	81
Economía Estancada en las PYMES <i>Herrera Meza Kimberly, Dayan Hernández Hernández, Verónica Sáenz Córdova Jesús</i>	91
Aplicación de la nanomedicina en traumatismo crónico. <i>Méndez Gómez Valeria, Galaviz Pérez Jorge Alberto, Uribe López Sheila Aryani</i>	100
Simulación de procesos de eventos discretos con Promodel como apoyo para la toma de decisiones en las PYMES <i>Pancardo Pérez Jannya, Santiago Santiago Ariadna Daulet.</i>	125
A Review on Hydrophobic Materials: Synthesis and Applications <i>Hernández-Marchena M. J., Cornelio-Priego J. A., De la Cruz-Olivé C. E., OlánGonzález P., Pérez-Hernández H. G., Cuevas-Carballo Z. B.</i>	145
Detección de requerimientos específicos en estudiantes recién matriculados en el TecNM Campus Pánuco <i>Alvarado Delfín Lilia Alejandra , Torres Maza Manuel Cornelio, Santana Esparza Gil , Mares Gardea Arturo Ernesto</i>	168
El modelo de lenguaje natural y la inteligencia artificial son capaces de diagnosticar enfermedades: Análisis desde la perspectiva de los profesionales médicos <i>Ahumada Cervantes María de los Angeles, Alvarez Baltierra Eric, Melo Morin Julia Patricia</i>	180

Nanotechnology In the Space Industry: A review

Baltazar León Velázquez¹, Zujey Berenice Cuevas Carballo¹, Jorge Alberto Galaviz Pérez¹, Bernardino Velázquez Méndez¹, Mariana Giselle Hernández Jiménez¹, Hernández Acosta Diego¹ Manuel, Javad Keshkar²

1- *Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (México).*

2- *Institute of electrical engineering, Slovak Academy of sciences (Eslovakia).
zujey_cuevas@ujat.mx*

Palabras clave:

Nanomateriales, Aeroespacial, Nanotecnología, Nanotubos de carbono, Electrónica, Transistores de efecto campo, Innovación, Desafíos, Riesgos para la salud, Propulsión avanzada.

Keywords:

Nanomaterials, Aerospace, Nanotechnology, Carbon nanotubes, Electronics, Field-effect transistors, Innovation, Challenges, Health risks, Advanced propulsion.

RESUMEN

La nanotecnología ha abierto un mundo de posibilidades dentro del sector aeroespacial, que van desde la utilización de compuestos de alta resistencia y bajo peso hasta el desarrollo de electrónica mejorada y pantallas de bajo consumo energético. Además, el espectro de aplicaciones se extiende a la creación de diversos sensores físicos, la integración de materiales multifuncionales con sensores incrustados, la ingeniería de materiales con áreas superficiales amplias y la innovación de filtros avanzados y membranas para la purificación del aire. Además, los nanomateriales han encontrado su lugar en los ámbitos de la tecnología de neumáticos y frenos, entre muchos otros campos. Este esfuerzo integral revela un panorama visionario para la incorporación y utilización de nanomateriales en la industria aeroespacial, aprovechando sus notables atributos físicos, químicos, ópticos y mecánicos que los hacen excepcionalmente adecuados para su integración en este dinámico campo.

ABSTRACT

Nanotechnology has opened up a realm of possibilities within the aerospace sector, ranging from the utilization of high-strength, lightweight composites to the development of enhanced electronics and energy-efficient displays. Moreover, the application spectrum extends to the creation of diverse physical sensors, the integration of multifunctional materials containing embedded sensors, the engineering of materials with expansive surface areas, and the innovation of advanced filters and membranes for air purification. Additionally, nanomaterials have found their way into the realms of tire and brake technology, among numerous other domains. This comprehensive effort unveils a visionary landscape for the incorporation and utilization of nanomaterials in the aerospace industry, benefitting from their remarkable physical, chemical, optical, and mechanical attributes that render them exceptionally well-suited for integration within this dynamic field.

INTRODUCCIÓN

La industria aeroespacial está en crecimiento, países como Estados Unidos, China, Japón, Francia, Alemania, entre otros, han invertido miles de millones para expandir las misiones llevadas a cabo en el espacio (Lineberg 2019). El mercado de esta industria está valorado en más de \$400 mil millones solo en 2021, donde el sector comercial tiene el mayor impacto en los ingresos (Space Foundation Editorial [SFE], 2019).

Este crecimiento está en concordancia con los cambios paradigmáticos temas de negocios, políticas y sociedad en el sector espacial debido a los logros de SpaceX y la NASA en la década de 2020 (Porterfield,2022).

Este crecimiento en el mercado de viajes espaciales comerciales ha dado lugar a la creación de empresas en este sector. La actividad económica en la industria espacial comercial en 2017 estuvo cerca de los \$300 millones de dólares, además hubo un crecimiento del 7% entre 2013 y 2016 (Whealan, 2019).

Este crecimiento en el mercado de los viajes espaciales comerciales ha propiciado la creación de nuevas empresas en este campo. La actividad económica en la industria espacial comercial alcanzó casi los \$300 millones en 2017, experimentando un crecimiento notable del 7% entre 2013 y 2016 (Whealan, 2019). En este contexto, los nanomateriales se erigen como portadores de importantes desarrollos tecnológicos, pues a esta escala, los materiales exhiben propiedades mecánicas, térmicas, ópticas y electrónicas superiores. La nanotecnología promete forjar la próxima generación de componentes electrónicos mediante el uso de nanocompuestos, nanopartículas, nanotubos, entre otros (Arepalli y Moloney, 2015; Novikov y Voronina, 2017).

Dentro de la industria aeroespacial, existen diversas aplicaciones que buscan mejorar mediante la integración de nanomateriales:

- Desarrollo de materiales multifuncionales.
- Avances en componentes electrónicos.
- Exploración de materiales y dispositivos para el suministro de energía en aeronaves.
- Implementación de sensores avanzados.

En consecuencia, en el marco de este trabajo, nuestro propósito es destacar los avances tecnológicos más significativos en algunas de las áreas de aplicación de la nanotecnología en esta industria de vanguardia.

RESULTADOS

Nanomateriales en la Industria Aeroespacial

La industria aeroespacial representa la vanguardia de la ciencia y la tecnología. Como resultado, los sistemas aeroespaciales tienen un valor muy alto por unidad de peso y se encuentran entre los más complejos (Weiss y Amir, 2019). En consecuencia, esta industria se ha convertido en un nicho para el desarrollo de nuevas tecnologías que impactan sobre nuestra vida cotidiana, tal es el caso de los LEDs, Prótesis, Sistemas antiheladas para el transporte, Refuerzos ignífugos y muchos otros (Publications and Graphics Department NASA Center for AeroSpace Information [CASI], 2008). Por lo tanto, se podría esperar que la industria aeroespacial desempeñe un papel importante en el desarrollo e introducción de nanotecnologías en la vida cotidiana.

Las condiciones extremas en el entorno espacial y los costos elevados de las misiones espaciales aumentan las demandas de materiales y electrónica utilizados en los sistemas aeroespaciales, elevando también la necesidad de una mayor seguridad y perfección para evitar riesgos para las vidas (Mathew et al., 2018). Para aumentar la seguridad, la eficiencia y los estándares potenciales, la nanotecnología ya se ha incorporado en las industrias aeroespaciales de diversas formas.

2.1 Materiales estructurales

Las propiedades más importantes que los materiales deben tener en la industria aeroespacial se relacionan con el peso, el rendimiento y la durabilidad. Las estructuras aeroespaciales sufren deterioro prematuro causado por varios factores ambientales como radiación, vibración acústica, corrosión, entre otros. (Jonghwan et al., 2008) Por esta razón, el enfoque se ha centrado en la síntesis y fabricación de materiales para el control de la corrosión basados en nanopartículas de estructuras covalentes 2D (Li, W. et al., 2021), grafeno (Cui et al., 2019) y nanocompuestos de polímeros (Verma et al., 2021); así como nanotubos de carbono (CNT) para la protección de vehículos o satélites contra la radiación, y materiales capaces de reemplazar al acero, pero con una mayor ligereza, como es el caso de los metales nanoestructurados.

2.1.1 Metales nanoestructurados

La resistencia a la tracción, la resistencia a la fatiga y la ductilidad son propiedades importantes de los materiales metálicos nanoestructurados, que los hacen adecuados para su uso en aplicaciones donde la resistencia o las relaciones resistencia-peso son importantes. Además, se ha demostrado que los metales nanoestructurados no solo muestran propiedades mejoradas, sino que también pueden diseñarse para exhibir propiedades atípicas de materiales de tamaño convencional. Un ejemplo de esto es una aleación de titanio-níquel nanoestructurada, que, en combinación con una resistencia excepcional a la fluencia, exhibe superelasticidad.

Hasta la fecha, está bien establecido que los materiales nanoestructurados a granel (BNM) se pueden producir con éxito a través de la refinación microestructural utilizando la deformación plástica severa (SPD), que implica una deformación intensa bajo una alta presión impuesta (Sharma et al., 2016). El procesamiento SPD es un procedimiento atractivo para muchas aplicaciones avanzadas, ya que mejora

significativamente las propiedades de una amplia gama de metales y aleaciones. Los materiales metálicos sometidos a SPD pueden tener no solo una estructura de grano ultrafino (UFG) sino también características nanoestructurales específicas, como límites de grano fuera del equilibrio (GBs), nanotwins, segregaciones GB, y nanopartículas. Como resultado, se ha demostrado una generación de propiedades nuevas e inusuales para una amplia gama de diferentes metales y aleaciones, incluidas las propiedades funcionales (eléctricas, magnéticas, corrosión, etc.) y mecánicas mejoradas.

2.1.2 Nanoestructuras cerámicas

Los materiales cerámicos nanocrystalinos (<100 nm) tienen propiedades superiores a las que presentan en estado a granel, entre las que destacan su alta área/superficie y mejor resistencia, como es el caso de la alúmina nanoestructurada. Existen diferentes tipos de nanoestructuras cerámicas, entre los que destacan tres básicos como se muestra en la **Figura 1** (Pauline, 2021).

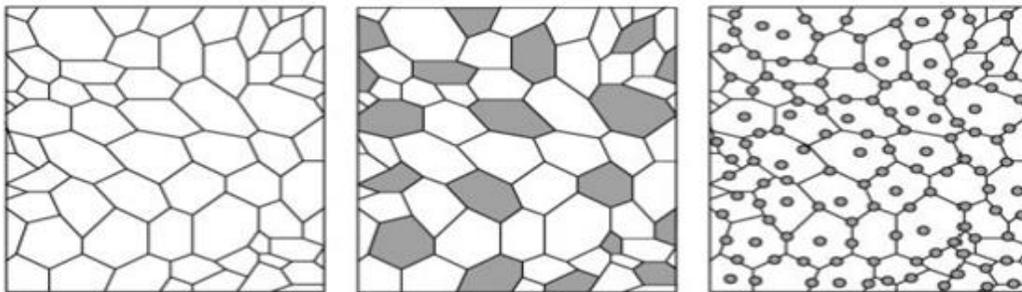


Figura 1. Tipos básicos de nanocerámicos: a) todo nano, monofásico; b) todo nano, bifásico; c) micro/nano, bifásico, con la fase nanométrica dispersa tanto en los granos como en todas las fronteras de grano.

2.1.3 Alúmina nanoestructurada

La nanoalúmina tiene una amplia gama de aplicaciones debido a sus versátiles propiedades mecánicas, eléctricas y ópticas, por lo que el desarrollo de rutas rentables para su síntesis es uno de los desafíos industriales más importantes. Estos métodos resaltan el beneficio de una distribución controlada del tamaño de partícula con menos aglomeración, mejor morfología y generación controlada de fase pura durante el proceso de síntesis. Este material cerámico tiene una ventaja significativa debido a su dureza, inactividad química, alto punto de fusión, no volatilidad y resistencia a la abrasión y corrosión (Şahal et al., 2022).

2.1.4 Nanocompositos

Los nanocompositos son los materiales del siglo XXI con una tasa de crecimiento anual del 25% debido a sus capacidades multifuncionales. Debido al aumento en el uso de nanocompositos, la gestión de su eliminación después de la vida útil es motivo de gran preocupación. Por lo tanto, además de sus propiedades funcionales, también se prefiere la propiedad biodegradable (Bhawani et al., 2018; Rivadeneira et al. 2021; Shokrani et al., 2022). Al ser respetuosos con el medio ambiente, algunos nanocompositos han abierto las posibilidades de tecnologías limpias (Aysa y Shalan, 2022). La elección adecuada de cargas nanométricas y matriz es clave para lograr las propiedades multifuncionales deseadas que se requieren en muchas aplicaciones aeroespaciales.

En algunas aplicaciones, además de ser livianos, tienen una alta resistencia de rendimiento además de la ventaja de un bajo costo operativo debido a su ligereza. Sin embargo, tres inconvenientes principales limitan la aplicabilidad de los compuestos en la mayoría de las estructuras aeroespaciales. En primer lugar, una mayor resistencia eléctrica limita las aplicaciones como blindaje electromagnético, circuitos, antenas y protección contra rayos. En segundo lugar, la menor conductividad térmica de los compositos aumenta la carga en los sistemas de

descongelación basados en calentadores eléctricos. En tercer lugar, los compuestos son menos resistentes a los impactos y sufren absorción de humedad, degradación ambiental y envejecimiento con el tiempo (Guloglu y Altan, 2020). Se han desarrollado variedades de nanocompositos según el tipo de matriz utilizada, por lo que se clasifican ampliamente en tres categorías (como en el caso de los microcompositos): nanocompositos de matriz polimérica (PMNC por sus siglas en inglés), nanocompositos de matriz cerámica (CMNC por sus siglas en inglés) y nanocompositos de matriz metálica. Los PMNC y los CMNC han encontrado aplicaciones en aviones y naves espaciales (ver **Figura 2**), mientras que el uso de nanocompositos de matriz metálica está limitado debido a las limitaciones de procesamiento. Debido a su facilidad de producción, los PMNC se han utilizado ampliamente (Dantas de Oliveira et al., 2019; Darwish et al., 2022; Naskar et al., 2016; Vera et al., 2020; Zhang, H. et al., 2019).

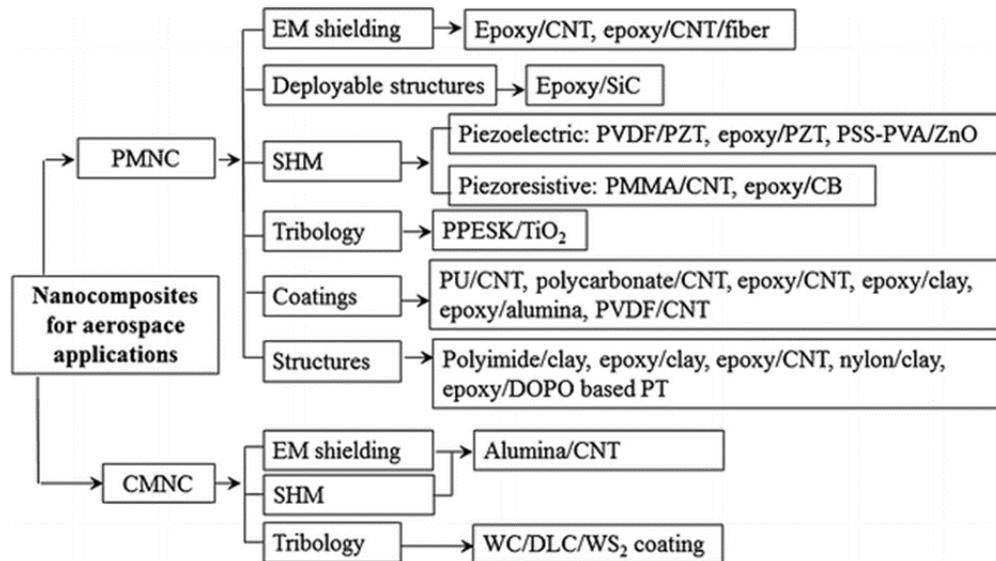


Figura 2. Nanocompositos para aplicaciones aeroespaciales.

2.2 Sistemas de propulsión

Los sistemas de propulsión involucran todas las partes que componen el motor de cohete: los tanques, las bombas, los propelentes, la cabeza de potencia y la tobera del cohete. La propulsión se logra mediante el empuje generado en el motor del vehículo, y en el espacio exterior, proporciona el movimiento de un satélite y permite su maniobrabilidad para el desplazamiento, transferencia de órbita y control de actitud (Micro-propulsion and Nanotechnology Laboratory [MpNL], s.f.). Los diferentes sistemas de propulsión desarrollan el empuje de diferentes maneras, pero todo el empuje se genera a través de la aplicación de la tercera ley del movimiento de Newton. El desarrollo de sistemas de propulsión es uno de los campos más estudiados y desarrollados en la ciencia aeroespacial. Las tecnologías actuales de vanguardia son predominantemente sistemas de propulsión de cohetes, donde el combustible y una fuente de oxígeno, llamada oxidante, se mezclan y explotan en una cámara de combustión para producir empuje (Benson, 2014). Sin embargo, como se mencionó anteriormente, existen muchos tipos diferentes de sistemas de propulsión y muchos de ellos involucran la alta presencia de nanotecnología. Un detallado plan de desarrollo de tecnologías relacionadas con la propulsión se muestra en la **Figura 3** (Weiss y Amir, 2019).

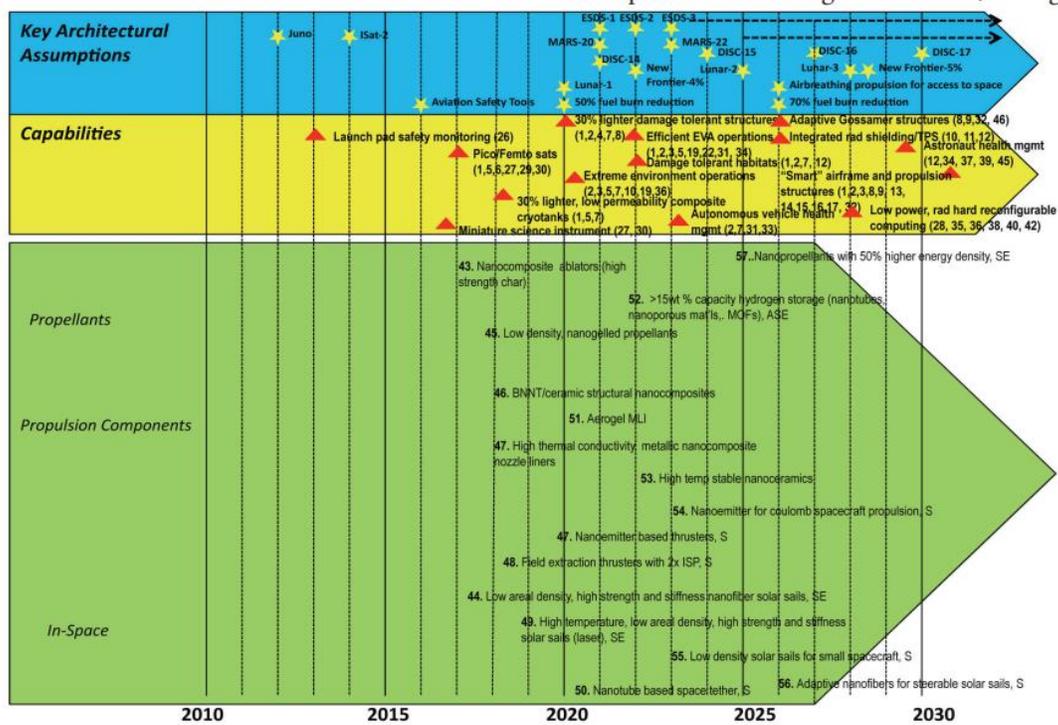


Figura 3. Plan detallado para tecnologías relacionadas con la propulsión (extraído del "DRAFT Nanotechnology Roadmap" de la NASA, consulte [32]).

2.2.1 Sistemas de micropropulsión

Paralelamente a las naves espaciales a gran escala, hay un interés creciente en naves espaciales a menor escala conocidas como microsatélites, nanosatélites y picosatélites (ver más en el capítulo 2.5) para habilitar sus capacidades en formación de vuelo, apuntado de precisión, operaciones en enjambre y otras funcionalidades, el desarrollo de sistemas de micropropulsión es crítico (You, 2018). Los sistemas de micropropulsión se alejan de los sistemas de propulsión convencionales por dos características principales: la capacidad de generar una fuerza relativamente pequeña (alrededor de 100 mN o menos) y tener un volumen y peso relativamente pequeños tal como explica el autor. Los requisitos de misión para las micro/nano-naves espaciales varían, por lo que los sistemas de micropropulsión deben ser extremadamente versátiles. Se están desarrollando

diferentes conceptos con este propósito, y entre ellos uno se está desarrollando en la Universidad de Michigan utilizando micro y nanopartículas para generar empuje y se llama "Nanoparticle Field Extraction Thruster (NanoFET)".

El NanoFET es una nave espacial experimental que proporciona empuje al emitir partículas cargadas. Estas partículas son nanotubos de carbono cilíndricos que pueden almacenarse en tanques o fabricarse en vuelo. Curiosamente, la eficiencia del combustible varía con el tamaño de las partículas. (Liaw, 2014)

2.3 Sensores

La tecnología de sensores se ha desarrollado durante décadas; sin embargo, han surgido nuevos campos de aplicación en la industria espacial (Research and Markets [RyM], 2023), que requiere sensores más sensibles en las aeronaves para la detección de fugas (hidrógeno, CO₂, etc.), la medición de parámetros físicos y la detección de radiación ultravioleta, debido a la necesidad de mejorar la seguridad, reducir el peso y el espacio en las aeronaves y reducir los costos (Arepalli y Moloney, 2015).

2.3.1 Sensores de gas

La detección de fugas en aeronaves es un problema importante en la industria aeroespacial para mejorar la seguridad de los astronautas y el éxito de la misión; es necesaria la detección de hidrógeno, hidrocarburos, oxígeno, monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO₂) para evitar cualquier accidente (como explosiones o daños a la tripulación) durante las misiones a pesar del análisis previo de los riesgos (Lee et al., 2021; Lum y Tsukada, 2016).

En la década de 1990, un artículo de la NASA mencionó que "los sensores de hidrógeno deben ser selectivos y sensibles, además deben mantenerse calibrados a pesar de las condiciones a las que están expuestos. Otro factor importante es el tiempo de respuesta, que podría ser vital en una situación real" (Hunter et al., 1992

pag. 2). A la fecha, se han desarrollado diversos materiales y tipos de sensores para esta aplicación. Un ejemplo es el sensor a base de SiC, que se combina con Pt y Cr₃C₂ para obtener dos tipos de sensores diferentes: el primer tipo es un diodo Schottky Pt/Cr₃C₂/SiC y el segundo es un chip con dos planos planos uno al lado del otro de Pt/SiC. Ambos sensores fueron expuestos a atmósferas de N₂, propileno y aire. El sensor Pt/Cr₃C₂/SiC se probó a 450° y 580 °C cambiando el voltaje en un rango de 1.0-3.2 V, este sensor mostró una respuesta limitada a bajas temperaturas y voltajes y fue más estable a 3.2 V y 580 °C, también mostró una mayor sensibilidad a los hidrocarburos que al H₂. Por otro lado, el sensor Pt/SiC se probó en un rango de 100-500 °C y mostró un mejor rendimiento a 300 °C (Hunter et al., 2004). Si bien el SiC es un material prometedor para los sensores en la industria aeroespacial, debe mejorar la interfaz de sensibilidad entre el material y el gas.

Otro tipo de sensores son aquellos hechos de fibras, que tienen ventajas únicas como seguridad intrínseca, resistencia a la corrosión e inmunidad a las interferencias electromagnéticas. Este tipo de sensor muestra una detección rápida y precisa que está por debajo del límite explosivo del hidrógeno (Zhang, Y. et al., 2017). Uno de los materiales más utilizados en los sensores de gas es el Pb, ya que es selectivo con el H₂, y como se puede observar, cada sensor funciona mejor en ciertos rangos de temperatura, por lo que es conveniente crear una matriz de sensores para optimizar la detección de fugas de gas.

2.3.2 Sensores de parámetros físicos

Existen diversos tipos de sensores cada uno con diferentes características: biológicos, químicos, eléctricos, electromagnéticos, ópticos, físicos, entre otros, los cuales se ven afectados por múltiples factores. Las propiedades físicas, como termoeléctricas, termoelásticas, termomagnéticas, termoópticas, fotoeléctricas, fotoelásticas, fotomagnéticas, electroelásticas, electromagnéticas y magnetoeléctricas (Zhang, W. et al., 2019), desempeñan un papel importante y se

ven afectadas por diversas condiciones que confieren al material nuevas características. Estas mejoras ayudan a que estos tipos de sensores se apliquen en diversas áreas. En las últimas décadas, tanto académicos como la industria han realizado un tremendo trabajo para desarrollar tecnologías a través de propiedades de sensores (Pinet, 2009). La principal característica de un sensor radica en su capacidad para transformar un tipo de señal en otro (por ejemplo, óptico, eléctrico, mecánico), clasificándose como un sistema físico en función de la función que realiza y del tipo de sensor que se haya utilizado. Estos materiales han permitido un avance en la industria espacial a través de grandes descubrimientos realizados por personas dedicadas a la investigación. Las aplicaciones de sensores con parámetros físicos abarcan diversas áreas de investigación, como sensores de fibra óptica, sensores de tensión basados en rejillas de Bragg (FBG) (Li, R. et al., 2018), sensores de presión micromecanizados, sensores de imagen CMOS (Gouveia y Choubey, 2016), sensores electroquímicos (Islam y Mukhopadhyay, 2017), entre otros.

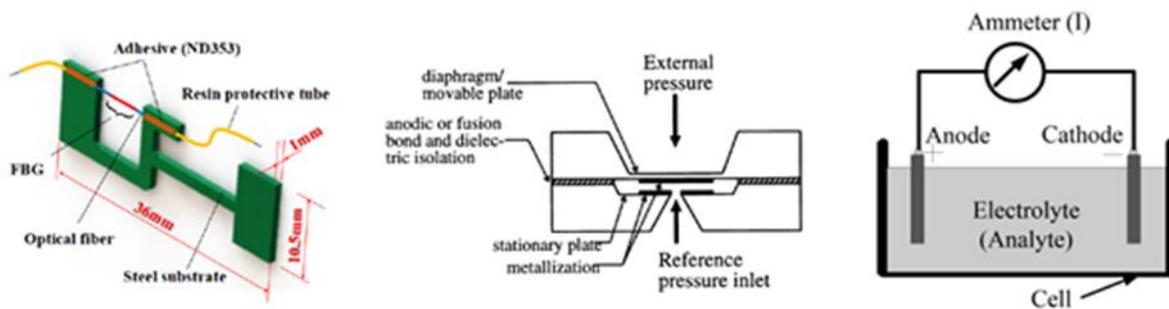


Figura 4. Tipos de sensores con sus componentes aplicados en la industria espacial [45-48].

La actividad física se puede medir de manera objetiva con sensores llevados en el cuerpo. El método más simple es mediante podómetros mecánicos o electrónicos utilizados para contar los pasos dados al caminar. La confiabilidad y validez de tales métodos se han descrito en otros lugares (Chen et al., 2021). Si bien un sistema

puede medir señales de sensores de tensión eléctrica tradicionales, estos son fácilmente contaminados por interferencias electromagnéticas (EMI) en un entorno industrial riguroso, lo que deteriora el rendimiento de un sistema de monitoreo de salud estructural (SHM) (Liu et al., 2020). Los sensores de tensión basados en rejillas de Bragg (FBG) presentan ventajas como la inmunidad al EMI, resistencia a la corrosión y múltiples puntos de medición en una fibra óptica, lo que ha atraído mucha atención y ha sido ampliamente investigado en la investigación de SHM recientemente (Huang et al., 2016; Villalba y Casas, 2013). La característica principal de este sensor es su capacidad para que los sensores de tensión FBG sin recubrimiento se adhieran directamente a las superficies de las estructuras monitoreadas mediante adhesivos para detectar cambios de tensión (Li, R. et al., 2016; Mieloszyk y Ostachowicz, 2017) o se incrusten en algún material compuesto para formar estructuras inteligentes (Fang et al., 2016; Pereira et al., 2013). La sensibilidad a la tensión de los sensores FBG sin recubrimiento pegados directamente o incrustados es de $1.21 \text{ pm}/\mu\epsilon$, en teoría (Zhou et al., 2013).

2.3.3 Sensores de radiación

Cuando se trabaja con procesos que emiten radiación, es importante ser consciente de los niveles de radiación circundantes. Esto se logra principalmente mediante el uso de detectores de radiación de diversos tipos. Comprender los diferentes tipos de detectores disponibles y cómo funcionan puede ser de gran ayuda para elegir el mejor detector para la tarea requerida y maximizar los beneficios de su funcionamiento.

2.3.3.1 Dónde y cuándo se necesitan detectores de radiación

Una parte importante para saber qué tipo de detector usar es tener una idea de cómo y dónde se utilizará. Diferentes aplicaciones y entornos requieren diferentes tipos de detectores, ya que cada tipo de detector tiene diversas formas en que

puede especializarse para adaptarse a un rol específico. Las aplicaciones de instrumentos de detección de radiación se pueden categorizar ampliamente en algunas tareas principales: medición, protección y búsqueda (Mirion, s.f.).

2.3.3.2 Materiales utilizados en sensores de UV

Uno de los materiales utilizados en la detección de radiación UV es el óxido de zinc (ZnO). Un ejemplo es la fabricación de una matriz de nanocables de ZnO para sensores fotodiodo, que mostró una detección rápida en aproximadamente 0.1 s, en radiación por debajo de lo visible (máximo 380 nm) (Sahare et al., 2018). El ZnO ha demostrado excelentes propiedades en la detección de radiación UV en varias morfologías, desde partículas hasta películas, por lo que se han investigado nuevas rutas para optimizar su aplicación. Se ha demostrado que la dopificación de las estructuras de óxido de zinc aumenta la eficiencia del sensor, algunos de los metales utilizados como dopantes son Pd, Fe, Ag, etc. (Lupan et al., 2016; Postica et al., 2016, 2018)

2.4 Energía

La energía es un factor relevante en la industria aeroespacial, que implica producción y almacenamiento. Además, se requieren materiales eficientes, duraderos y livianos que puedan resistir las condiciones ambientales a las que están expuestos, como altas temperaturas y condiciones criogénicas (Arepalli y Moloney, 2015).

2.4.1 Producción de energía

2.4.1.1 Celdas solares

Una de las aplicaciones más conocidas de la NASA en el espacio exterior es el uso de paneles solares, como se observa en la **Figura 5**, la mayor parte del perfil de la Estación Espacial Internacional (EEI) está ocupado por paneles solares (Surampudi y Moloney, 2015). Las celdas solares de la EEI utilizan cardanes para orientarse

hacia el sol y lograr una máxima eficiencia energética, cada uno de ellos tiene 112 pies de largo y 39 pies de ancho, en su conjunto contienen 262,400 celdas solares que cubren un área de aproximadamente 2,500 m²; las cuales suministran los 75-90 kilovatios necesarios para la EEI y pueden proporcionar entre 84 y 120 kilovatios (Taranovich, 2014). Estos paneles solares, desarrollados hace décadas con un factor de conversión del 14%, funcionan bien en el intensamente iluminado sistema solar cercano. Sin embargo, a medida que una nave espacial se aleja del sol, la intensidad de la luz solar disminuye en función de la distancia al cuadrado ($1/r^2$), donde r es la distancia al sol. Esto significa que un panel solar de 1 m² que produzca 400 vatios a 1 UA (la distancia entre la Tierra y el Sol) tendría que ser de 25 m² en Júpiter y de 2,000 m² en Plutón para generar la misma potencia (NASA Science, 2002).

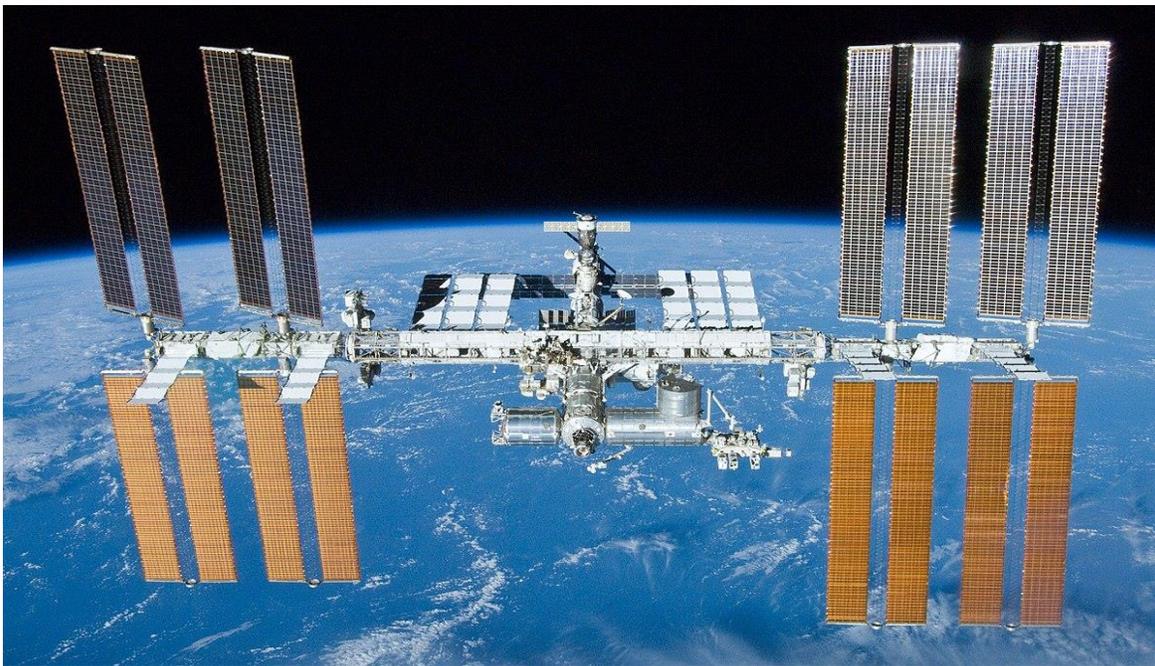


Figura 5. Estación Espacial Internacional (EEI), extraída de NASA Share The Science

Con la introducción de la nanotecnología se espera que las celdas solares mejoren. De hecho, se está desarrollando la tercera generación de celdas solares, que

consisten la utilización de nanomateriales electrónicamente conductores compuestos por sustratos flexibles e imprimibles (Wong et al., 2014).

En 2009, MSGI Technology Solutions se asoció con la NASA por la energía solar y la nanotecnología. La declaración oficial de la NASA especifica: "[...] para avanzar en la tecnología de celdas solares y desarrollar sensores químicos nanotecnológicos. Las celdas solares utilizarán materiales semiconductores en lugar de cristales de silicio y los prepararán en forma nanoestructurada para lograr una mayor eficiencia". (Marlair, 2009). El sistema propuesto utiliza un sistema similar al propuesto por Xinci Zhang, et al. en 2021, que es una matriz de nanotubos de carbono dopados con nitrógeno (N-CNT) injertados en óxido de grafeno reducido para la Absorción de Ondas Electromagnéticas (Sukhavasi et al., 2021).

Sin embargo, las mejoras en las celdas solares no solo se limitan a la mejora directa del factor de conversión. La nanotecnología es flexible en ese sentido, ya que una de las principales áreas de la nanotecnología es la producción de nuevas celdas solares flexibles y procesadas en rollos mediante el desarrollo de celdas solares de películas delgadas sobre estructuras flexibles (Xin et al., 2019). Recientemente, se están teorizando nuevas aplicaciones para estas celdas solares flexibles, como un método para el control de manipulación de un robot espacial (Zarafshan y Moosavian, 2010). Además, mediante la aplicación de nanotecnología en paneles solares, es posible dotarlos de nuevas funciones auxiliares. La principal incorporación que se está estudiando es el desarrollo de tecnología de autolimpieza para matrices de celdas solares para promover la eficiencia eléctrica (Pan y Zhang, 2019).

2.4.2 Almacenamiento de energía

Durante muchos años, los nanotubos de carbono se han considerado como un material con un gran impacto en las tecnologías futuras debido a sus excelentes propiedades, y este caso no es una excepción. Una de las formas más comunes de

utilizar este material es fabricar fibras con nanotubos de carbono para su aplicación en dispositivos flexibles de almacenamiento de energía (Islam et al., 2016).

Otro método alternativo de almacenamiento de energía son los volantes de inercia. La NASA ha estado mejorando este tipo de tecnología para su uso en la industria aeroespacial. Las mejoras en los volantes de inercia incluyen materiales compuestos con menos peso y mejor rendimiento al aplicar un campo magnético. Sin embargo, el mayor desafío de esta tecnología es cumplir con los requisitos de los micro/nano satélites ligeros y de alto rendimiento (Jiang et al., 2022).

Los materiales compuestos de fibra de carbono y vidrio se utilizan intensivamente en la aviación como materiales estructurales, por lo que tienen aplicaciones potenciales en la industria espacial, incluso como materiales de almacenamiento de energía, ya que pueden ser multifuncionales, es decir, pueden cumplir más de una función al mismo tiempo. Por esta razón, se están buscando nanomateriales que puedan cumplir con estas características (Adam et al., 2018).

Por último, existen las baterías de iones de litio, que se utilizan diariamente en la vida cotidiana. Debido a las altas capacidades de este tipo de baterías, la batería de iones de litio (LIB) es uno de los candidatos más destacados para sistemas de almacenamiento de energía. A través de investigaciones extensas, se están desarrollando nuevos electrolitos con rangos de trabajo de temperatura y presión más amplios. El mecanismo básico de almacenamiento de energía de la batería de iones de litio se puede ver en la **Figura 6** (Chaojun et al., 2021).

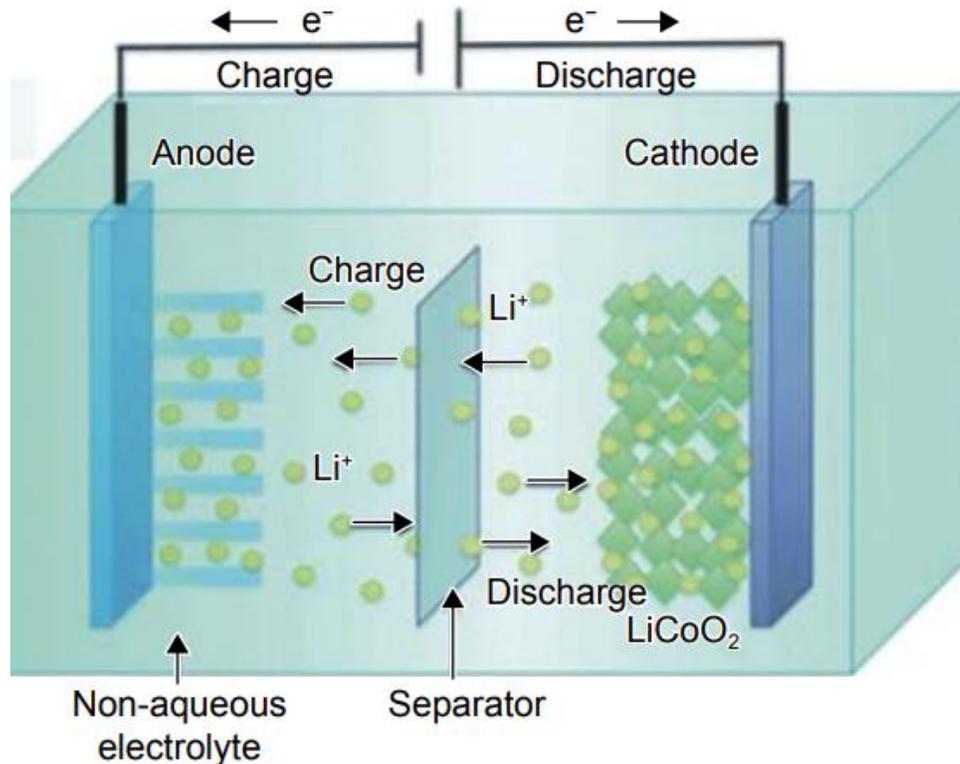


Figura 6. Mecanismo de almacenamiento de energía de la batería de iones de litio.

2.5 Electrónica

Transistores de efecto campo a base de nanotubos de carbono

Los nanotubos de carbono (CNT por su abreviación en el inglés) se encuentran entre los nanomateriales más estudiados debido a sus propiedades únicas, con aplicaciones en sensores, almacenamiento de energía, instrumentación y electrónica. (Cabrera y Miranda et al., 2015) Esta multifuncionalidad generó un gran interés en posibilidades innovadoras para aplicaciones aeroespaciales aprovechando propiedades superiores a los materiales actuales del estado del arte. (Samareh y Siochi, 2017) Uno de los primeros usos para los CNT fue en la misión Juno como material para la disipación de descargas electrostáticas. (Houston, 2016) Sin embargo, su introducción en misiones reales aún es limitada debido a la fabricación a gran escala y otras dificultades en su aplicación. No obstante, ya

existen varias investigaciones utilizando CNTs que podrían aplicarse a misiones espaciales en el futuro, y una de ellas es la nanoelectrónica.

Según la Ley de Moore, el número de transistores en un chip se duplica aproximadamente cada dos años. Esta conjetura estableció el tono en los circuitos electrónicos basados en semiconductores, lo que resultó en una disminución en la escala de dispositivos y la creación de desafíos que deben superarse en beneficio de la humanidad. (Kanellos, 2003)

Por lo tanto, se busca un nuevo reino dimensional para seguir avanzando en la electrónica, y la nanotecnología ofrece esta posibilidad. Como se mencionó anteriormente, uno de los nanomateriales más prometedores son los CNTs, con diámetros que van desde >1 nm hasta 50 nm, son ideales para el desarrollo de dispositivos nanoelectrónicos como transistores de efecto de campo (FET por sus siglas en inglés), diodos Schottky, interruptores, sensores, microelectrónica al vacío, entre muchos otros.

Uno de los conceptos en nanoelectrónica son los transistores de efecto de campo de nanotubo de carbono (CNT FET); un FET es uno de los componentes principales en la electrónica que controla el flujo de corriente mediante un campo eléctrico. Tiene electrodos de fuente y drenaje por donde la corriente fluye normalmente mediante una conexión, y esta corriente se controla mediante la aplicación de un campo eléctrico en la puerta trasera, actuando de manera similar a una manguera de jardín pellizcada. (Thompson, s.f.) Los FET se pueden usar como amplificadores o como interruptores controlados eléctricamente, lo que permite crear compuertas lógicas, la base de la computación moderna. (Electrical4U, 2019)

En un CNT FET, los nanotubos de carbono de pared única o múltiple forman el canal entre el drenaje y la fuente de un nanoFET, mientras que un sustrato de silicio se utiliza como la puerta trasera en el diseño particular mostrado en la Figura 7, extraída de (Martel et al., 1998), la corriente normalmente es transportada por huecos proporcionados por la fuente de oro (Au), cuando se aplica un campo

eléctrico en la puerta trasera, emite electrones que llenan los huecos en el CNT, cortando así el flujo de corriente.

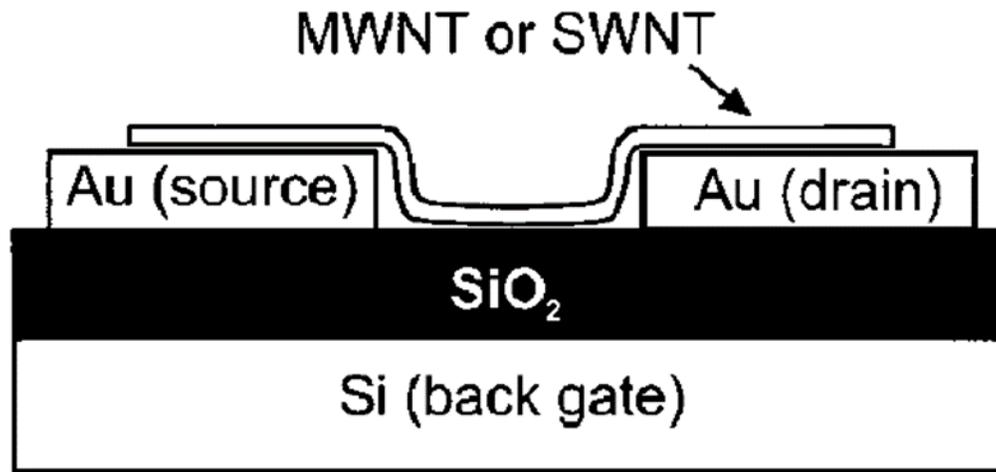


Figura 7. Sección transversal esquemática de dispositivos nanoFET, extraída de [83]

Además, los CNT FET se pueden personalizar para muchas aplicaciones. Por ejemplo, como bioprobadores capaces de detectar potenciales intracelulares sin dañar las células (Tian, 2010), como una matriz neural ajustada para responder a la luz, creando un Transistor de Efecto de Campo a base Nanotubos de Carbono Controlado Ópticamente (OG-CNTFET por sus siglas en inglés) (Retrouvey et al., 2010).

3 Problemas y perspectivas a futuro

Se espera que los materiales avanzados desempeñen un papel fundamental en el logro de objetivos y misiones en los próximos años. En el taller de la Iniciativa Nacional de Nanotecnología en 2004, se establecieron objetivos para los investigadores con el fin de impulsar la tecnología de nanomateriales al estado del arte (National Nanotechnology Initiative [NNI], 2004):

- Desarrollar modelos/simulaciones predictivas para guiar el diseño de materiales y procesos.

- Lograr una comprensión fundamental de los mecanismos de síntesis y crecimiento nano-macroestructural.
- Integrar fuerzas físicas y químicas con campos externos para obtener propiedades deseadas durante el procesamiento.
- Desarrollar la capacidad de controlar procesos de síntesis y fabricación en todas las escalas de longitud.
- Elaborar métodos económicos para la producción (en la Tierra y en otros planetas) de nanomateriales de la más alta calidad.
- Adaptar métodos de síntesis, procesamiento y caracterización para utilizar eficientemente los recursos en la Tierra y en otros planetas.

A medida que la aplicación de nanomateriales se vuelve más común en la industria, aumenta la preocupación por sus efectos. Los estudios de investigación publicados por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH, por sus siglas en inglés) demuestran que algunos nanomateriales tienen el potencial de causar efectos adversos para la salud humana (Heidel y Baker, 2016). En este sentido, es necesario desarrollar un enfoque de gestión de riesgos para proporcionar condiciones estándar saludables para trabajar con nanopartículas.

La innovación en nanomateriales es una preocupación global. Para impulsar y utilizar nanomateriales en la industria aeroespacial, es necesario crear un nuevo nivel de colaboración entre lo comercial, lo científico y lo ingenieril, ya que la financiación de fuentes gubernamentales ya no es el principal impulsor de este tipo de materiales desde 2012 (Vaia, 2012).

Para hacer posible este nuevo tipo de colaboración, el principal problema con los nanomateriales debe resolverse: la escala. Los investigadores se centran en resolver la aplicación de materiales fabricados en laboratorios a un proceso industrial a gran escala (PennState Materials Research Institute [PMRI], 2017). Las propiedades únicas que ocurren a pequeña escala pueden desaparecer a mayor escala. Para conservar la organización de partículas a mayor escala, los

investigadores están utilizando campos magnéticos oscilantes externos para crear redes de nanopartículas conductoras de CNT en recubrimientos, comprendiendo la correlación entre la organización de partículas y la frecuencia del campo magnético. Si se aplican las principales cuestiones con la aplicación de la nanotecnología, se esperan nuevos y más diversos tipos de aplicaciones. Una de las más prometedoras para un futuro lejano es el desarrollo de un ascensor espacial (mostrado en la **Figura 8**). Este concepto, propuesto y publicado por primera vez en 1895 por Konstantin Tsiolkovsky (Smitherman, 2000), es un tipo propuesto de sistema de transporte de la Tierra al espacio que consiste en un cable anclado en la superficie y que se extiende hacia el espacio. Permitiría que los vehículos viajen a lo largo del cable desde la superficie planetaria directamente al espacio o la órbita sin la ayuda de cohetes grandes. Ha sufrido muchas mejoras a lo largo del tiempo, y una de las propuestas más destacadas es la utilización de CNT para la construcción del cable, ya que los requisitos de resistencia y ligereza son mayores que los de cualquier material conocido. En 2019, la Academia Internacional de Astronáutica publicó un informe de estudio llamado "Camino hacia el Ascensor Espacial" (Swan et al., 2019), que resume la evaluación del ascensor espacial hasta el verano de 2018 y concluye que:

- Los ascensores espaciales terrestres parecen factibles.
- El desarrollo de dicho sistema está más cerca de lo que la mayoría cree.
- Es posible que no estemos aquí para ver la aplicación completa de los nanomateriales en el transporte aeroespacial a gran escala, pero tenemos la oportunidad única de dar pequeños pasos en esa dirección.

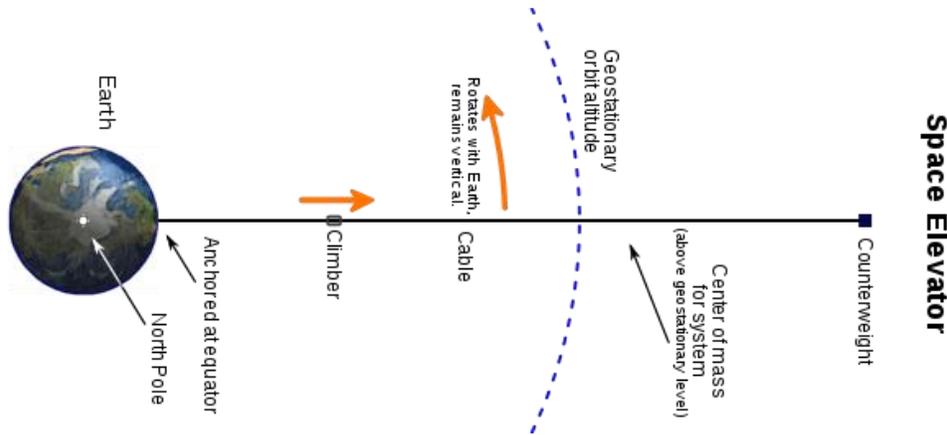


Figura 8. Concepto de Ascensor Espacial

CONCLUSIONES

La nanotecnología está demostrando ser un factor transformador en la industria espacial. Mediante la manipulación precisa de materiales y dispositivos a nivel nanométrico, se están superando las limitaciones tradicionales de construcción y exploración espacial. Los nanomateriales, como los nanotubos de carbono, están revolucionando la fabricación de naves espaciales y satélites al ofrecer una combinación única de resistencia y ligereza.

Aunque hay obstáculos por superar, como la fabricación a gran escala y la gestión de riesgos, la colaboración entre la industria aeroespacial y los expertos en nanotecnología está impulsando avances significativos. La promesa de aplicaciones como transistores de efecto de campo basados en nanotubos de carbono y la posibilidad de proyectos ambiciosos, como el ascensor espacial, están motivando la investigación y el desarrollo continuo.

La nanotecnología no es solo una perspectiva futurista, sino una herramienta concreta que está permitiendo avances prácticos en la exploración espacial. A medida que la tecnología evoluciona y los desafíos se resuelven, es probable que veamos una mayor integración de la nanotecnología en la industria espacial,

abriendo puertas a nuevas posibilidades y eficiencias en la exploración y el viaje espacial.

REFERENCIAS

- A. Meador, M., Files, B., Li, J., Manohara, H., Powell, D., y J. Siochi, E. (2010). DRAFT Nanotechnology Roadmap. Retrieved from https://www.nasa.gov/pdf/501325main_TA10-Nanotech-DRAFT-Nov2010-A.pdf
- Adam, T., Liao, G., Petersen, J., Geier, S., Finke, B., Wierach, P., Kwade, A. y Wiedemann, M. (2018). Multifunctional Composites for future energy storage in aerospace structures. *Energies*, 11(2), 335. <https://doi.org/10.3390/en11020335>
- Arepalli, S. y Moloney, P. (2015). Engineered nanomaterials in aerospace. *MRS Bulletin*, 40(10), 804–811. <https://doi.org/10.1557/mrs.2015.231>
- Arepalli, S., y Moloney, P. (2015). Engineered nanomaterials in aerospace. *MRS Bulletin*, 40(10), 804–811. <https://doi.org/10.1557/mrs.2015.231>
- Arepalli, S., y Moloney, P. (2015). Engineered nanomaterials in aerospace. *MRS Bulletin*, 40(10), 804–811. <https://doi.org/10.1557/mrs.2015.231>
- Aysa, N. H. y Shalan, A. E. (2022). Green nanocomposites: Magical solution for environmental pollution problems. *Advances in Nanocomposite Materials for Environmental and Energy Harvesting Applications*, 389–417. https://doi.org/10.1007/978-3-030-94319-6_13
- Benson, T. (2014). Propulsion System. <https://www.grc.nasa.gov/WWW/K-12/rocket/rocket.html>
- Bhawani, S. A., Bhat, A. H., Ahmad, F. B., & Ibrahim, M. N. M. (2018). Green polymer nanocomposites and their environmental applications. *Polymer-Based Nanocomposites for Energy and Environmental Applications*, 617–633. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102262-7.00023-4>
- Cabrera, C. R., y Miranda, F. A. (2015). Advanced nanomaterials for aerospace applications. Pan Stanford Publishing. <https://supadu-ebooks.s3.amazonaws.com/jenny-stanford-sg/9789814463195/9789814463195fm.pdf>
- Chaojun W., Xiang C., Sikan P., Chen W., Nan W., Jixian W., Xin Q., Qihu H., Jiarang L., Wei Z., Wen G., Shenglong D. y Shaojiu Y.(2021). Recent advances in lithium-ion batteries and their applications towards aerospace[J]. *Journal of Aeronautical Materials*, 41(3): 83-95. <https://doi.org/10.11868/j.issn.1005-5053.2021.000046>
- Chen, X., Li, J., Liu, Y., Jiang, J., Zhao, C., Zhao, C., Lim, E. G., Sun, X. y Wen, Z. (2021). An integrated self-powered real-time pedometer system with ultrafast response and high accuracy. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 13(51), 61789–61798. <https://doi.org/10.1021/acsmi.1c19734>
- Cui, G., Bi, Z., Zhang, R., Liu, J., Yu, X., y Li, Z. (2019). A comprehensive review on graphene-based anti-corrosive coatings. *Chemical Engineering Journal*, 373, 104–121. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2019.05.034>
- D.V. Smitherman, J. (2000). Space Elevators - An Advanced Earth-Space Infrastructure for the New Millennium. NASA Conference Publication CP-2000–210429, (August), 46. <https://doi.org/10.1038/news.2007.180>
- Dantas de Oliveira, A. y Augusto Gonçalves Beatrice, C. (2019). Polymer nanocomposites with different types of nanofiller. *Nanocomposites - Recent Evolutions*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.81329>
- Darwish, M. S., Mostafa, M. H. y Al-Harbi, L. M. (2022). Polymeric nanocomposites for environmental and industrial applications. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(3), 1023. <https://doi.org/10.3390/ijms23031023>

- Electrical4U. (2019). Applications of Field Effect Transistor | Electrical4U. <https://www.electrical4u.com/application-of-field-effect-transistor/>
- Fang, L.; Chen, T.; Li, R. y Liu, S. Application of embedded fiber Bragg grating (FBG) sensors in monitoring health to 3D printing structures. *IEEE Sens. J.* 2016, 16, 6604–6610. <https://doi.org/10.1109/JSEN.2016.2584141>
- Gary W. Hunter, Philip G. Neudeck, G.D. Jefferson, and G.C. Madzsar. (1992). The Development of Hydrogen Sensor Technology at NASA Lewis Research Center. <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19930017832.pdf>
- Gouveia, L. C. y Choubey, B. (2016). Advances on CMOS image sensors. *Sensor Review*, 36(3), 231–239. <https://doi.org/10.1108/sr-11-2015-0189>
- Guloglu, G. E. y Altan, M. C. (2020). Moisture absorption of carbon/epoxy nanocomposites. *Journal of Composites Science*, 4(1), 21. <https://doi.org/10.3390/jcs4010021>
- Houston, J. (2016). Nanocomp Reaches New Frontiers on NASA's Juno Mission. <http://www.miralon.com/newsblog/nanocomp-reaches-new-frontiers-on-nasas-juno-mission>
- Huang, J.; Zhou, Z.; Zhang, L.; Chen, J.; Ji, C. y Pham, D.T. Strain modal analysis of small and light pipes using distributed fibre bragg grating sensors. *Sensors* 2016, 16, 1583. <https://doi.org/10.3390/s16101583>
- Hunter, G. W., Neudeck, P. G., Xu, J., Lukco, D., Trunek, A., Artale, M., Lampard, P., Androjna, D., Makel, D., Ward, B., & Liu, C. C. (2004). Development of SIC-based gas sensors for Aerospace Applications. *MRS Proceedings*, 815. <https://doi.org/10.1557/proc-815-i4.4>
- Islam, M. S., Deng, Y., Tong, L., Faisal, S. N., Roy, A. K., Minett, A. I., y Gomes, V. G. (2016). Grafting carbon nanotubes directly onto carbon fibers for superior mechanical stability: Towards next generation aerospace composites and energy storage applications. *Carbon*, 96, 701–710. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2015.10.002>
- Jiang, W., Xie, W. y Sun, S. (2022). Parametric optimisation analysis of micro/nano-satellite flywheels based on the NSGA-II optimisation algorithm. *Aerospace*, 9(7), 386. <https://doi.org/10.3390/aerospace9070386>
- Jonghwan Suhr, Pulickel M. Ajayan, y Gopal P. Mathur. (2008). Nanotechnology enabled multifunctional damping for aerospace composite structures. *International Congress on Sound and Vibration*. https://preview.kstudy.com/W_files/ftp41/14108741_pv.pdf
- Kanellos, M. Moore's Law to roll on for another decade - CNET. (2003). <https://www.cnet.com/news/moores-law-to-roll-on-for-another-decade/>
- Lee, Z. Y., Hawari, H. F., Djaswadi, G. W., & Kamarudin, K. (2021). A highly sensitive room temperature CO2 gas sensor based on Sno2-RGO Hybrid Composite. *Materials*, 14(3), 522. <https://doi.org/10.3390/ma14030522>
- Li, R.; Chen, Y.; Tan, Y.; Zhou, Z.; Li, T. y Mao, J. Sensitivity Enhancement of FBG-Based Strain Sensor. *Sensors* 2018, 18, 1607. <https://doi.org/10.3390/s18051607>
- Li, R.; Tan, Y.; Hong, L.; Zhou, Z.; Li, T. y Cai, L. A temperature-independent force transducer using one optical fiber with multiple Bragg gratings. *IEICE Electron. Express* 2016, 13. <https://doi.org/10.1587/elex.13.20160198>
- Li, W., Zhang, X., Zhang, C., Yu, M., Ren, J., Wang, W., y Chen, S. (2021). Exploring the corrosion resistance of epoxy coated steel by integrating mechanochemical synthesized 2D covalent organic framework. *Progress in Organic Coatings*, 157, 106299. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2021.106299>
- Liaw, D. C.-W. (2014). *Alternative Neutralization Techniques for In-Space Charged Particle Thrusters and Electrodynamic Tethers* (Tesis). University of Michigan Library, Michigan. <https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/107211>
- Lineberger, R. (2019). 2019 global aerospace and defense industry outlook

- Liu, G., Li, L., Zhang, L., Li, Q. y Law, S. S. (2020). Sensor Faults Classification for SHM systems using Deep Learning-based method with tsfresh features. *Smart Materials and Structures*, 29(7), 075005. <https://doi.org/10.1088/1361-665x/ab85a6>
- Lum, C. W., & Tsukada, D. A. (2016). UAS Reliability and Risk Analysis. *Encyclopedia of Aerospace Engineering*, 1–12. <https://doi.org/10.1002/9780470686652.eae1148>
- Lupan, O., Cretu, V., Postica, V., Ahmadi, M., Cuenya, B. R., Chow, L., Tiginyanu, I., Viana, B., Pauporté, T., y Adelung, R. (2016). Silver-doped zinc oxide single nanowire multifunctional nanosensor with a significant enhancement in response. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 223, 893–903. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2015.10.002>
- Markets, R. and. (2023). The worldwide space sensors and actuators industry is projected to reach \$4.9 billion by 2027. PR Newswire: press release distribution, targeting, monitoring and marketing. <https://www.prnewswire.com/news-releases/the-worldwide-space-sensors-and-actuators-industry-is-projected-to-reach-4-9-billion-by-2027--301726146.html>
- Marlair, R. (2009). NASA, MSGI Partner for Solar Energy and Nanotechnology. <https://www.nasa.gov/centers/ames/news/releases/2009/09-138AR.html>
- Martel, R., Schmidt, T., Shea, H. R., Hertel, T., y Avouris, P. (1998). Single- and multi-wall carbon nanotube field-effect transistors. *Applied Physics Letters*, 73(17), 2447–2449. <https://doi.org/10.1063/1.122477>
- Mathew, J., Joy, J., y George, S. (2018). Potential applications of nanotechnology in transportation: A review. *Journal Of King Saud University. - Science*. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2018.03.015>
- Micro-propulsion and Nanotechnology Laboratory [MpNL], s.f. Propulsion. <https://mpnl.seas.gwu.edu/research/propulsion/>
- Mieloszyk, M. y Ostachowicz, W. An application of structural health monitoring system based on FBG sensors to offshore wind turbine support structure model. *Mar. Struct.* 2017, 51, 65–86. <https://doi.org/10.1016/j.marstruc.2016.10.006>
- Mirion. Introducción a los detectores de radiación. (n.d.). Retrieved October 25, 2019, from <https://www.mirion.com/learning-center/radiation-detector-types/introduction-to-radiation-detectors>
- Mohseni, E., Kazemi, M. J., Koushkbaghi, M., Zehtab, B. y Behforouz, B. (2019). Evaluation of mechanical and durability properties of fiber-reinforced lightweight geopolymer composites based on rice husk ash and nano-alumina. *Construction and Building Materials*, 209, 532–540. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.067>
- NASA SCIENCE. (2002). The Edge of Sunshine. Science Mission Directorate. https://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2002/08jan_sunshine/
- Naskar, A. K., Keum, J. K. y Boeman, R. G. (2016). Polymer matrix nanocomposites for automotive structural components. *Nature Nanotechnology*, 11(12), 1026–1030. <https://doi.org/10.1038/nnano.2016.262>
- National Nanotechnology Initiative. (2004). Nanotechnology in Space Exploration, Report of the National Nanotechnology Initiative Workshop. <https://www.nano.gov/NanotechnologyinSpaceExplorationReport>
- Novikov, L. S. y Voronina, E. N. (2017). Potential space applications of nanomaterials. *Astrophysics and Space Science Proceedings*, 47, 139–147. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19309-0_15
- Pan, A., Lu, H., y Zhang, L.-Z. (2019). Experimental investigation of dust deposition reduction on solar cell covering glass by different self-cleaning coatings. *Energy*, 181, 645–653. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.05.223>
- Pauline, S. A. (2021). Nanoceramics: Synthesis, characterizations and applications. *Nanomaterials and Their Biomedical Applications*, 131–156. https://doi.org/10.1007/978-981-33-6252-9_5

- PennState Materials Research Institute. (2017). Nanotechnology for Aerospace. <https://www.mri.psu.edu/mri/newspubs/focus-materials/advanced-manufacturing/nanotechnology-aerospace>
- Pereira, G.; Frias, C.; Faria, H.; Frazao, O. y Marques, A.T. Study of strain-transfer of FBG sensors embedded in unidirectional composites. *Polym. Test.* 2013, 32, 1006–1010. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2013.05.006>
- Pinet, É. (2009). Fabry-pérot fiber-optic sensors for physical parameters measurement in challenging conditions. *Journal of Sensors*, 2009. <https://doi.org/10.1155/2009/720980>
- Porterfield, C. (2022). Space industry grew to record \$469 billion last year. <https://www.forbes.com/sites/carlieporterfield/2022/07/27/space-industry-grew-to-record-469-billion-last-year-report-finds/?sh=6cf6a07217f1>
- Postica, V., Hölken, I., Schneider, V., Kaidas, V., Polonskyi, O., Cretu, V., Tiginyanu, I., Faupel, F., Adelung, R. y Lupan, O. (2016). Multifunctional device based on zno:Fe nanostructured films with enhanced UV and ultra-fast ethanol vapour sensing. *Materials Science in Semiconductor Processing*, 49, 20–33. <https://doi.org/10.1016/j.mssp.2016.03.024>
- Postica, V., Lupan, O., Ababii, N., Hoppe, M., Chow, L., Pauporte, T., Adelung, R., V. Sontea, V., Viana, B., y Aschehoug, P. (2018). Detectors based on pd-doped and PDO-functionalized zno nanostructures. *Oxide-Based Materials and Devices IX*. <https://doi.org/10.1117/12.2294945>
- Publications and Graphics Department NASA Center for AeroSpace Information (CASI). (2008). SPINOFF 50 Years of NASA-Derived Technologies (1958-2008). <https://spinoff.nasa.gov/Spinoff2008/pdf/spinoff2008.pdf>
- Retrouvey, J. M., Klein, J. O., Liao, S. Y., y Maneux, C. (2010). Electrical simulation of learning stage in OG-CNTFET based neural crossbar. In 5th Conference on Design and Technology of Integrated Systems in Nanoscale Era, DTIS 2010. <https://doi.org/10.1109/DTIS.2010.5487555>
- Rivadeneira-Velasco, K. E., Utreras-Silva, C. A., Díaz-Barrios, A., Sommer-Márquez, A. E., Tafur, J. P. y Michell, R. M. (2021). Green nanocomposites based on thermoplastic starch: A Review. *Polymers*, 13(19), 3227. <https://doi.org/10.3390/polym13193227>
- S. Heidel, D., y Baker, J. (2016). Managing the Impact of Nanomaterials in Aerospace Manufacturing. <https://www.aerodefensetech.com/component/content/article/adt/features/articles/24387>
- Şahal, H., Aydoğmuş, E. y Arslanoğlu, H. (2022). Investigation of thermophysical properties of synthesized SA and nano-alumina reinforced polyester composites. *Petroleum Science and Technology*, 1–17. <https://doi.org/10.1080/10916466.2022.2108838>
- Sahare, P. D., Kumar, S., Kumar, S. y Singh, F. (2018). n-ZnO/p-Si heterojunction nanodiodes based sensor for monitoring UV radiation. *Sensors and Actuators A: Physical*, 279, 351–360. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2018.06.040>
- Samareh, J. A., y Siochi, E. J. (2017). Systems analysis of carbon nanotubes: Opportunities and challenges for space applications. *Nanotechnology*, 28(37). <https://doi.org/10.1088/1361-6528/aa7c5a>
- Sharma, S., Singh, R. P. y Kumar, S. (2016). Development of nano-structured metals processed by severe plastic deformation. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(27). <https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i27/94379>
- Shokrani, H., Shokrani, A., Jouyandeh, M., Seidi, F., Gholami, F., Kar, S., Munir, M. T., Kowalkowska-Zedler, D., Zarrantaj, P., Rabiee, N. y Saeb, M. R. (2022). Green polymer nanocomposites for skin tissue engineering. *ACS Applied Bio Materials*, 5(5), 2107–2121. <https://doi.org/10.1021/acsabm.2c00313>
- Space Foundation Editorial [SFE] (2022). Space Foundation releases the space report 2022 Q2 showing growth of global space economy. <https://www.spacefoundation.org/2022/07/27/the-space-report-2022-q2/>

- Sukhavasi, S. B., Sukhavasi, S. B., Elleithy, K., Abuzneid, S. y Elleithy, A. (2021). CMOS image sensors in surveillance system applications. *Sensors*, 21(2), 488. <https://doi.org/10.3390/s21020488>
- Sukhavasi, S. B., Sukhavasi, S. B., Elleithy, K., Abuzneid, S. y Elleithy, A. (2021). CMOS image sensors in surveillance system applications. *Sensors*, 21(2), 488. <https://doi.org/10.3390/s21020488>
- Surampudi, R., Blossi, J., Stella, P., Elliott, J., Castillo, J., Yi, T., ... Cutts, J. A. (2017). Solar Power Technologies for Future Planetary Science Missions, (December). <https://solarsystem.nasa.gov>
- Swan, P. A., I. Raitt, D., M. Knapman, J., Tsuchida, A., & A. Fitzgerald, M. (2019). Road to the Space Elevator Era. https://books.google.com.mx/books/about/Road_to_the_Space_Elevator_Era.html?id=7xydxQEACAAJ&redir_esc=y
- T Islam y S C Mukhopadhyay, Wearable sensors for physiological parameters measurement: physics, characteristics, design and applications, Chapter 1, 2017, pages 1-18. <https://iopscience.iop.org/book/edit/978-0-7503-1505-0/chapter/bk978-0-7503-1505-0ch1>
- Tan, H., Zhang, H y Salamon, D. (2022). Densification behavior and mechanical properties of nano-alumina ceramics prepared by Spark Plasma Sintering with pressure applied at different sintering stages. *Ceramics International*, 48(20), 30224–30228. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2022.06.295>
- Taranovich, E. (2014). International Space Station (ISS) power system. <https://www.edn.com/design/power-management/4427522/International-Space-Station--ISS--power-system>.
- Thompson, M. (s.f.). Transistors: Your Complete Guide On How To Use Them In Electronics. <https://www.electronicdesignhq.com/transistors/>
- Tian, B., Cohen-Karni, T., Qing, Q., Duan, X., Xie, P., y Lieber, C. M. (2010). Three-dimensional, flexible nanoscale field-effect transistors as localized bioprobes. *Science*, 329(5993), 830–834. <https://doi.org/10.1126/science.1192033>
- Vaia, R. A. (2012). Nanomaterials and future aerospace technologies: opportunities and challenges. In T. George, M. S. Islam, & A. Dutta (Eds.) (p. 837324). <https://doi.org/10.1117/12.918883>
- Vera, M., Mella, C. y Urbano, B. F. (2020). Smart polymer nanocomposites: Recent advances and perspectives. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 65(4), 4973–4981. <https://doi.org/10.4067/s0717-97072020000404973>
- Verma, C., Quadri, T. W., Ebenso, E. E. y Quraishi, M. A. (2021). Polymer nanocomposites as industrially useful corrosion inhibitors: Recent developments. *Handbook of Polymer Nanocomposites for Industrial Applications*, 419–435. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-821497-8.00014-9>
- Villalba, S. y Casas, J.R. Application of optical fiber distributed sensing to health monitoring of concrete structures. *Mech. Syst. Signal Process.* 2013, 39, 441–451. <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2012.01.027>
- Weiss, I. S. y R. Amir, A. (2019). Aerospace industry. [en línea] *Encyclopædia Britannica*. <https://www.britannica.com/technology/aerospace-industry>
- Whealan George, K. (2019). The Economic Impacts of the Commercial Space Industry. *Space Policy*, 47, 181–186. <https://doi.org/10.1016/j.spacepol.2018.12.003>
- Wong, K. V., Perilla, N., y Paddon, A. (2014). Nanoscience and Nanotechnology in Solar Cells. *Journal of Energy Resources Technology*, 136(1). <https://doi.org/10.1115/1.4024715>
- Xin, C., Zhou, X., Hou, F., Du, Y., Huang, W., Shi, B., Wei, C., Ding, Y., Wang, G., Hou, G., Zhao, Y., Li, Y. y Zhang, X. (2019). Scalable and efficient perovskite solar cells prepared by grooved roller coating. *Journal of Materials Chemistry A*, 7(4), 1870–1877. <https://doi.org/10.1039/c8ta10092f>

- You, Z. (2018). Micropropulsion. *Space Microsystems and Micro/Nano Satellites*, 295–339. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-812672-1.00008-4>
- Zarafshan, P., y Moosavian, S. A. A. (2010). Manipulation control of a space robot with flexible solar panels. In *IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, AIM* (pp. 1099–1104). <https://doi.org/10.1109/AIM.2010.5695818>
- Zhang, H., Marwat, M. A., Xie, B., Ashtar, M., Liu, K., Zhu, Y., Zhang, L., Fan, P., Samart, C. y Ye, Z. (2019). Polymer matrix nanocomposites with 1D ceramic Nanofillers for Energy Storage Capacitor Applications. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 12(1), 1–37. <https://doi.org/10.1021/acsami.9b15005>
- Zhang, W., Jia, H., Gao, G., Cheng, X., Du, P. y Xu, D. Backing layers on electroacoustic properties of the acoustic emission sensors, *Applied Acoustics*, Volume 156, 2019, Pages 387-393, ISSN 0003-682X. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2019.07.038>.
- Zhang, Y., Peng, H., Qian, X., Zhang, Y., An, G., & Zhao, Y. (2017). Recent advancements in optical fiber hydrogen sensors. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 244, 393–416. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2017.01.004>
- Zhou, Z.; Tan, Y.; Liu, M.; Yang, W. y Li, Z. Actualities and development on dynamic monitoring and diagnosis with distributed fiber Bragg grating in mechanical systems. *J. Mech. Eng.* 2013, 49, 55–69. <https://doi.org/10.3901/JME.2013.19.055>

El tesorero y contralor, su opacidad en la región de la Huasteca Alta

Castillo García Carlos Eduardo, Iglesias Julio Alonso

Instituto Tecnológico Superior de Pánuco / Universidad Veracruzana

carloscastillo.e2008@gmail.com , alonsojulio2003@yahoo.com

Palabras clave:

Tesorero, contralor, municipio, transparencia.

RESUMEN

El acceso a la información pública es un derecho para todos los habitantes en el país de México, ayuda al escrutinio público y a la rendición de cuentas por parte las entidades gubernamentales, por lo tanto, en el presente estudio realizado, se pretende medir y evaluar la gestión municipal en el área del tesorero y el contralor, con el propósito de determinar su grado de opacidad. Sobre un universo dentro del estado de Veracruz conformado por 212 municipios, se determinó la región de la Huasteca Alta, conformado por 15 municipios, tomándose una muestra específica de 6 municipios. Posteriormente se utilizó la Plataforma Nacional de Transparencia del INAI, procediendo a realizar un análisis estadístico y de gráficas.

Se obtuvo que casi el 60% de los datos obtenidos indicaron problemas a la hora de acceder a la información pública solicitada, pues algunos municipios de dicho estudio, se encontraron indispuestos a responder a las solicitudes requeridas, lo cual significó un gran obstáculo en la cuestión de cumplimiento hacia la plataforma. En algunos municipios se ha estado omitiendo la creación y presentación de información pública, además de que 6 de 15 municipios no cuentan con una página web oficial.

Keywords:

Treasurer, comptroller, municipality, transparency

ABSTRACT

Access to public information is a right for all inhabitants in the country of Mexico, it helps public scrutiny and accountability by government entities, therefore, in the present study carried out, it is intended to measure and evaluate the municipal management in the area of the treasurer and the comptroller, with the purpose of determining its degree of opacity. Based on a universe within the state of Veracruz made up of 212 municipalities, the Huasteca Alta region was determined, made up of 15 municipalities, taking a specific sample of 6 municipalities. Subsequently, the National Transparency Platform of the INAI was used, proceeding to carry out a statistical and graph analysis.

It was found that almost 60% of the data obtained indicated problems when accessing the requested public information, since some municipalities in said study were unwilling to respond to the required requests, which represented a great obstacle in the matter compliance towards the platform. In some municipalities, the creation and presentation of public information has been omitted, in addition to the fact that 6 of 15 municipalities do not have an official website.

INTRODUCCION

Durante la estancia del **XXVIII Verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico**, se desarrolló un plan de trabajo de siete semanas, en donde se practicarían y desarrollarían habilidades de investigación con asesoramiento de un investigador de alta experiencia en campo, con el fin de obtener resultados significativos y de calidad, dicho plan fue elaborado en conjunto con el asesor.

Al definir la problemática, se determina la transparencia a nivel municipal, en la gestión del tesorero y contralor, entre las más significativas cuestiones se encuentran sus obligaciones, atribuciones y funciones, como también en la calidad de la información pública, pues la divulgación y transparencia de esta, son desiguales en los municipios de la región de la Huasteca Alta, lo que se obtiene

como resultado es la afección al escrutinio público y a la rendición de cuentas (**Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado Veracruz, 2016**).

La información resultante de este estudio de campo se analizó detalladamente, pues son cuestiones a estudiar sumamente importantes para el progreso, con estos resultados se pretende fortalecer los marcos legales y regulatorios que garanticen el cumplimiento de las obligaciones que corresponden.

DESARROLLO

El estado de Veracruz está conformado por 10 regiones, la región Capital, las Montañas, los Tuxtlas, región Olmeca, región Papaloapan, región Sotavento, huasteca Alta, huasteca Baja, región Nautla y región Totonaca, determinando el universo a estudiar, se seleccionó la región de la Huasteca Alta, conformada por 15 municipios, los cuales son Chalma, Chiconamel, El Higo, Ozuluama, Pánuco, Platón Sánchez, Pueblo Viejo, Tampico Alto, Tantoyuca, Tempoal, Chinampa de Gorostiza, Naranjos Amatlán, Tamalín, Tamiahua y Tantima, siendo Pánuco el de mayor área territorial y Tantoyuca el de mayor población, mientras que Chiconamel es el de menor territorio y el de menor población.



Figura 1: División territorial de municipios de la Huasteca Alta. Fuente: SEFIPLAN, Subsecretaría de Planeación con base en información del Marco Geoestadístico 2010, INEGI.

Municipio	Área en Km ²	Población
Chalma	152	35,823
Chiconamel	93	6,684
El Higo	392	19,478
Ozuluama	2,391	23,244
Pánuco	3,171	100,549
Platón Sánchez	245	18,145
Pueblo Viejo	289	57,646
Tampico Alto	874	12,320
Tantoyuca	1,303	103,616
Tempoal	1,152	35,823
Chinampa de Gorostiza	140	16,741
Naranjos Amatlán	136	28,295
Tamalín	400	11,750
Tamiahua	1,019	23,120
Tantima	334	12,983

Figura 2: Población y área territorial de los municipios de la Huasteca Alta. Fuente: Diseño propio.

Avanzando con la búsqueda de más información sobre cada municipio, se dio a la tarea de realizar visitas a las páginas web oficiales correspondientes de cada uno, y conocer el marco jurídico de transparencia puesto a disposición del público, lamentablemente, logramos notar que no todos los municipios cuentan con una página oficial, y que si bien, la tienen, se encuentran completamente vacías de información, por lo tanto, se realizó en primer momento un registro de qué municipios cuentan o no con una página oficial, y se obtuvo lo siguiente:

Municipio	Cuenta con página oficial	No cuenta con página oficial
Chalma	X	
Chiconamel	X	
El Higo		X
Ozuluama	X	
Pánuco		X
Platón Sánchez	X	
Pueblo Viejo	X	
Tampico Alto		X
Tantoyuca	X	
Tempoal		X
Chinampa de Gorostiza		X
Naranjos Amatlán	X	
Tamalín		X
Tamiahua	X	
Tantima	X	
Total:	9	6

Figura 3: Tabla recopilatoria de municipios con o sin página oficial. Fuente: Diseño propio.

De los 15 municipios que conforman la región de la Huasteca Alta, solo 9 cuentan con una página web oficial, y, por lo tanto, 6 municipios no disponen de ella. Siendo optimistas de que cada municipio respondiera a nuestras solicitudes, se descartó la posibilidad de tomar en cuenta a los municipios sin página web oficial para ser parte del universo a estudiar, esto debido a que al no tener una página web propia, indica ya una dificultad para obtener información pública (**Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública, 2015**), siendo así, se tomó la decisión de trabajar con los 9 municipios que si cuentan con una página web oficial, tomando una muestra al azar se determinó trabajar con los 6 municipios que son: Chalma, Chiconamel, Ozuluama, Tantoyuca, Naranjos Amatlán y Tamiahua.

Posteriormente, se utilizó la Plataforma Nacional de Transparencia como instrumento que facilita el acceso a la información pública, para dirigirse a cada municipio con las solicitudes correspondientes.

Se formuló una serie de preguntas o solicitudes, sin antes realizar un análisis a la Ley Orgánica del Municipio Libre del Estado de Veracruz, específicamente, en el Título Tercero, Capítulo II, Sección segunda y cuarta, en donde se señala

precisamente las obligaciones del Contralor y el Tesorero (**Ley Orgánica del Municipio Libre del Estado de Veracruz, 2018**).

Se lograron plantear un total de 15 solicitudes para cada municipio, y se presentan a continuación:

1. Solicito los informes de auditorías financieras, operacionales y de resultado de programas en el ejercicio 2022.
2. Solicito la relación de indicadores para auditorias operacionales y de resultados de programas que se utilizaron en el 2022.
3. Solicito la relación o registro del personal que se encuentra en capacitación para auditoria al 31 de diciembre de 2022.
4. Solicito el registro de sanciones administrativas a los servidores públicos municipales, incluyendo la relación de los recursos de revocación con los que cuentan.
5. Solicito su programa anual de auditoría, con sus tipos de auditoría a practicar, dependencias, entidades, programas, actividades a examinar, periodos estimados de realización y los días-hombre a utilizar del 2022.
6. Solicito los manuales de normas, políticas, guías y procedimientos de auditoría, como también los manuales y guías de revisión para la práctica de auditorías especiales.
7. Solicito el control de las observaciones y recomendaciones derivadas de las auditorias, y la relación del seguimiento y cumplimiento de las medidas correctivas del 2022.
8. Solicito los informes de observaciones derivadas de auditorías del 01 de enero al 31 de diciembre de 2022.
9. Solicito los informes sobre el seguimiento de medidas correctivas aprobadas por el titular de la entidad, con relación a las auditorias durante el 2022.
10. Solicito los estados financieros del último ejercicio 2022, incluyendo la cuenta pública anual.
11. Solicito la relación se servidores públicos removidos y las pruebas que se presentaron para esta remoción.

12. Solicito el reglamento interior de tesorería.
13. Solicito la relación de contratos de servicios de empresas y particulares especializados en catastro en el año 2022.
14. Solicito registro de predios propiedad del gobierno municipal.
15. Solicito el padrón de terrenos baldíos de su municipio, al 31 de diciembre de 2022.

Se procedió a enviar las solicitudes a partir del 29 y 30 de junio de 2023, a partir de las fechas mencionadas, solamente restó esperar las respuestas correspondientes y se comenzó a realizar un registro detallado con el número de folio de cada solicitud, nombre de la institución, la solicitud realizada, fecha de inicio, fecha límite de respuesta, y por supuesto el análisis de la respuesta recibida. Aquí se presentan los resultados.

RESULTADOS Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

De un total de **90** solicitudes, solo **35** respuestas fueron totalmente satisfactorias, brindando correctamente la información solicitada, por otro lado, el número total de respuestas insatisfactorias fue de **15**, las cuales, después de su debido análisis, indican que no se trabaja de manera acorde a lo que dicta la Ley Orgánica del Municipio Libre del Estado de Veracruz, ya que las respuestas dicen que no se cuenta con la información solicitada, que no se cuenta con ningún registro o que éstos no están debidamente actualizados, en algunas se brindaron enlaces URL en donde supuestamente se encuentra la información solicitada, sin embargo, arrojaba una información no acorde a la solicitada, e incluso, enlaces que dirigían un sitio en donde no se encontraba la información, también se analizó que algunas indican que no se cuenta con ningún manual o plan anual del tipo solicitado, y el tipo de respuesta más alarmante, explican que en la recepción de la administración, el ex titular del órgano de control interno no presentó ninguna información ni archivos de seguimiento que obraron en el área correspondiente.

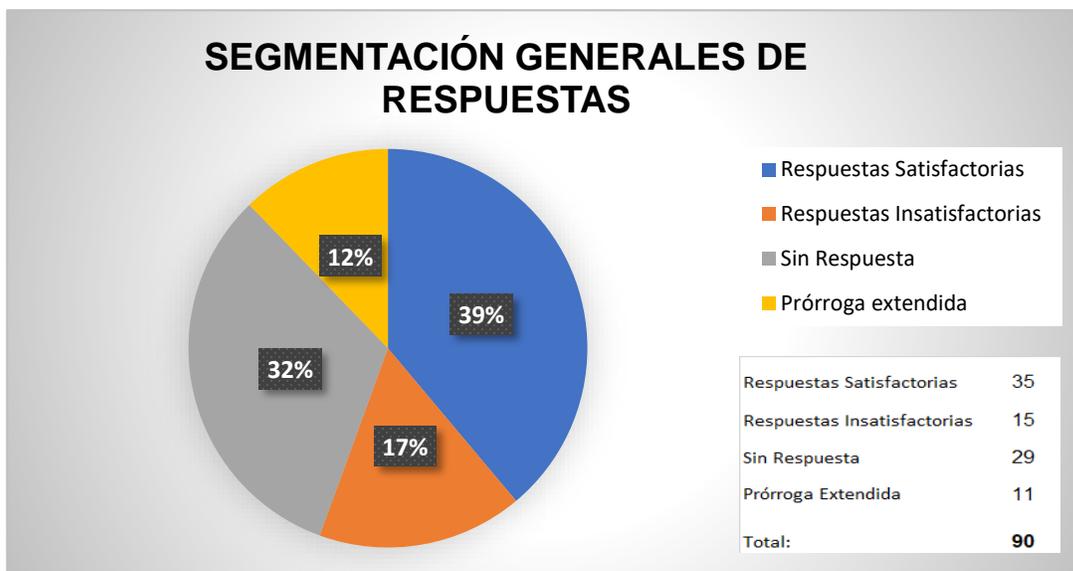


Figura 4: Segmentación de respuestas obtenidas. Fuente: Diseño propio.

Se determinaron 11 solicitudes a las cuales no hubo ningún tipo de respuesta por parte del municipio desde el inicio del plazo límite brindado, pero que al vencer éste, se pidió inmediatamente a la Plataforma Nacional de Transparencia por parte del municipio correspondiente, una prórroga para poder brindar la información solicitada. Por último, se encontraron 29 solicitudes a las cuáles no hubo ningún tipo de respuesta, ni siquiera realizando una petición de prórroga para cumplir con lo solicitado.

Es importante mencionar, que de las 11 solicitudes de las cuáles se solicitó una prórroga, en su totalidad corresponden al municipio de Naranjos Amatlán, mientras que, a las 29 solicitudes sin respuesta alguna, 14 corresponden al municipio de Chalma, y 15 al municipio de Tamiahua, considerando que se realizaron 15 solicitudes a cada municipio, es notorio que Tamiahua no respondió a ninguna de éstas.

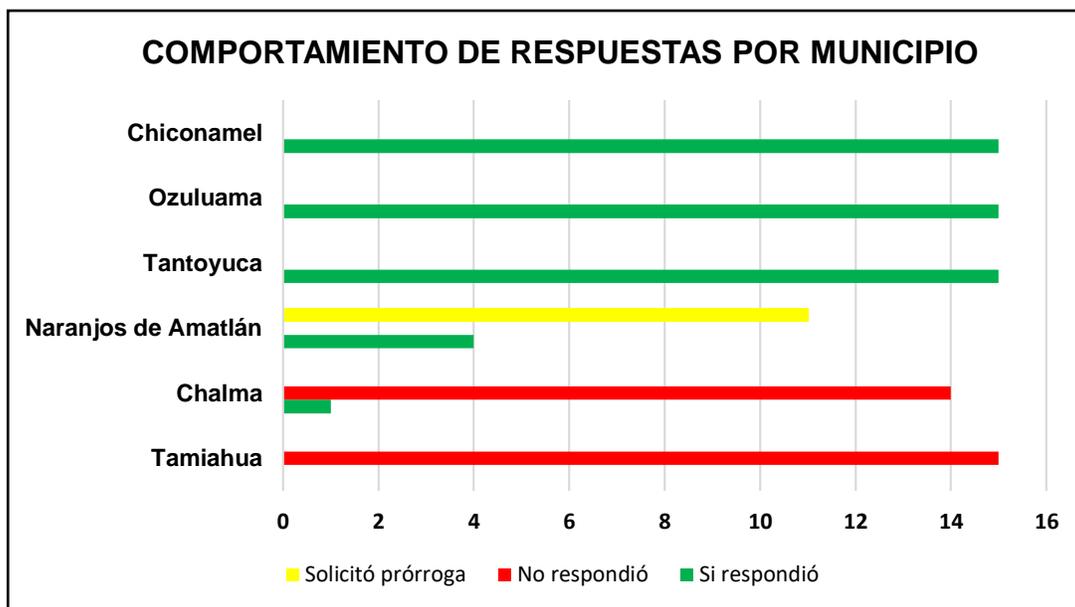


Figura 5: Desempeño de respuestas por municipio Fuente: Diseño propio.

Por cuestiones presupuestales y de tiempo, el universo seleccionado fue solo 6 de 15 municipios que constituyen la región de la Huasteca Alta, debido a que esta investigación se realizó durante el lapso de tiempo que duró la estancia del **XXVIII Verano de la Investigación Científica y Tecnológica del Pacífico**. Deseando haber contado con un mejor presupuesto económico para gastos y un mayor plazo de tiempo para entregar un trabajo mucho más completo, de mi parte fue lo que en mis posibilidades me permito presentar, aunque añado que tuve problemas con algunas respuestas a mis solicitudes, puesto que algunos municipios se encontraron indispuestos a responder, 40 solicitudes de 90 quedan sin respuesta alguna.

CONCLUSIONES

Durante la estancia de verano, se adquirieron conocimientos sobre el área de tesorería y contraloría en la gestión pública de municipios en el estado de Veracruz, conforme lo dictan las leyes correspondientes en materia, además de que se logró una amplia practica en el análisis estadístico con la ayuda de la Plataforma Nacional

de Transparencia, la cual fue un gran instrumento para llevar a cabo esta investigación. En los resultados obtenidos, es muy notorio que menos de la mitad de las solicitudes enviadas tuvieron una respuesta completa con la información actualizada y bien justificada, es inaceptable este porcentaje de eficacia, puesto que se debe tener a la mano registros actualizados, manuales de procedimientos, reglamento de tesorería interno, y mínimo, la información de manera pública en su correspondiente página web oficial.

Muchas de las respuestas redactaban que no tenían esta información, debido a que nunca se realizaron registros, elaboraron reglamentos, y que incluso en la recepción de la nueva administración el ex titular del órgano de control interno no entregó ninguna información, esto es una señal de alarma, puesto que debe hacer falta esa información desde hace mucho tiempo atrás y que se está omitiendo su presentación (**Ley General de Contabilidad Gubernamental, 2008**). Alarmante también que, del total de solicitudes, casi a la mitad no se dio ningún tipo de respuesta, puesto a que están obligados a cumplir con la presentación de respuesta en tiempo y forma, considerando que se tomaron los municipios a estudiar con página web oficial, 3 municipios, aun así, se dieron el lujo de no responder a la totalidad de solicitudes, a pesar de contar con una gran cantidad de tiempo para hacerlo (**Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 1917**).

Es claro que se llega a la conclusión de que no hay transparencia en la mayoría de los municipios de la Huasteca Alta, tomando en cuenta las respuestas insatisfactorias y las no respuestas, un **60%** negativo nos dice, que hay carencia de preparación, quizá de información o de servidores públicos realmente capacitados y con el perfil de estudios adecuado para el puesto a desempeñar, y que también en algunos municipios se ha estado omitiendo la creación y presentación de información pública importante para el municipio y para la población, puesto que para tomar iniciativas debe haber una base de registros y datos de información que respalden decisiones importantes y necesarias para el desarrollo en conjunto, pues en la zona norte de la Huasteca, hay demasiadas carencias aún, que son necesidades básicas para una buena calidad de vida, o por lo menos, para darle una buena gestión a los municipios con urgente necesidad de atención, pues se

encuentra oportuno decir, que 6 de 15 municipios ni siquiera cuentan con una página web oficial cuando es obligación de la parte mencionada.

Esto es solo un punto de partida a una futura investigación de mayor magnitud, porque debido precisamente a como mencionaba en las limitaciones, se encuentra el poco tiempo con el que se contó para la realización de esta, de no ser así, pudo haberse logrado mucho más, como por ejemplo analizar los perfiles de cada servidor público por área de los 15 municipios en total de la región de la Huasteca Alta. Se espera en el futuro retomar esta investigación que puede ser una gran contribución al desarrollo de una mejor gestión pública para la región.

REFERENCIAS

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (05 de Febrero de 1917). *Diario Oficial de la Federación*. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>

Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado Veracruz. (29 de Septiembre de 2016). *Gaceta Oficial*. Obtenido de <https://www.legisver.gob.mx/leyes/LeyesPDF/TRANSPARENCIA290916.pdf>

Ley General de Contabilidad Gubernamental. (31 de Diciembre de 2008). *Diario Oficial de la Federación*. Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCG_300118.pdf

Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública. (04 de Mayo de 2015). *Diario Oficial de la Federación*. Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGTAIP_200521.pdf

Ley Orgánica del Municipio Libre del Estado de Veracruz. (22 de Febrero de 2018). *Gaceta Oficial*. Obtenido de <https://www.legisver.gob.mx/leyes/LeyesPDF/LOML220218.pdf>

Análisis de la Relación Entre la Responsabilidad Social y Marketing

Cruz De la Cruz César Alexis, Flórez Romero Marcela***

Instituto Tecnológico Superior de Pánuco
Universidad Simón Bolívar, Colombia **
cesar.cruz@itspanuco.edu.mx*

Palabras clave:
*Responsabilidad Social,
Marketin, Marketig social.*

RESUMEN

En el presente artículo se centró en analizar teóricamente el paradigma interpretativo del tema de la relación entre la Responsabilidad Social Empresarial y el Marketing Social, con enfoque cualitativo. El diseño de tipo documental, recolección de información, cuyas fuentes fueron textos, artículos, tesis doctorales y materiales digitales, lo que generó los hallazgos de la indagación del tema de RSE y Marketing. Así mismo se identificaron los tres principales objetivos de la investigación, y la información está fundamentada como método orientado a la comprensión e interpretación. Se concluye que la relación de la Responsabilidad Social Empresarial y Marketing Social son importantes dentro y fuera de las organizaciones porque tienen un papel muy importante, y aportan crecimiento a la empresa en el tema de RSE y Marketing.

Keywords:
*Social Responsibility,
Marketing*

ABSTRACT

In this article, he focused on theoretically analyzing the interpretive paradigm of the relationship between Corporate Social Responsibility and Social Marketing, with a qualitative approach. The documentary type design, information collection, whose sources were texts, articles, doctoral theses and digital materials, which generated the findings of the investigation of the subject of CSR and Marketing. Likewise, the three main objectives of the investigation were identified, and the information is based as a method oriented towards understanding and interpretation. It is concluded that the relationship between Corporate Social Responsibility and Social Marketing are important inside and outside organizations because they play a very important role, and

contribute to the growth of the company in terms of CSR and Marketing.

INTRODUCCIÓN

La responsabilidad social empresarial es el compromiso y obligaciones que asume la empresa, que se encarga del desempeño de manera voluntaria por organizaciones cooperativas. Hoy en día se busca aportar a la sociedad, contribuyendo a la mejora, ambiental, social y económica. De una manera esto permite a las empresas estar un paso más allá y que no solo beneficie su entorno, al tomar en cuenta la responsabilidad social en las organizaciones impactan de manera inmediata y directa a la vida de los ciudadanos y las comunidades a través de programas y apoyos que impulsen al desarrollo económico, la educación y muchas causas sociales. Por otra parte, en las empresas el marketing es utilizado para dar a conocer los valores de la empresa aportando contenido de valor, desde sus etiquetas, anuncios, la marca en general.

Le debe dar un aporte a la sociedad para hacer conciencia en ellos, tocando temas referentes al medio ambiente y lo social, que por medio de sus productos den un mensaje o bien se transmita algo al consumidor.

La responsabilidad social y el marketing tienen un papel activo para participar con planes integrales de desarrollo los cuales buscan mejorar las condiciones del entorno. Por lo que se estudiarán ambos conceptos y la relación de los mismos, lo que puede representar grandes beneficios a la empresa.

¿Cuál es la relación entre Responsabilidad Social y Marketing?

La responsabilidad social y el marketing tiene un papel importante en el desarrollo de las organizaciones, cada vez más se realizan estrategias más personalizadas hacia los clientes, tomando en cuenta en atender, dar un buen servicio y satisfacer sus necesidades y al mismo tiempo, contribuir a la sociedad con la importancia del cuidado del medio ambiente, mediante proyectos y estrategias que beneficien a su entorno externo como interno.

El aporte teórico de esta investigación son los fundamentos teóricos identificados que le permitan a las organizaciones llevar un mejor control, desarrollo y relación

con la responsabilidad social, tomando en cuenta su relación con el marketing, porque hoy en día las empresas manejan el marketing a su favor para mejorar sus ventas.

OBJETIVO GENERAL

- ✓ Analizar la relación entre la RSE y el Marketing

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Revisión teoría relacionada con RSE y Marketing
2. Identificar los elementos más importantes entre la relación del RSE y Marketing
3. Generar estrategias para fortalecer la relación de RSE y Marketing

DESARROLLO**ANTECEDENTES**

Castro (2023) mediante su investigación analizó la responsabilidad social universitaria en universidades acreditadas desde el enfoque de la teoría de los Stakeholders. Lo hizo mediante la técnica de ecuaciones estructurales encuestando a una población de estudio de tres universidades. El resultado fue la fundamentación teórica que permea los procesos de gestión estratégica, que permitirá ampliar la generación de nuevos conocimientos. El aporte es la recolección de información que servirá para creación o aplicación para implementar en esta investigación.

Vizcaíno -Calva (2021) diagnosticó el cumplimiento de prácticas de RSE en los establecimientos de alimentos y bebidas. Se realizó mediante la aplicación de una investigación descriptiva exploratoria con un enfoque mixto de tipo analítico, usando una muestra probabilística. El resultado permitió evidenciar el cumplimiento o no por parte de las empresas en diferentes variables e indicadores para las dimensiones

socioculturales, ambiental y económica. El aporte es la recolección de información que servirá para la creación de un instrumento de medida de una investigación.

Gómez-Martínez (2021) evaluar la incidencia de la sostenibilidad desde las dimensiones económica, social y ambiental, para la eficiencia técnica y significativa de la pyme. Con un enfoque cuantitativo, mediante una población y muestra, donde los resultados fueron obtenidos mediante encuestas y herramientas computacionales. Que dio como resultado al diseño de un modelo conceptual y se identificaron las variables latentes para el constructor de sostenibilidad, desde las dimensiones económica, social y ambiental. Esta tesis doctoral resalta la comprensión y entendimiento, que sirve para la aplicación de la investigación.

Acevedo & Garzo (2021) su objetivo fue revisar el estado del arte sobre las estrategias de RSE: estudio de caso empresas de manufactura. Método cualitativo, la técnica de metodología de revisión descriptiva. Planeación, reducción, gestión y diseños de estrategias de sostenibilidad corporativa, que se utiliza para la elaboración de productos de manera eficiente, creativos y originales.

Muñoz, Lechuga (2020) buscó la manera de caracterizar la percepción de los decisores de los centros comerciales en la ciudad de Barranquilla, Colombia, sobre la aplicación de acciones de marketing sensorial. Para el estudio se realizó una investigación descriptiva, no experimental, transversal, con enfoque mixto, a través del método de análisis. Los resultados obtenidos incluyen una reflexión de las estrategias de marketing sensorial que deben ser fortalecidas para incrementar la competitividad, productividad y rentabilidad.

METODOLOGÍA

El objeto de estudio se centra en la Responsabilidad Social Empresarial y el Marketing, con lo anterior, la presente investigación se ha posesionado en el paradigma Interpretativo el cual es según de Franco & Solórzano (2020), este paradigma es Interpretativo, porque es una revisión teórica de los antecedentes relevantes del tema, esta investigación pretende analizar la relación que existe en

la RSE y el Marketing. Dados los propósitos de la investigación el paradigma interpretativo parece ser el más pertinente.

En esta investigación no se realizaron encuestas, entrevistas, experimentos o cuestionarios, en su lugar se elaboró una revisión documental teórica, que según Martínez-Miguel (2007) esto obedece al enfoque Cualitativo, el cual busca analizar la relación de la RSE y Marketing.

El diseño de esta investigación se ha determinado como revisión documental, por las características del análisis y por los objetivos planteados. Teniendo en cuenta que el objeto de estudio se centra en el análisis de la relación que existe entre la RSE y el Marketing. esperando que contribuya al fortalecimiento de nuevos conocimientos. Según Hurtado (2008), la revisión documental es una técnica en donde se recolecta información escrita sobre un determinado tema, teniendo como fin proporcionar variables que se relacionan indirectamente o directamente con el tema establecido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Teoría relacionada con RSE y Marketing

Se analizó la información de las bases de datos de Scopus, Mendeley y Repositorio de la biblioteca de la Universidad Simón Bolívar, Cúcuta. Donde se revisaron artículos, tesis doctorales referentes a los temas de la investigación, con el propósito de hacer una revisión teórica, donde se pudiera encontrar la relación que tiene la RSE y el Marketing.

La Responsabilidad Social es un concepto que ha ido ganando cada vez más importancia en el mundo de las organizaciones en los últimos años; la libertad de acción e iniciativa que debe caracterizar a las organizaciones en el mundo democrático y de libre mercado, no se debe contentar con sólo defender los intereses corporativos propios dentro del marco legal vigente, abandonando a su

suerte las consecuencias secundarias, los impactos que generan las acciones en el entorno social y ambiental. La ética de la responsabilidad por los efectos que la presencia en el mundo genera, exigen preocupación por el mundo presente y futuro, ser actores y participes del desarrollo y la solución de los más agudos problemas de la sociedad, la Responsabilidad Social Empresarial es una exigencia ética y una estrategia racional de desarrollo para la inteligencia organizacional. (Guerra, A. 2007).

Elementos más importantes entre la relación del RSE y Marketing

La responsabilidad social es el compromiso y las obligaciones que asume la empresa, que está encargada del desempeño, de manera voluntaria por organizaciones corporativas. De alguna manera, esto hace que las compañías vayan un paso más allá y no solo beneficien a su entorno a través de la generación de empleos y la aplicación de oferta de productos y servicios. Al tomar en cuenta la responsabilidad social empresarial, las organizaciones impactan de manera directa e inmediata la vida de los ciudadanos y las comunidades a través de programas que impulsan el desarrollo económico, la educación y muchas causas sociales, además también es una filosofía que se incorpora a la visión de negocios, basándolas en el respeto, los valores éticos, el cuidado del medio ambiente y la sustentabilidad en general.

Lo cierto es que existen factores y al enfocarnos en la importancia de aplicar la responsabilidad social empresarial debemos clasificar sus beneficios en dos grupos.

1. Los que favorecen de manera directa a las compañías.
 - ✓ Buen comportamiento ético
 - ✓ Transparencia y buen gobierno corporativo
 - ✓ Responsabilidad con los empleados
 - ✓ Compromiso con el medio ambiente y el cambio climático
 - ✓ Contribuir con la comunidad

2. Las que mejoran en el entorno.

- ✓ Los consumidores
- ✓ Proveedores
- ✓ La comunidad
- ✓ Medio ambiente
- ✓ Financiamiento
- ✓ Competitividad.

Estrategias para fortalecer la relación del RSE y Marketing

La responsabilidad social empresarial y el marketing son estrategias usadas en las empresas para aumentar su competitividad y participación en el mercado, y la combinación de ambas pueden conocer y satisfacer las necesidades de los clientes, que hoy en día se exigen a las organizaciones un valor agregado a los productos que ya ofrecen. El marketing social es la alternativa que le permite a las empresas utilizar sus campañas y aportes a la comunidad como publicidad para sus marcas.

✓ **Mejor ambiente laboral:**

La responsabilidad social empresarial parte de la visión del negocio, lo que hace que forme parte de la cultura organizacional. De esta forma los trabajadores se desarrollan en un ambiente amigable y en el que trascienden los valores, la ética, el respeto y la tolerancia. Todo contribuye con que el clima organizacional sea óptimo, generando empleados comprometidos identificados con la empresa y comprometidos con sus proyectos y objetivos.

✓ **Mejor posicionamiento**

Comunicar la campaña de RSE en el mundo digital y también, en el offline contribuye directamente con el posicionamiento de la marca, contar con calendarios editoriales de contenidos que toquen temas sociales y documentar las acciones en pro de la comunidad, entre otras cosas, mejora la percepción de una compañía en el mercado.

✓ Desarrollo social y económico

Los programas de responsabilidad social empresarial cuentan con acciones que benefician de manera directa a ciudadanos y comunidades, aportando en áreas como la educación y las finanzas. Sin duda, mientras más empresas socialmente responsables existan, mayor será el desarrollo social de una determinada localidad o nación.

✓ Reducción de impactos ambientales

Concientización y cuidado ambiental son algunos de los elementos fundamentales de la responsabilidad empresarial. Cada vez son más las empresas que ingenian mecanismos, sistemas, métodos y prácticas que les permitan desarrollar sus operaciones sin afectar el medio ambiente.

Algunos de los parámetros que tienen que cumplir las compañías, de acuerdo a esta organización, son:

- Competitividad responsable
- Difusión de valores
- Condiciones laborales favorables para la calidad de vida
- Apoyo de causas sociales
- También, el cuidado ambiental es otro de los elementos que diferencia a las empresas socialmente responsables del resto.

MARCO TEÓRICO**RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL**

De acuerdo con Cansino C., y Morales, M. (2008) citando a McWilliams, Siegel y Wright, la responsabilidad Social Empresarial se define como: “situaciones donde la empresa se compromete y cumple acciones que favorecen el bien social, más allá de los intereses de la empresa y por sobre lo que se espera como cumplimiento de la ley”. Partiendo de esta definición el elemento que identifica la implementación de

responsabilidad Social en una Empresa es un comportamiento que no se limite al cumplimiento de las leyes, sino que trascienda en su actuar.

La responsabilidad Social Empresarial, según Cansino C., y Morales, M. (2008) citando el World Business Council For Sustainable Development- WbCSd (2000), es: “el compromiso continuo de las empresas para comportarse éticamente y contribuir al desarrollo económico, mejorando la calidad de vida de los empleados y sus familias, de la comunidad local y de la sociedad en general” (p.11). Como fundamento intrínseco de la responsabilidad Social Empresarial se encuentra la ética sin la cual no podría existir verdadera responsabilidad fundada en valores y principios morales por parte de la organización.

PRINCIPALES ESTÁNDARES DE LA RSE

ISO

ISO 26000 es una norma internacional desarrollada para ayudar a las organizaciones a evaluar y abordar sus responsabilidades sociales. . Miles de empresas y organizaciones de todo el mundo utilizan el estándar, incluidas marcas globales como Coca Cola y Starbucks. Según la ISO 26000, la responsabilidad social corporativa es “La responsabilidad de una organización, en relación con los impactos de sus decisiones y actividades en la sociedad y el medio ambiente, a través de un comportamiento transparente y ético. El principal objetivo de ISO 26000 es apoyar el desarrollo sostenible alentando a las organizaciones a practicar un comportamiento socialmente responsable.

ISO 26000 insta a las organizaciones a minimizar sus impactos ambientales y garantizar que su consumo de recursos sea sostenible. Se les anima a adoptar un enfoque holístico que considere los efectos socioeconómicos, sanitarios y ambientales directos e indirectos de sus actividades.

DIMENSIONES DE LA RESPONSABILIDAD SOCIAL

Las investigaciones coinciden en la importancia de tener un equilibrio en las tres dimensiones económica, social y medioambiental de la RSE, considerando que

estas serán estadísticamente analizadas de manera individual, pero como parte del mismo constructo.

Ambiental

Es fundamental un manejo respetuoso del entorno y la conservación del medioambiente, cumpliendo, no solamente con la legislación y la normativa vigente al respecto, sino también asumiendo compromisos que impacten de manera concreta la realidad que nos abarca.

Social

Se busca que las organizaciones, al ser socialmente responsables, cumplan con toda la propuesta de gestión del talento humano, partiendo de un manejo de las buenas prácticas productivas.

Económica

Permite invertir en términos de la adquisición de los recursos para poder generar utilidades y ser altamente competitivos, generando de esta manera bienestar a todos los grupos de interés con que se relaciona.

MARKETING

Tabla 1: Principales expositores del Marketing

AUTOR	DEFINICIÓN	APORTE- DIMENSIONES
Philip Kotler	Uno de los principales expertos en Marketing, ha escrito numerosos libros sin fines de lucro.	Aporte al campo el Marketing social.
Nancy Lee	Uso efectivo del Marketing para abordar problemas sociales.	Marketing Social
Andreasen, Alan R		Marketing Social
Gerard Hastings	Influyente en el campo del Marketing social de la salud.	Marketing Social

Fuente: Elaboración propia.

MARKETING SOCIAL

El marketing social es una estrategia que se encarga tanto de mejorar la presencia de la marca, su rentabilidad y escalabilidad como de ayudar a la sociedad. “El

marketing social no busca vender, sino una transformación” Según Philip Kotler, considerado el padre del marketing moderno, define al marketing social como “el diseño, implementación y control de programas que buscan incrementar la aceptación de una idea o causa social en determinados grupos objetivo”.

Su objetivo es que las personas adopten ideas o comportamientos positivos y eviten actitudes que se consideran perjudiciales.

CONCLUSIONES

En la revisión teoría relacionada con RSE y Marketing, encontramos información importante donde se desarrolla la relación entre ambos, desglosándola para darle un mejor manejo, y analizarla de manera más profunda.

La Identificación de los elementos más importantes entre la relación del RSE y Marketing fue bastante buena, porque se encontró información relevante que complementó el proyecto, donde el principal aporte fue teórico, pero que nos dio la pauta para continuar con la investigación y de esa manera, pasar a la generación de las estrategias para fortalecer la relación de

Los antecedentes y marco teórico sirvieron para darle credibilidad al proyecto, puesto que de ahí se plasmó la información, para poder generar estrategias para fortalecer la relación del RSE y Marketing, donde tomamos en cuenta a los autores más importantes de ambos temas y de esa revisión generar estrategias para fortalecer la relación entre ambas.

REFERENCIAS

Acevedo Vergara Jhosue Eliab, Garzón Sierra Nataly Andrea (2021). Estado del arte estrategias de RSE: estudio de caso empresas de manufactura

Arteta Molina, Betna Milagro Barrios Beleño, Daniela Andrea (2022). Impacto del marketing digital en los emprendimientos post pandemia COVID 19.

- Barrios.Hernández, Karelis del C.Contreras Salinas.(2019). La gestión por procesos en las pymes de Barranquilla:factor diferenciador de la competitividad organizacional.
- Campo Ternera, Lilia Angélica (2019). Modelo de desarrollo de capacidades emprendedoras en adolescentes de 13 a 19 años. Caso departamento del Atlántico.
- Cazallo Antúnez, Ana María Meñaca Guerrero, Indira Lechuga Cardozo, Jorge Isaac (2019),La alianza del pacífico y los Brics: dos modelos de competitividad país.
- Contreras Velásquez, Julio César (2019). Relación entre comportamiento de consumo en personas de la base de la pirámide y la estrategia de productos y distribución en empresas del sector lácteos.
- De Franco, M.F., & Solórzano, J.L. V (2020). Paradigmas, enfoques y métodos de investigación: análisis teórico. Mundo Recursivo, 3(1),1-24.
- En: <https://hdl.handle.net/20.500.12442/9336>
- En: <https://www.risti.xyz/issues/ristie27.pdf>
- Estudios generales, julio-septiembre 2008, vol.24 isse 108, p37-59. 23p. Article.
- Gallegos Cossio, Laura Constanza (2020). Formación de la capacidad dinámica de investigación en las instituciones de Educación Superior.
- Gómez Martínez, Alvaro (2021). Incidencia de la sostenibilidad en la eficiencia de la Pyme.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8234666>
<https://ezproxy.unisimon.edu.co:3884/ehost/detail/detail?vid=9&sid=958a7dac-b36f-4878-b53b-f6dd8dd84677%40redis&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=36000469&db=b>
[SU](#)
<https://hdl.handle.net/20.500.12442/6951>
<https://produccioncientificaluz.org/index.php/rcs/article/view/32431/33859>
- M.Global Marketing Razonable (2021). ¿Qué es el Marketing Social?
- Martínez Miguélez, M. (2014). El conocimiento y la ciencia en el siglo XXI y sus dificultades estereotípicas.
- MCCLAUGHRY, (1972) J. Milton Friedman responds. Business and Society Review, New York: Blackwell, n.1, spring.
- Muñoz-Querales, Edgardo Enrique. Lechuga-Cardozo, Jorge Isaac (2020). Percepción de los decisores de centros comerciales sobre la aplicación de acciones de marketing.
- Navarro Hernández Álvaro, Guzmán Carbonell Alejandra, Rocha Charris José (2020). Estudio de pertinencia y mercado para la creación de un programa profesional universitario en marketing y negocios digitales en la Universidad Simón Bolívar de la ciudad de Barranquilla.
- Obtenido en. <https://hdl.handle.net/20.500.12442/11768>
- Obtenido en: <https://hdl.handle.net/20.500.12442/2856>
- Obtenido en: <https://hdl.handle.net/20.500.12442/3145>
- Obtenido en: <https://hdl.handle.net/20.500.12442/4364>

- Obtenido en: <https://hdl.handle.net/20.500.12442/7025>
- Obtenido en: <https://hdl.handle.net/20.500.12442/9330>
- Obtenido en: <https://hdl.hanle.net/20.500.12442/4363>
- Obtenido en: <https://mglobalmarketing.es/blog/que-es-el-marketing-social/>
- Obtenido en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/view/24629/25091>
- Obtenido en: <https://repository.lasallista.edu.co:8080/ojs/index.php/rldi/article/view/2190/210210414>
- Obtenido en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v30n2/0718-0764-infotec-30-02.00103.pdf>
- Peralta Miranda, Pabla Salazar-Araujo (2020). Marketing digital, elementos de la cadena de valor generadores de competitividad del sector publicitario en Barranquilla, Colombia.
- Responsabilidad Social Empresarial y Sostenida (2022) Marketing Social: ¿Qué es? Definición, tipos y características. Obtenido en: <https://responsabilidadsocial.net/marketing-social-que-es-definicion-tipos-caracteristicas-y-ejemplos/>
- Ruz Gómez, Alexander Alarcón Vásquez (2018). Mercadeo interno: Modelo de gestión organizacional en universidades privadas de Barranquilla-Colombia.
- Salinas Gómez, O. (1998). Marketing y responsabilidad social de las organizaciones. Article <https://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revista/article/view/877>
- Uribe Carlos Mario, Granobles Torres Juan, García Guilliany Jesús (2019). Responsabilidad Social de las empresas Carboníferas: percepción de los pobladores del municipio Chiriguaná, Colombia.
- Valencia Vega, Hebert Orlando (2019). Pensamiento estratégico en el currículo de los programas de mercadeo.
- Vizcaíno, Calva, Mariana (2021). Responsabilidad social empresarial en establecimientos de alimentos y bebidas de centros comerciales de Quito.
- Cansino, C., Morales, M. y Sciaraffia, C. (2008). "Gestión Responsable del Negocio". Revista Estudios de Información y Control de Gestión. Volumen 14, primer semestre 2008.
- SARMIENTO, S. (2010) gestión estratégica: clave para la responsabilidad social de las empresas. [Revista en Línea] Disponible en: [file:///C:/Documents%20and%20Settings/Administrador/Mis%20documentos/downloads/dialnet-gestionEstrategicaClaveParaLaresponsabilidadSo cial-3990453.pdf](file:///C:/Documents%20and%20Settings/Administrador/Mis%20documentos/downloads/dialnet-gestionEstrategicaClaveParaLaresponsabilidadSocial-3990453.pdf).
- Sinkin, C., Wright, C. J., & Burnett, R. D. (2008). Eco-efficiency and firm value. *Journal of accounting and public policy*, 27(2), 167-176.
- Navarro Sanchez, L. (2016). La responsabilidad social empresarial: Teorías que fundamentan su aplicabilidad en Venezuela. *Sapienza Organizacional*, 3(6).
- Sánchez, L. C. N. (n.d.-b). La Responsabilidad Social Empresarial: Teorías que Fundamentan su Aplicabilidad en Venezuela. <https://www.redalyc.org/journal/5530/553056828011/movil/>
- Freeman, R. E. (2010). *Stakeholder theory: the state of the art*. Cambridge / New York: Cambridge University Press.

- CANSINO, J. y Morales, M. (2008). Responsabilidad Social Empresarial. Santiago: departamento Control de gestión y Sistemas de información de la Facultad de Economía y negocios de la universidad de Chile. disponible en: file:///C:/Documents%20and%20Settings/Administrador/Mis%20documentos/Downloads/53f1a1f50cf23733e815be14%20(1). Pdf
- Martínez Migueles, M. (2007). Ciencia y Arte en la Metodología Cualitativa. Primera Edición. 24 Editorial Trillas. Páginas consultadas: 101-109, 181-203. México
- Hurtado, J. (2008). Guía para la comprensión Holística de la ciencia, Unidad III, Capítulo 3, PP. 45 a 65 [Recuperado de <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0092769/cap03.pdf>]
- Infante, F. (2012), Ficción en la idea de empatía de Edith Stein. Revista un. Colombia, issn 0120- 0062
- Guerra, A (2007). De la Responsabilidad Social Empresarial a la Ética en el Cambio Organizacional. Compendio Revista de la Facultad de Administración y Contaduría de la Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, volumen 10.
- De Franco, M. y Solórzano, J. (2020). Paradigmas, enfoques y métodos de investigación: análisis teórico. *Mundo Recursivo*, 3(1), 1-24. <https://www.atlantic.edu.ec/ojs/index.php/mundor/article/view/38>

Análisis de necesidades para la mejora de servicios entre proveedores y usuarios

Muñiz Blanco Jesús, Jiménez Zarate Violeta, King Delgado Samira, Islas Hernández Wendy Paola

*Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Pánuco
Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Álamo Temapache
jesus.muniz@itspanuco.edu.mx*

Palabras clave:

Proveedores, servicios, atención, calidad, tecnologías.

Keywords:

Providers, services, attention, quality, technologies.

RESUMEN

El presente trabajo realiza un análisis de los factores que inciden en las necesidades que demandan los usuarios con respecto a los proveedores de servicios más comunes de las zonas de Potrero del Llano, perteneciente a Temapache, así como de la zona conurbada de Pánuco, en Veracruz, con la finalidad de comparar las necesidades y sus características.

Se utiliza un enfoque cuantitativo y descriptivo utilizando encuestas que evalúan a los proveedores por parte de los usuarios.

Por otro lado, describe el grado de estandarización que ofrecen los proveedores de servicios, con la finalidad de establecer antecedentes que permitan ser bien calificados por los usuarios.

ABSTRACT

The present work carries out an analysis of the factors that affect the needs demanded by users with respect to the most common service providers in the areas of Potrero del Llano, belonging to Temapache, as well as the metropolitan area of Pánuco, in Veracruz. . , in order to compare the needs and their characteristics. A quantitative and descriptive approach is used using surveys that evaluate providers by users.

On the other hand, describe the degree of standardization offered by the service providers, in order to establish antecedents that allow them to be well qualified by the users

INTRODUCCIÓN

El sector de servicios, denominado sector terciario de la economía del país, el cual permite satisfacer las necesidades de cualquier compañía o población.

En la década de los años 1960, la industria manufacturera era el principal promotor de la economía del país, pero al transcurso de los años el sector de servicios

empezó a tener mayor auge, convirtiéndose en un sector también importante en la economía del país (Schneider, 2020).

En los años 90, con el crecimiento de internet, surgieron algunas plataformas que permitían la contratación de servicios en línea, aunque su alcance y sofisticación eran limitados en comparación con las plataformas actuales. Estas primeras plataformas generalmente se centraban en la contratación de servicios de tipo freelance o trabajos temporales, y no ofrecían la amplia gama de servicios que se encuentran disponibles en la actualidad (Baque Villanueva, Álvarez Gómez, Izquierdo Morán, & Viteri Intriago, 2021). Con el avance de internet y la mejora de las capacidades tecnológicas, surgieron plataformas en línea más especializadas para la contratación de servicios. Estas plataformas se enfocaban en áreas específicas, como el cuidado del hogar, la reparación y mantenimiento, o servicios de consultoría. Aunque seguían siendo relativamente limitadas en comparación con las plataformas actuales, estas iniciativas allanaron el camino para el desarrollo de un modelo más amplio y versátil (Zhu, Zhang, Tian & Liu 2018).

A partir de mediados de la década de 2000, se produjo un cambio significativo con el surgimiento de plataformas en línea más amplias y diversificadas. Estas plataformas permitían la contratación de una amplia variedad de servicios básicos, desde limpieza y mantenimiento del hogar hasta trabajos de jardinería, electricidad y plomería. Además, estas plataformas comenzaron a enfocarse en la experiencia del usuario y en proporcionar sistemas de evaluación y calificación, lo que permitía a los usuarios tomar decisiones informadas basadas en la reputación y calidad de los proveedores. Esta función se convirtió en un elemento clave para establecer la confianza y la transparencia en la contratación de servicios en línea (Ma, Luo, Fan & Goh, 2019).

Durante finales de los años 2000 y en la década de 2010, las plataformas de contratación de servicios en línea experimentaron un crecimiento explosivo y una adopción masiva en todo el mundo. Empresas como TaskRabbit, Thumbtack, HomeAdvisor, Airbnb, Uber y muchas otras se convirtieron en actores importantes en el sector de economía colaborativa y servicios en línea (Liu, Li, & Chua, 2017). Estas plataformas revolucionaron la forma en que las personas contratan servicios básicos para el hogar y otros servicios relacionados. La comodidad, la facilidad de uso y la amplia variedad de opciones disponibles en estas plataformas atrajeron a una gran base de usuarios y proveedores (Chen, & Liu, 2018).

En la actualidad, las plataformas de cartera de proveedores siguen evolucionando y adaptándose a las necesidades cambiantes de los usuarios y proveedores. La tecnología sigue avanzando, y con ello, las plataformas buscan incorporar inteligencia artificial, análisis de datos y características más sofisticadas para mejorar aún más la experiencia del usuario y la calidad de los servicios ofrecidos.

Además, las plataformas de contratación en línea se han expandido a nivel global, llegando a comunidades y regiones en todo el mundo. La economía colaborativa y la contratación de servicios en línea se han convertido en una parte fundamental de la vida cotidiana de muchas personas, transformando la forma en que accedemos a servicios básicos y generando un impacto significativo en la economía y el empleo.

Antecedentes

En el año 2019, Elizabeth Lizano Flores y Ana Rosa Villegas Huamani, de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, en su trabajo: La satisfacción del cliente como indicador de calidad, cuyo objetivo es identificar si la satisfacción del cliente depende de la calidad del servicio o si la calidad del servicio es un antecedente de dicha satisfacción, para ello utilizaron un método descriptivo y explicativo en donde identificaron que la satisfacción del cliente está influenciada por la perspectiva de la calidad del servicio, la calidad y el valor de los artículos

Sistemas de Evaluación y Reseñas: Muchas plataformas en línea implementan sistemas de calificación y reseñas donde los usuarios pueden evaluar la calidad de los servicios prestados por los proveedores. Esto permite a los futuros usuarios tomar decisiones informadas basadas en la experiencia de otros clientes.

Verificación y Referencias de Proveedores: Algunas plataformas utilizan procesos de verificación para asegurarse de que los proveedores sean confiables y cuenten con la experiencia necesaria para brindar servicios de calidad. Esto ayuda a establecer la confianza de los usuarios en los proveedores.

Incentivos para Proveedores: Algunas plataformas ofrecen incentivos a los proveedores para mejorar la calidad de sus servicios, como programas de recompensas, reconocimiento o beneficios adicionales. Esto motiva a los proveedores a esforzarse por ofrecer un mejor servicio.

Uso de Inteligencia Artificial y Análisis de Datos: Algunas plataformas utilizan técnicas de inteligencia artificial y análisis de datos para mejorar la experiencia del usuario y ofrecer recomendaciones personalizadas de proveedores basadas en las necesidades y preferencias del usuario.

Participación Activa de la Comunidad: Algunas plataformas fomentan la participación activa de la comunidad de usuarios en la toma de decisiones y la mejora de los servicios. Esto puede incluir encuestas, foros de discusión y canales de retroalimentación para recibir comentarios y sugerencias de los usuarios.

Problemática

Potrero del Llano, es una localidad perteneciente al municipio de Temapache ubicado en la región rural del país, alcanza una cifra aproximada de 2238 habitantes. Por otro lado, la región de Pánuco Veracruz, con una población de

acuerdo a los datos del INEGI 2019, con una población en la zona conurbada de 40754 habitantes, de una población total de 104,086 habs.

Debido al crecimiento poblacional, la oferta de proveedores de servicios básicos en la comunidad como en la ciudad ha sido insuficiente para satisfacer demanda, además de los medios para conocer la calificación a su trabajo, que les permita ser recomendados.

La falta de medios adicionales a un servicio telefónico en tiempos donde las tecnologías de la comunicación son un factor que incide en el crecimiento empresarial, el poder contar con una plataforma centralizada para acceder a información detallada de proveedores y sus servicios, con la finalidad de poder contar con solicitudes de cotizaciones y servicios, dificulta la toma de decisiones por parte de los usuarios. Además, la transparencia en la experiencia y calificaciones de los proveedores puede generar desconfianza y afectar negativamente la calidad de los servicios contratados. La necesidad de valorar y analizar las necesidades de la población en función de los servicios que reciben, así como por parte de los proveedores conocer el estado en que brindan sus servicios en cuanto a la estandarización de procesos que mantengan la satisfacción de los usuarios es apremiante.

Derivado de esto se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la percepción actual de los clientes respecto a los proveedores de servicios de mayor demanda?

El objetivo de la presente investigación es el análisis de resultados de la aplicación de instrumentos que permita conocer las necesidades que demandan los usuarios de proveedores de servicios, así como de las características que los proveedores utilizan para acrecentar o satisfacer las necesidades de los clientes para la región de Pánuco y Potrero de Llano Veracruz.

DESARROLLO

Para el desarrollo del proyecto se utilizará basados en la metodología de Pozas, que se compone de los siguientes pasos.



Figura 1. Desarrollo del proyecto

Fuente: Elaboración propia

1. Planteamiento de la Investigación: El primer paso es fundamental en el proceso de investigación, ya que establece las bases y los objetivos del estudio. Aquí se define claramente el problema o la pregunta que deseas abordar y se establece la dirección general de la investigación. Este paso ayuda a establecer el propósito y la relevancia del estudio.

2. Recolección de datos: El segundo paso es una fase crítica en el proceso de investigación, donde se obtienen los datos necesarios para responder a las preguntas de investigación o probar tus hipótesis. Si se están utilizando encuestas, cuestionarios, entrevistas u otras herramientas para recopilar datos, se deben diseñar estos instrumentos de manera adecuada. Las preguntas deben ser claras, relevantes y coherentes con los objetivos de investigación.

3. Elaboración de los datos: El tercer paso en una investigación implica procesar, limpiar y organizar los datos recopilados para prepararlos para el análisis.

- Examina los datos para identificar posibles errores, valores atípicos o inconsistencias. Asegúrate de que los datos sean confiables y precisos.

- Elimina o corrige errores, valores faltantes o datos incoherentes. Asegúrate de que los datos sean coherentes y estén listos para su análisis.
- Realiza una revisión final para asegurarte de que los datos estén completos, consistentes y listos para su uso en el análisis.

La elaboración de los datos es esencial para garantizar que los resultados del análisis sean precisos y confiables. Un proceso cuidadoso de limpieza y preparación de datos es crucial para obtener conclusiones significativas y bien fundamentadas en la investigación.

4. Análisis: En este cuarto paso se examinan los datos recopilados con el objetivo de responder a las preguntas de investigación, verificar las hipótesis planteadas o descubrir patrones y tendencias en los datos. El análisis es un paso fundamental que ayuda a dar sentido a los datos recopilados y a proporcionar respuestas a las preguntas de investigación. La precisión y la interpretación cuidadosa de los resultados son cruciales para extraer conclusiones válidas y confiables en el estudio.

RESULTADOS

Para la recolección de datos se utilizó la fórmula propuesta por Murray y Larry (2005) de muestreo:

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{e^2(N-1) + Z^2 + \sigma^2}$$

En la comunidad de Potrero del Llano, se realizó una encuesta a 40 personas de diferente género y edades, 27 mujeres y 13 hombres, en 3 diferentes colonias llamadas: Los mangos, Francisco Villa y la Unión; mientras que en Pánuco de acuerdo a la población se aplicaron 373 encuestas, 194 mujeres y 179 hombres, en las colonias Pavón, Hernández Ochoa.

Tabla 1. Población y personas

Sexo	Potrero	Pánuco
Mujer	27	194
Hombre	13	179
Totales	40	373

Fuente: Elaboración propia a partir de datos muestra

A ambas poblaciones de personas se les pidió que marquen entre todas las opciones los servicios que hayan contratado, dando la opción de elegir varias alternativas a la vez para identificar los servicios más utilizados.

Tabla 2. Servicios más utilizados por la población

Servicios	Potrero	Pánuco
Electricista	17	178
Purificadora	7	183
albañilería	8	200
Salud	11	161
Alimentos	8	101
Mecánico	8	146
Plomería	12	140
Herrería	5	74
Lavandería	12	19
Carpintería	4	108
Jardinería	5	8
Pintor	7	18
Vidriería	4	103
Costurera	4	29
Hojalatería	2	53
Cerrajería	3	101
Otros	0	22
Total	58	675

Fuente: Elaboración propia a partir de datos muestra

En la Figura 2, se resalta cuáles fueron los servicios que más contrataron las personas de esta área.



Figura 2. Servicios más utilizados por la población

Fuente: Elaboración propia a partir de datos muestra

Se les pidió que clasificaran los siguientes puntos de como evaluarían un servicio a su criterio. Los resultados anteriores pasados a porcentajes nos arroja los siguientes resultados.

Tabla 3. Evaluación de servicios

No.	Potrero	Pánuco
1	Calidad (Conformidad y satisfacción)	Calidad (Conformidad y satisfacción)
2	Tiempo de servicio	Costo
3	Atención	Tiempo de servicio
4	Costo	Formalidad en el trabajo
5	Formalidad en el trabajo	Atención

Fuente: Elaboración propia a partir de datos muestra

La tabla 3 permite observar como ambas poblaciones coinciden que como primer factor les interesa la calidad para lograr un factor de satisfacción, no necesariamente es el costo.

Tabla 4. Forma de contactar un servicio

Forma de contactar un servicio	Potrero	Pánuco
Personal	40%	35%
Teléfono	50%	59%
Internet	10%	6%
Total	100%	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos muestra

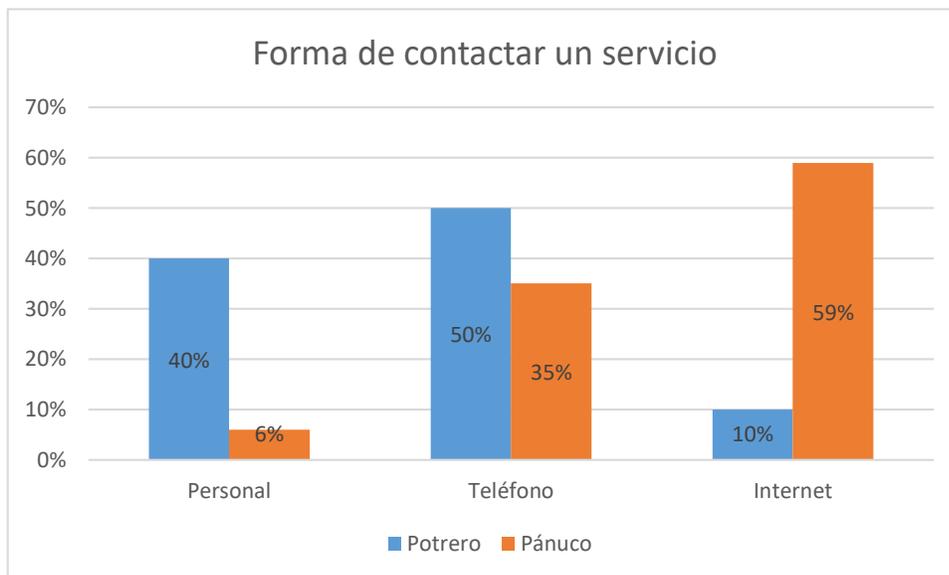


Figura 3. ¿Cuál es la forma actual en la que contactas un servicio?

Fuente: Elaboración propia a partir de datos muestra

La tabla 4 permite observar como aún no se ha explotado el uso de las tecnologías de la información para beneficio del sector empresarial, cuando a nivel global es un factor de crecimiento.

Tabla 5. Cómo evalúa un servicio realizado

Forma de evaluar el servicio	Potrero	Pánuco
Recomendando el servicio	17.5 %	65 %
Solicitando otro servicio	67.5 %	28 %
Ninguno	15 %	7 %
Total	100 %	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos muestra

La tabla 5 permite concluir que cuando un cliente está satisfecho puede ser un cliente cautivo que sigue solicitando más servicios o bien recomendar al proveedor de servicios.

Tabla 6 ¿Cuál es el medio de pago más frecuente que utilizas cuando solicitas un servicio?

Medio de pago	Potrero.	Pánuco
Efectivo	92 %	90 %
Pago electrónico	8 %	10 %
Total	100 %	100 %

Fuente: Elaboración propia a partir de datos muestra

La tabla 6 confirma que en los sectores de la población aún no se crea la cultura del pago electrónico, lo que en ocasiones dificulta la incorporación de aplicaciones que faciliten dicho esquema de pago, pero que no son un factor para buscar una forma adaptable a las necesidades de los usuarios y proveedores.

Tabla 7. ¿Cómo reacciona un proveedor ante un reclamo?

Forma de reacción	Potrero	Pánuco
Se molesta	35 %	21 %
Atiende la solicitud	58 %	65 %
Da largas	2 %	11 %
Otro	5 %	3 %
Total	100 %	100 %

Fuente: Elaboración propia a partir de datos muestra

La tabla 7 permite conocer la reacción de los proveedores ante una solicitud de garantía, con la finalidad de lograr la satisfacción del servicio en donde se observa que se cuenta con una buena percepción dado que en ambas poblaciones el proveedor atiende la solicitud.

Tabla 8. ¿Haces uso del internet?

¿Haces uso del internet? (PC, Tablet, celular, etc)	Potrero	Pánuco
Si	60 %	90 %
No	40 %	10 %
Total	100 %	100 %

Fuente: Elaboración propia a partir de datos muestra

La tabla 8 muestra como la población tiene al alcance en más del 60 % acceso a tecnologías de la comunicación para hacer uso de aplicaciones que permitan mayor eficiencia en la solicitud de servicios.

Tabla 9. ¿Te gustaría utilizar una plataforma que integren a proveedores de servicios calificados?

Te gustaría utiliza una plataforma que integre a los proveedores de servicios calificados	Potrero	Pánuco
Si	78 %	91 %
No	22 %	9 %
Total	100 %	100 %

Fuente: Elaboración propia a partir de datos muestra

La tabla 9 muestra como hay un gran interés por contar con plataformas tecnológicas que permitan un mayor acercamiento de la población con proveedores de servicios calificados de manera eficaz.

CONCLUSIONES

Dentro de los hallazgos más relevantes se encontró que la mayor parte de los prestadores de servicios no presentan diagramas, o diseños para dar formalidad a su servicio y que no cuentan con facturas, logo, que además utilizan las redes sociales como principales medio de promoción.

En este sentido, el valor agregado es el plus que se le da a un negocio, en este caso un servicio y da la diferenciación y crea competitividad a largo plazo, sus beneficios radican en el aumento de ventas y el posicionamiento en el mercado.

Todos estos esfuerzos están orientados de manera directa a incrementar las ventas, el uso de la comunidad digital esta basados en la percepción de valor del cliente a través de una transacción y eso genera una mayor rapidez en la comunicación entre los clientes.

REFERENCIAS

- Schneider, D. (13 de Julio de 2020). *Una mirada al sector de servicios en México*. Obtenido de <https://www.rtsinternational.com/es/article/una-mirada-al-sector-de-servicios-en-m%C3%A9xico>
- Baque Villanueva, L. K., Álvarez Gómez, L. K., Izquierdo Morán, A. M., & Viteri Intriago, D. A. (2021). Generación de valor agregado a través del marketing digital en las Mipymes. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(5), 407-415.
- Zhu, F., Zhang, X., Tian, W., & Liu, X. (2018). Consumer reviews and online rating systems: A review.
- Ma, L., Luo, C., Fan, G., & Goh, K. Y. (2019). Trustworthy service provider identification on online platforms.
- Liu, Y., Li, J., & Chua, T. S. (2017). Deep learning for extreme multi-label text classification.
- Chen, D., Xu, Y., & Liu, Z. (2018). Lifelong learning via progressive distillation and retrospection.
- <https://www.rtsinternational.com/es/article/una-mirada-al-sector-de-servicios-en-m%C3%A9xico>

Condiciones de vida de los jornaleros agrícolas migrantes en la cosecha de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en la región de Cosamaloapan, Veracruz.

Arturo Heribia Virués, heribia.virues@gmail.com
Miguel Angel Rodríguez Chiunti, agromiguelrc@gmail.com
Adan Vidal Gamboa, 1506.adanvg@gmail.com
Instituto Tecnológico Superior de Cosamaloapan

RESUMEN

Palabras clave:

*Caña de Azúcar,
Jornaleros,
Marginación,
Migración.*

En la presente investigación, se realiza un análisis sobre las condiciones de vida de los jornaleros agrícolas migrantes en la cosecha de caña de azúcar en la región de Cosamaloapan, Veracruz, haciendo énfasis en los lugares donde son asignados para habitar durante su estancia en la región y las condiciones de salud y alimentación de estos y sus familias, con el objetivo de presentar un panorama real y crear las condiciones de dialogo con los responsables de mejorar las condiciones de vida de estos trabajadores que representan los cimientos de la agroindustria azucarera en México.

ABSTRACT

Keywords:

*Agricultural laborers,
Migration, Sugar Cane,
Marginalization.*

In the present investigation, an analysis is carried out on the living conditions of migrant agricultural laborers in the sugar cane harvest in the region of Cosamaloapan, Veracruz, emphasizing the places where they are assigned to live during their stay in the region. and the health and nutritional conditions of these and their families, with the objective of presenting a real panorama and creating the conditions for dialogue with those responsible for improving the living conditions of these workers who represent the foundations of the sugar agro-industry in Mexico.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, ha quedado de manifiesto que las causas de la migración ya no son únicamente económicas, sino que las personas migran también por cuestiones políticas, laborales, sociales, culturales, de inseguridad e incluso

ambientales. Queda claro que, para entender la Migración, ya no solo debe verse desde una perspectiva económica sino de manera integral.

Según el Consejo Nacional de Población (CONAPO,2017) los migrantes representan solo el 3.3. % de la población mundial (unos 247.7 millones de personas), unos 12 millones de mexicanos son migrantes en Estados Unidos y 289 mil migraron a otros países tan solo en el 2015.

Un tipo de Migración, en menor grado, pero no menos importante, es la Migración Interna y dentro de esta la Migración Rural. En 2012, la Encuesta Nacional de ocupación y Empleo, estimaba que en toda la República Mexicana había 2.5 millones de jornaleros agrícolas, de los cuales cerca de 700 mil eran migrantes.

Los principales Estados expulsores de jornaleros son aquellos con mayor rezago económico, en educación, en infraestructura y servicios, tales como Guerrero, Oaxaca, Chiapas, y las zonas más marginadas de la sierra norte de Veracruz y sierra sur de Puebla. Los Estados con mayor recepción de migrantes son Sinaloa, Sonora, Baja California y Veracruz.

Tan solo en las principales regiones agrícolas de Veracruz, se estima una población de 13,000 jornaleros (Barrón, 2012). La Unión Nacional de Cañeros (CNPR, 2016), estima que la Agroindustria azucarera ocupa anualmente para la cosecha de la gramínea 60,000 jornaleros de los cuales cerca de 6,000 son migrantes.

Una superficie de casi 54 mil hectáreas abastece de caña de azúcar a Industrial Azucarera San Cristóbal S.A. de C.V. la cual está ubicada en el Municipio de Carlos A. Carrillo, Ver. En la región conocida como Cuenca del Papaloapan. Según el Comité de producción y Calidad cañera, en la zafra 2016/2017, se cosechó el 90% de la superficie que abastece a dicha factoría de forma manual, utilizando para ello 4,738 jornaleros de los cuales 1,331 jornaleros son migrantes o “foráneos” como se les conoce en el argot cañero (Comité de producción y Calidad cañera, 2017).

A pesar de que la agroindustria azucarera genera anualmente un valor de producción de alrededor de 30 mil millones de pesos⁶, este valor no se ve reflejado en las condiciones laborales ni la calidad de vida de los jornaleros agrícolas migrantes, los cuales realizan extenuantes jornadas de trabajo, sin equipo de

protección personal, en precarias condiciones de seguridad social; los jornaleros foráneos y sus familias, viven confinados en casas con techo de lámina o cartón (galeras), cocinan en fogones de leña y realizan sus necesidades fisiológicas en letrinas insalubres o incluso dentro de las mismas parcelas de caña, exponiéndose al ataque de la fauna que en ocasiones es venenosa y que habitan en estos agroecosistemas.

DESARROLLO

Se describen las condiciones de vida y laboral en que se encuentran los Jornaleros Agrícolas Foráneos y sus familias durante el periodo de cosecha del cultivo de la caña de azúcar en la Región de Cosamaloapan, Veracruz. Se pretenden analizar aspectos como vivienda (número de cuartos y material de los pisos, disponibilidad de energía eléctrica y agua potable, material de las paredes, combustible utilizado para cocinar, ubicación de la vivienda, número de habitantes, etc.), salario, tipo de alimentación, edades, sexo, entre otras características que se consideren relevantes para alcanzar las metas y cumplir los objetivos planteados.



Figura 1: Cortador de caña.

METODOLOGÍA

La región de estudio, se encuentra ubicada en el Estado de Veracruz, casi en la parte central-sureste de la región "Papaloapan", con coordenadas geográficas 18° 21' N, 95° 48' O, cerca de las costas del Golfo de México. Posee un relieve totalmente llano, con clima cálido subhúmedo, con temperatura y humedad promedio a 35 °C y 76 %, respectivamente; con lluvias durante verano y otoño.

Para el presente trabajo, se utilizó una metodología cualitativa y del tipo descriptivo. Se hace uso de la entrevista y el cuestionario como técnica e instrumento de investigación, respectivamente. Posterior al análisis de las variables y revisados los parámetros del estudio de las condiciones de vida y laboral de los jornaleros agrícolas migrantes en la cosecha de caña de azúcar, determinamos realizar una encuesta de 24 preguntas, distribuidas de la siguiente manera:

Tabla 1: Distribución de preguntas del cuestionario. Elaboración propia.

Variable	Número de preguntas
Migración	7
Condiciones laborales	9
Condiciones de vida	8

A continuación, se muestra el cuestionario utilizado como Instrumento de medición.

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE COSAMALOAPAN

ENCUESTA (OPCIONAL) TÉCNICA

TEMA 1. MIGRACIÓN

- ¿LUGAR DE PROCEDENCIA?
- ¿PORQUÉ SALISTE DE TU COMUNIDAD?
- ¿VIENES CON TU FAMILIA?
- ¿CUANTOS VIENEN CON TI?
- ¿QUE EXTRABAS DE TU COMUNIDAD?
- ¿TERMINANDO LA ZAFRA PIENSAS REGRESAR A TU COMUNIDAD?
- ANTES DE LA COSECHA DE CAÑA, ¿A QUE OTRO LUGAR VAS A TRABAJAR?

TEMA 2. CONDICIONES LABORALES

- ¿A QUE HORA INICIA SU JORNADA LABORAL?
- ¿Tiene algún tipo de contrato de trabajo?
- ¿CUANTAS TONELADAS DE CAÑA CORTA AL DÍA?
- ¿A QUE HORAS SU FAMILIA EN EL TRABAJO?
- ¿CUANTO GANA A LA SEMANA?
- ¿UTILIZA ALGÚN EQUIPO DE PROTECCIÓN EN EL TRABAJO?
- ¿TIENE SEGURO SOCIAL?
- ¿CUENTA CON SEGURO POPULAR?
- APARTE DEL CORTE DE CAÑA, ¿TIENE OTRO TRABAJO?

CONDICIONES DE VIDA

- ¿CUANTOS VIVEN EN SU CASACALCUTA?
ADULTOS: _____ NIÑO: _____ MUJER: _____ TOTAL: _____
- ¿DUEÑEN SU CASA? _____ SOLUCHONETA _____ OTRO _____
- ¿COOKAN CON: _____ GAS _____ LEÑA _____
- ¿TIENEN AGUA POTABLE? SI _____ NO _____
- ¿TIENEN LUZ ELÉCTRICA? SI _____ NO _____
- ¿TIENEN DRENAJE?
- MATERIAL DE PAREDES: BLOQUE _____ MADERA _____ CARTÓN _____
OTRO _____
- MATERIAL DE PISO: TIERRA _____ CEMENTO _____

OBSERVACIONES Y/O AMBICIONES FINALES

Figura 2: Cuestionario. Elaboración propia.

Jornada laboral. Los jornaleros agrícolas foráneos inician su jornada laboral a las 5:00 a.m. ya que a esa hora pasa la camioneta que los traslada de las “galeras” al frente de corte (nombre que se da a la parcela programada para cosecha), el tiempo promedio de traslado es de 40 a 60 min.

Una vez en la parcela, el Cabo o Capataz les asigna el “tajo” de caña que les corresponde cortar. Un Jornalero corta en promedio 3 a 3.5 toneladas de caña al día.

La jornada laboral concluye a las 11:00 hrs. Dependiendo de las condiciones climáticas y las necesidades de Caña en la fábrica.



Figura 3. Cosecha de la Caña de Azúcar.

Salario. En la región de estudio, se obtiene un pago de \$ 45.00 por tonelada de caña cosechada, de este precio, el jornalero deja un fondo de ahorro de \$ 5.00/ton. Recibiendo un salario en promedio de \$140.00 diarios.

En la cosecha de caña de azúcar, el salario medio semanal que percibe un jornalero es de \$ 840.00, con este salario debe alimentar a su esposa y a los 3 o 4 hijos que tienen en promedio.

Existe un convenio entre el Comité de Producción y Calidad Cañera (conformado por la fábrica y las organizaciones cañeras) a partir de que se fija el precio a pagar por tonelada de caña cosechada, de descontar un fondo de ahorro al jornalero, dicho descuento oscila entre los \$3.00 y \$5,00 por tonelada. En realidad, este

descuento no es un fondo de ahorro, sino un seguro para el empleador, ya que le garantiza la permanencia del jornalero durante toda la zafra (periodo de cosecha), si el jornalero decide abandonar la cosecha de caña antes de terminar la zafra, pierde el dinero retenido. Cabe señalar, que esta manera de descontar y retener parte del salario a los jornaleros migrantes, es una forma moderna de esclavitud ya que es dinero ganado y nadie puede ser retenido contra su voluntad en ningún lugar o actividad.



Figura 4. Jornaleros migrantes cortadores de caña regresando de la jornada.

El recurso económico que se utiliza para el pago de los jornaleros agrícolas, proviene de la industria, pero quien en realidad paga por la cosecha es el productor de la gramínea.

Condiciones laborales. El jornalero que trabaja en la cosecha de la caña de azúcar, solo recibe un machete, una lima y una cantimplora.

Si consideramos que la caña de azúcar se quema entre las 18:00 y 22:00 horas del día anterior a la cosecha, y que la cosecha inicia a las seis de la mañana, podemos deducir que el jornalero ingresa a su labor en condiciones de suelo caliente, debido a esto, es recomendado el uso de zapatos especiales para realizar dicho trabajo, el cual, debería ser proporcionado por el empleador.



Figura 5. Cortador de caña con utensilios de trabajo
(cantimplora y machete).

La caña quemada desprende mucho “tizne” o carbón el cual es absorbido por las vías respiratorias y se adhiere a la piel por efectos del sudor, esto supone que el jornalero debería recibir ropa especial (camisa manga larga) y mascarilla, lo cual es imposible de pensar bajo el esquema de contrato de los jornaleros agrícolas migrantes y locales para la cosecha de la caña de azúcar.

Condiciones de vida. Cuando el jornalero agrícola migrante llega a la región de estudio, proveniente de sus lugares de origen, se encuentra con un panorama no más alentador, que el que dejaron atrás, ya que son confinados en viviendas sin paredes en el interior, con techo de lámina de zinc o de cartón y en donde habitan hombres y mujeres adultos, así como los niños y niñas que los acompañan. En la época de frío (diciembre a febrero) las láminas filtran el frío y en la época calurosa (abril a mayo), estas mismas láminas convierten la habitación en un horno que llega a alcanzar temperaturas que oscilan entre los 40° a 45° C.



Figura 6. Casa o “galera” donde habitan los jornaleros Agrícolas Migrantes y sus familias.

Mientras los Hombres realizan su trabajo en campo, las Mujeres cocinan el almuerzo en fogones de leña. Aunque la mujer no percibe ningún ingreso, su jornada laboral inicia una hora antes que el varón, ya que cuando el varón se va a trabajar ella ya tiene el “lonche” (comida) preparado.

En algunos casos, la mujer acompaña al esposo en la jornada vespertina, ya que, si se requiere ir al campo por las tardes, la mujer acompaña y ayuda en las labores.



Figura 7. Mujer jornalera e hijo finalizando su jornada laboral.

RESULTADOS

Se obtuvieron algunos datos importantes, que nos permiten entender, de manera integral, la situación que viven los jornaleros agrícolas migrantes en la cosecha de caña de azúcar, tales como edad de los jornaleros, estado civil, número de hijos, edad de los hijos, escolaridad de los jornaleros y de los hijos, así como los servicios asistenciales y de salud con los que cuentan.

El 73.5 % de los jornaleros son casados, esto nos indica que al menos una persona (esposa) depende económicamente de Él. Solo el 6 % de los jornaleros agrícolas migrantes no tiene hijos, en contraste, el 73.5 % tiene entre 1 a 3 hijos, casi el 18 % tiene 4 a 5 hijos y el 2.9 % tiene más de 6 hijos.



Gráfico 1. Estado Civil de los jornaleros migrantes.

Los hijos de los jornaleros agrícolas migrantes cortadores de caña tienen edades que oscilan entre 3 y 6 años (49%) y entre 6 y 12 años (41%). Estos niños están en edad escolar, sin embargo, muchos de ellos no asisten a sus clases por que ocupan su tiempo en ayudar a sus padres en las labores de cosecha de caña de azúcar.



Grafico 2. Número de hijos.



Gráfico 3. Edad promedio de los hijos de los jornaleros.

Es importante señalar, que los lugares asignados como habitación para los jornaleros foráneos tiene, en promedio, una dimensión de 20 m de largo por 4 m de ancho (80 m²), y en el 23.5 % de ellas llegan a habitar más de 10 personas (incluidas niñas y niños), a in costado de estas instalaciones, se encuentran los fogones de leña los cuales son utilizados para la preparación de alimentos.



Gráfico 4. Número de personas que habitan en una vivienda (Galera).

Condiciones de Salud. En relación a las condiciones de salud, 7 de cada 10 jornaleros agrícolas que laboran en la cosecha de caña de azúcar no cuentan con servicios sanitarios de calidad, EL 76 % utiliza fosa séptica. Lo que es realmente preocupante, es que en la actualidad (en el esplendor del siglo XXI), un 3 % de la población jornalera migrante, realice sus necesidades fisiológicas en los mismos campos de cultivo (Cañaverales) que se encuentran aledaños a las galeras.



Gráfico 5. Servicios Sanitarios.

En cuestión de servicios, 9 de cada 10 jornaleros migrantes contaban con servicio de energía eléctrica y un dato curioso, el cual no fue incluido en la encuesta, pero que resaltaba a simple vista, es que al menos un integrante de la familia contaba con teléfono celular.



Gráfico 6. Servicio Eléctrico.

Generalmente el varón o los hijos mayores, cuentan con teléfono celular y en muchas ocasiones se “roban” la señal de internet de las escuelas de la localidad o incluso, algunos poseen “datos” propios para navegar por internet.

CONCLUSIONES

En conclusión, las condiciones de vida de los jornaleros agrícolas foráneos cortadores de caña son precarias, con evidente falta a los más fundamentales Derechos laborales y humanos. Hay que mucho que hacer en este sentido, no podemos quedar inmunes ante este grave problema de marginación y abuso hacia este grupo de trabajadores.

La agroindustria azucarera debe modernizarse, no solo en la Industria o en las técnicas agrícolas de producción, también en las condiciones laborales de los jornaleros agrícolas migrantes o locales..

Con la participación del sector azucarero en el comercio europeo, específicamente con el grupo Sucro de la Unión Europea para la exportación del edulcorante, la agroindustria azucarera estará obligada a mejorar las condiciones de vida de los trabajadores jornaleros foráneos, como lo exigen las Normas de la Unión Europea.

REFERENCIAS

- Barrón, A. (2012). ¿Dónde están y cómo están los jornaleros agrícolas?.
www.jornada.unam.mx, pág. 1. Obtenido de <http://www.jornada.unam.mx/2012/03/17/cam-agricolas.html>
- CNPR, C. (2016). <http://caneros.org.mx>. Obtenido de <http://caneros.org.mx>
- Comité de Producción y Calidad Cañera. (2017). Informe de Reunión de Comité. Carlos A. Carrillo, Ver.
- CONAPO. (2017). Anuario de migración y remesas México 2017. México, D.F.: BBVA Research. Obtenido de <https://www.gob.mx/conapo/documentos/anuario-de-migracion-y-remesas-mexico-2017>
- SAGARPA. (17 de 04 de 2018). [sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Documents/Cultivos%20Agroindustriales/Impactos%20Ca%C3%B1a.pdf). Obtenido de <http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Documents/Cultivos%20Agroindustriales/Impactos%20Ca%C3%B1a.pdf>

Implementación de un modelo de producción y comercialización de miel basado en los principios de la Economía Social Solidaria (ESS)

Torres Maza Manuel Cornelio¹, Alvarado Delfín Lilia Alejandra¹, Hernández Rivera Luz Angela¹

¹ *Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Pánuco*
manuel.torres@itspanuco.edu.mx

Palabras clave:

Apicultura, creación de Empresas, Economía Social Solidaria, Modelo de Negocios.

RESUMEN

El propósito de este proyecto es respaldar la visión del Tecnológico Nacional de México de convertirse en un pilar esencial para el desarrollo sostenible, sustentable y equitativo del país. Esto se logrará mediante la creación de Núcleos de Economía Social Solidaria (Nodess) en colaboración con sectores estratégicos en diversas regiones de México. Estos Nodess actuarán como catalizadores para la economía comunitaria en esas áreas, a través de la creación de modelos de negocios integradores que establecerán vínculos entre el sector productivo y académico. Además, se fomentará la creación de empresas con base tecnológica que contribuirán al desarrollo económico.

Se presenta la iniciativa de aplicar una metodología destinada a desarrollar un modelo de negocio fundamentado en la Economía Social y Solidaria (ESS). El objetivo principal es impulsar el crecimiento económico de la región, incrementando los ingresos de los apicultores a través de la innovación y la mejora en la cadena de procesos que abarca la producción y comercialización de la miel de abeja. Asimismo, se pretende promover la formación de cooperativas de producción en la zona norte del estado de Veracruz.

Keywords:

Beekeeping, Entrepreneurship, Social Solidarity Economy, Business Model.

ABSTRACT

The purpose of this project is to support the vision of the National Technological Institute of Mexico to become a fundamental pillar for sustainable, equitable development in the country. This will be achieved through the establishment of Social Solidarity Economy Centers (Nodess) in collaboration with strategic sectors in various regions of Mexico. These Nodess will serve as catalysts for community economies in these areas by creating inclusive business models that establish connections between the productive and academic sectors. Additionally, the project aims to promote the creation of technology-based enterprises that will contribute to economic development.

The initiative is presented to apply a methodology aimed at developing a business model based on the principles of Social Solidarity Economy (SSE). The primary objective is to drive economic growth in the region by increasing the income of beekeepers through innovation and improvements in the entire process chain encompassing beekeeping, honey production, and marketing. Furthermore, there is an intention to encourage the formation of production cooperatives in the northern region of the state of Veracruz

INTRODUCCIÓN

El informe del Coneval, publicado el 5 de agosto de 2021, revela datos preocupantes sobre la situación de pobreza extrema en México. Entre los años 2018 y 2020, se observó un aumento del 1.5% en el porcentaje de la población total que se encuentra en esta situación, lo que significa que ahora un 8.5% de la población vive en condiciones de extrema pobreza. Este incremento representa un total de 2.1 millones de personas adicionales que se sumaron a esta categoría, elevando la cifra de 8.7 a 10.8 millones de individuos en esta situación.

Este aumento en la pobreza extrema pone de manifiesto la creciente desigualdad en el crecimiento económico en México. Es un recordatorio urgente de la necesidad de adoptar enfoques alternativos para abordar este problema social. En este contexto, la Economía Social-Solidaria emerge como una estrategia importante. La Economía Social-Solidaria se basa en principios de cooperación y organización horizontal y transversal. Su objetivo es crear espacios de trabajo sostenibles desde el punto de vista económico, que pongan en primer plano las necesidades humanas y la protección del medio ambiente en lugar de buscar exclusivamente beneficios lucrativos. Este enfoque se presenta como una estrategia efectiva para combatir la pobreza y aumentar los ingresos en las comunidades.

Un área de oportunidad concreta para implementar esta estrategia en México es la producción de miel de abeja. Esta actividad puede ser una excelente inversión complementaria a las actividades agrícolas de los productores de la zona. La miel

goza de una creciente demanda en el mercado provincial, regional y nacional debido a sus propiedades cada vez más valoradas por los consumidores en términos de salud y bienestar. Además, a nivel internacional, los mercados más prometedores se encuentran en países como EE.UU., Europa y Japón. (Ramos, 2016)

El proyecto que se propone tiene como objetivo la creación de un nodo que facilite la formación de alianzas estratégicas. Esto implicaría desarrollar metodologías para el establecimiento de cooperativas, procesos productivos y estrategias de comercialización en las comunidades, específicamente en la Huasteca Alta del estado de Veracruz.

La formación de cooperativas y la producción de miel de abeja pueden generar empleo y aumentar los ingresos en esta región, contribuyendo así a la lucha contra la pobreza extrema. Además, al seguir principios de Economía Social-Solidaria, se fomentaría la cooperación y la equidad, promoviendo un desarrollo económico más justo y sostenible en beneficio de las comunidades locales. (López, 2018)

El aumento de la pobreza extrema en México es un desafío significativo que requiere enfoques innovadores como la Economía Social-Solidaria y la promoción de actividades económicas como la producción de miel de abeja. Este proyecto busca crear alianzas estratégicas y modelos de desarrollo que puedan mejorar la calidad de vida de las comunidades en la Huasteca Alta de Veracruz, representando un paso importante hacia un México más equitativo y próspero. (CONEVAL, 2022)

DESARROLLO

La creación de esta estrategia de modelo de negocios tiene como enfoque central empoderar a la asociación ganadera de apicultores a través de los fundamentos de la economía social. Su principal objetivo radica en el aumento de los ingresos de los miembros de la asociación que residen en diferentes congregaciones. Este

incremento se alcanzaría mediante la mejora de todo el proceso que abarca desde la producción hasta la comercialización de la miel de abeja, lo que permitiría acceder a mercados tanto a nivel nacional como internacional. De manera paralela, se busca impulsar el desarrollo sostenible de la comunidad en cuestión. Además, se contempla la formalización de un centro de economía social en colaboración con Panuco ITSP, lo que potencialmente podría estimular el crecimiento económico y fomentar la solidaridad en toda la región, con beneficios tanto para los apicultores como para la comunidad en su conjunto.

La metodología que se empleará se basará en el método científico, garantizando así la coherencia, confiabilidad y respaldo en las teorías pertinentes al objeto de estudio. Esto se lleva a cabo con el objetivo de que los resultados obtenidos alcancen el máximo grado de confiabilidad.

La investigación se llevará a cabo a través de dos enfoques complementarios: una investigación documental y una investigación de campo orientada hacia la innovación tecnológica, haciendo uso de herramientas administrativas. El propósito principal es la creación de un "Prototipo de Modelo de Negocio Aplicable a la Economía Social Solidaria para el Desarrollo de Procesos Productivos y Comerciales en Comunidades" y/o fortalecer las competencias profesionales relacionadas con la elaboración de modelos de negocios.

La metodología involucra una combinación de enfoques para el desarrollo y la elaboración del proyecto, incluyendo el método de desarrollo social empresarial y el diseño estructural de análisis estadísticos y prototipos de producción estandarizados.

En cuanto al desarrollo empresarial, se utilizará el "Canvas Social", una herramienta integral que facilita la comprensión y el trabajo con el modelo de relación desde una

perspectiva integrada de los procesos de servicio. Este enfoque se centra en aspectos clave: (Sánchez, 2016)

1. Propuesta de Valor: Definir por qué los clientes deberían elegir este modelo sobre la competencia y qué problemas resuelve.
2. Impacto Social: Identificar el impacto positivo en la sociedad y en el medio ambiente que se genera.
3. Propósito: Determinar los objetivos y razones detrás del proyecto.
4. Segmentos de Clientes: Identificar quiénes se beneficiarán y si los compradores y usuarios son los mismos o diferentes.
5. Relación con los Clientes: Establecer estrategias para atraer, mantener y fidelizar a los clientes.
6. Canales: Definir los medios de comunicación con los clientes, incluyendo en línea y fuera de línea.
7. Socios Clave: Identificar alianzas necesarias para el desarrollo del proyecto, como proveedores y colaboradores.
8. Recursos Clave: Determinar los recursos necesarios, como financieros, humanos, tecnológicos e infraestructurales.
9. Actividades Clave: Definir las acciones fundamentales para el funcionamiento del negocio.
10. Ingresos: Establecer las fuentes de ingresos.
11. Estructura de Costos: Identificar todos los costos, tanto fijos como variables.
12. Inversión: Especificar cómo se reinvertirán los beneficios, considerando la sostenibilidad a largo plazo.

Por otra parte, el Design Thinking, también conocido como pensamiento de diseño, es un enfoque de trabajo que potencia la creatividad de los equipos. Aunque inicialmente se desarrolló en el ámbito del diseño, su versatilidad lo ha convertido en una herramienta valiosa para generar ideas innovadoras en diversos campos, como modelos de negocio, marketing, productos y hasta educación. (Rosas, 2018)

El proceso de Design Thinking se estructura en seis etapas clave. En primer lugar, se inicia con la comprensión profunda del problema en cuestión, lo que implica desarrollar una empatía genuina hacia quienes lo experimentan. Esto significa sumergirse en las realidades de las personas afectadas, entendiendo sus necesidades, emociones y urgencias particulares como punto de partida. (Uribe, 2021)

La segunda etapa se enfoca en definir el problema de manera precisa y rigurosa, lo cual requiere investigar a fondo. Esta fase de investigación abarca desde elementos tangibles hasta recursos digitales, permitiendo un análisis completo que servirá como base sólida para el siguiente paso. Además, se investigan soluciones previas y enfoques pasados que puedan proporcionar lecciones valiosas. (Uribe, 2021)

El tercer paso, la etapa de ideación, es el momento de liberar la creatividad y pensar de manera libre y expansiva. Aquí, se alienta a anotar todas las ideas posibles, sin importar cuán inusuales o aparentemente imposibles puedan parecer. Esta fase se trata de la generación de una amplia gama de soluciones potenciales. (Uribe, 2021)

El cuarto paso implica la creación de un prototipo o un plan concreto para abordar el problema identificado. Este prototipo se nutre de la investigación realizada previamente y requiere la toma de decisiones colaborativas dentro del equipo. Aquí, se busca consolidar una estrategia efectiva. (Uribe, 2021)

La quinta etapa se centra en poner a prueba el prototipo y recibir comentarios y retroalimentación de otras personas. Si el prototipo no funciona como se esperaba, se ve como una oportunidad para aprender y mejorar. El proceso de *Design Thinking* abraza el fracaso como una parte integral del proceso de innovación. (Uribe, 2021)

Finalmente, en la sexta etapa, se presenta la solución desarrollada a una audiencia relevante. Este paso es fundamental para comunicar el proceso seguido para resolver el problema y compartir reflexiones críticas. Se utilizan diversos artefactos y productos creados durante todo el proyecto, como bocetos, cálculos, escritos, diagramas, entrevistas y otros, para respaldar la presentación y demostrar el enfoque integral y basado en evidencia empleado. (Uribe, 2021)

Estas metodologías combinan rigurosidad científica y herramientas de desarrollo empresarial para diseñar un modelo de negocio en el contexto de la economía social solidaria, con un enfoque en el impacto social y ambiental positivo, la sostenibilidad y la colaboración. (Uribe, 2021)

RESULTADOS

Los participantes en este proyecto educativo somos docentes que desempeñamos el rol de asesores en el Centro de Innovación y Educación del Estado de Veracruz (CIIE) en Pánuco. Actualmente, estamos involucrados en una alianza estratégica con el Pre-nodess denominado Panuco ITSP. Esta colaboración es parte de nuestros esfuerzos para ser reconocidos en el padrón de Nodess, el cual es gestionado por el Instituto Nacional de la Economía Social (INAES) y la Secretaría de Bienestar. Este proceso se lleva a cabo en virtud de un convenio establecido por el Tecnológico Nacional de México.

A nivel local, ya hemos iniciado colaboraciones significativas. En primer lugar, hemos establecido una relación de trabajo con la asociación de apicultores, con la cual hemos firmado un convenio y actualmente estamos inmersos en proyectos conjuntos. Del mismo modo, hemos extendido nuestra labor a la congregación de Tampuche, ubicada en el municipio de Pánuco, Veracruz. Ambas organizaciones mencionadas anteriormente se convierten en los pilares de nuestra investigación y

desarrollo de modelos sociales. Son nuestros socios estratégicos con quienes llevaremos a cabo pruebas y experimentos para validar y mejorar nuestro enfoque.

Esta iniciativa no solo tiene un alcance local, sino que también está destinada a tener un impacto significativo en el ámbito más amplio de la economía social y el desarrollo comunitario. A través de esta colaboración, buscamos promover el crecimiento económico sostenible, la solidaridad y el bienestar en nuestra región y, potencialmente, en otras áreas con desafíos similares

El impacto inmediato de este proyecto se traduce en la creación de un modelo de negocios que busca impulsar el desarrollo económico en varias comunidades ubicadas en la zona norte del estado de Veracruz. Para lograr este propósito, se está trabajando en la instauración de nodos que se denominan Panuco-ITSP, y es relevante destacar que se ha obtenido la autorización como pre-nodess, con el folio N3022000037. Asimismo, se ha alcanzado la certificación como Dinamizadores de la Economía Social y Solidaria, lo que abre la puerta para avanzar hacia la certificación plena del nodess.

Esta alianza estratégica está diseñada para brindar apoyo a un grupo de 29 apicultores en la creación de una cooperativa orientada a la producción y prestación de servicios. Además, se está planeando la implementación de una cooperativa quesera utilizando la metodología desarrollada, en colaboración con un grupo de agricultores de la comunidad de CNC de Pánuco, compuesto por 250 miembros activos de la zona.

Lo que resulta particularmente relevante en este contexto es la posibilidad de replicar esta metodología en otras áreas de la zona norte del estado de Veracruz. Este territorio enfrenta una situación socioeconómica compleja, con el 55% de su población residiendo en condiciones de pobreza. Por lo tanto, la aplicación exitosa de esta estrategia tiene el potencial de generar un impacto significativo en la mejora

de las condiciones de vida de estas comunidades, al fomentar el desarrollo económico y la creación de oportunidades sostenibles. En última instancia, se trata de un esfuerzo que va más allá de la mera generación de ingresos, ya que busca promover la solidaridad, la cooperación y la inclusión en una región que enfrenta desafíos considerables en términos de desarrollo y bienestar

CONCLUSIONES

El enfoque estratégico que se busca implementar tiene como objetivo primordial empoderar a la Asociación Ganadera de Apicultores, con un énfasis en la economía social, con el fin de mejorar los ingresos de sus miembros en diversas congregaciones. Este incremento se lograría a través de la optimización de la cadena de producción y comercialización de la miel de abeja, permitiendo así su acceso a mercados tanto nacionales como internacionales. Simultáneamente, se aspira a promover el desarrollo sostenible de la comunidad. Además, se considera la formalización de un centro de economía social en colaboración con Panuco ITSP, lo que podría impulsar el crecimiento económico y fomentar la solidaridad en toda la región, generando beneficios tanto para los apicultores como para la comunidad en su conjunto.

La metodología adoptada se basa en el método científico, garantizando la solidez, confiabilidad y respaldo teórico necesario para que los resultados obtenidos sean altamente confiables. Este enfoque se complementa con una investigación documental y de campo, con un énfasis en la innovación tecnológica y herramientas administrativas. El propósito principal es la creación de un prototipo de modelo de negocio aplicable a la economía social solidaria, diseñado para impulsar el desarrollo de procesos productivos y comerciales en comunidades específicas, o fortalecer las habilidades profesionales relacionadas con la creación de modelos de negocios.

Por otro lado, el proceso de Design Thinking, un enfoque centrado en la creatividad, se ha integrado en el proyecto como una herramienta fundamental para generar ideas innovadoras y abordar problemas complejos en diversas áreas, desde modelos de negocio hasta marketing y educación. Este proceso se compone de seis etapas claves que incluyen comprender profundamente el problema, definirlo rigurosamente, idear soluciones creativas, crear prototipos, probar y recibir retroalimentación, y finalmente, presentar la solución a una audiencia relevante.

En conjunto, estas metodologías y enfoques ofrecen un marco sólido para abordar los desafíos que enfrenta la Asociación Ganadera de Apicultores, fomentando la colaboración, la innovación y el desarrollo sostenible, mientras se busca mejorar los ingresos de sus miembros y contribuir al bienestar de la comunidad en general

REFERENCIAS

Coneval. (2021, 5 de agosto). Censo Económico 2019. Comunicado de prensa sobre el Cooperativismo en México. Recuperado de <https://www.fao.org/3/x0475s/x0475s06.htm>

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2022). Medición de la pobreza: El Coneval presenta información referente a la pobreza laboral al tercer trimestre de 2022. Recuperado de https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/ITLP-IS_resultados_a_nivel_nacional.aspx

Emprende a Conciencia. (s.f.). CANVAS SOCIAL (SOCIAL-BUSINESS MODEL CANVAS). Recuperado de <https://www.emprendeaconciencia.com/canvas-social>

López Barrios, C. (2018). Estrategias para la producción y comercialización de miel orgánica al mercado internacional en la cooperativa Maya Vinic, Chenalhó, Chiapas (Tesis de maestría). El Colegio de la Frontera Sur.

Ramos Díaz, A. L., & Pacheco López, N. A. (Eds.). (2016). Producción y comercialización de miel y sus derivados en México: Desafíos y oportunidades para la exportación. Mérida, México.

Rosas Madrigal, G., Ruíz González, S., Martínez Hernández, N. O., Cantú Rodríguez, M. L., & Enríquez de León, A. (2018). MANUAL DE DESIGN THINKING. Educación Superior-Dirección General de Educación Superior Universitaria.

Sánchez Vázquez, J. M., Vélez Elorza, M. L., & Araújo Pinzón, P. (2016). Balanced Scorecard para Emprendedores: Desde el Modelo Canvas al Cuadro de Mando Integral. Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión, 24(1), 37-47.

Uribe Berríos, R. (2021). Design Thinking: Guía digital básica. Instituto Nacional de Aprendizaje. https://www.ina.ac.cr/inavirtual/Documentos%20compartidos/Material_Apoyo/guiaDesignThinking.pdf

Economía Estancada en las PYMES

*Herrera Meza Kimberly Dayan
Hernández Hernández Verónica
Sáenz Córdova Jesús*

*Instituto Nacional de México/Campus Hidalgo del Parral
I21410169@itparral.edu.mx*

Palabras clave:

Economía, estancada, desarrollo, contabilidad y organización

RESUMEN

El nivel económico en las PYMES actualmente es un tema en el cual se debe de tener especial cuidado debido a su casi nulo progreso, por lo cual, el objetivo de este trabajo es identificar las razones por las cuales las PYMES de Parral tienen una economía estancada, así como indagar como la falta de conocimiento contable afecta su desarrollo económico. Primero se realizaron precisiones teóricas y conceptuales sobre el tema, dentro de ello se definen conceptos claves y funciones donde el desarrollo económico es el protagonista, acompañado de temas contables y fiscales. Para ello, en la metodología se elaboró un instrumento de elaboración propia en una escala de Liker del 1 al 5 que se aplicó a 75 encuestados y que sirvió como herramienta de estudio y dio resultados de un alfa de Cronbach 0.830, con error de estimación 0.0143. Además, los encuestados dicen que la administración es clave para el progreso de su empresa, ya que cuenta con mucha competencia en el mercado de sus productos, así que deben tener estrategias de ventajas frente a otras compañías de su categoría, si desean aspirar a que la economía de su negocio este mejor en cinco años, ya que tienen muchas necesidades económicas.

ABSTRACT

The economic level in SMEs is currently an issue in which special care must be taken due to its almost zero progress, therefore, the objective of this work is to identify the reasons why Parral SMEs have a stagnant economy, as well as to investigate how the lack of accounting knowledge affects their economic development. First, theoretical and conceptual precisions on the subject were made, within it key concepts and functions are defined where economic development is the protagonist, accompanied by accounting and tax issues. For this, in the methodology an instrument of own elaboration was elaborated on a Liker scale from 1 to 5 that was applied to 75 respondents and that served as a study tool and gave results of a Cronbach's alpha of 0.830, with an estimation error of 0.0143. In addition, the respondents say that the administration is key to the progress of their company, since it has a lot of competition in the market for its products, so they must have strategies of advantages against other companies in their category, if they want to aspire to that the economy of their business is better in five years, since they have many economic needs.

Keywords:

Economy, stagnant, development, accounting and organization.

INTRODUCCIÓN

La economía es un aspecto importante y fundamental, es fuente de ingresos y eleva la potencia de todos los países a nivel mundial, sin embargo, la economía estancada es una problemática que convierte a todo lo antes mencionado en lo contrario, lo cual se vuelve un obstáculo que si no se atiende con las medidas necesarias y en el momento más pronto posible puede convertirse en una crisis económica.

Dicha economía estancada es un problema que se ha observado en los últimos años, y que en el caso de México es uno de los principales factores que no dejan que el país progrese, y que con el paso del tiempo la problemática se vuelva más grande y a su vez la solución de ella también.

Si hablamos de lugares más específicos, podremos mencionar que, en Hidalgo del Parral Chihuahua, la economía estancada se ve reflejada en su mayoría con las PYMES, lo que resulta mala noticia ya que las PYMES conforman un gran sector de la economía de esta región. Lo cual convierte a la pregunta central del trabajo en la siguiente: ¿Por qué las PYMES de Parral tienen una economía estancada? Y la hipótesis es que la falta de atención en las PYMES de Hidalgo del Parral Chihuahua provoca disminución en su desarrollo económico. El objetivo es identificar las razones por las cuales las PYMES de Parral tienen una economía estancada, así como, determinar los factores de competencia que tienen y describir porque afecta una mala contabilidad administrativa en el desarrollo de ellas.

Para llevar a cabo la investigación, el trabajo se ha estructurado en 3 apartados. En el apartado I “Marco teórico” se seleccionaron 5 lecturas en las cuales se dan a conocer distintos temas referentes a identificar las razones por las cuales las PYMES de Parral tienen una economía estancada, una vez analizadas sirvió de sustento teórico y dio información útil para generar el instrumento de elaboración propia, el apartado II “Metodología” se aplicó el cuestionario a 75 empresarios de Hidalgo del Parral, Chihuahua de manera virtual a través del formulario de Gmail. En el apartado III “Resultados” se logran obtener los datos estadísticos como: media, desviación, correlación total, Alfa de Cronbach, error estadístico, y un análisis multivariable según correlación total a través del software estadístico Statical Package for the Social Sciencies (SPSS, versión 24 de prueba) y se obtienen las tablas de frecuencia, y el análisis multivariable que permite extraer a si mismo las de mayor importancia con respecto a las preguntas que más les interesaron a los encuestados y también las de menor frecuencia, las tablas con los datos nominales y un

Alfa de Cronbach que muestra la confiabilidad de los resultados esperados, dando 0.830 un valor aceptable y un error de estimación 0.0143.

DESARROLLO

Generalidades

Balestrini (2006) señala que el marco metodológico “es el conjunto de procedimientos a seguir con la finalidad de lograr los objetivos de la información de forma válida y con una alta precisión” (p.125) en otras palabras, es la estructura sistemática para la recolección, ordenamiento y análisis de la información, que permite la interpretación de los resultados en función del problema que se investiga.

Diseño de investigación

Dentro de los alcances de esta investigación de tipo explicativa se busca identificar la eficiencia de las PYMES en el nivel de su economía. Es una investigación no experimental porque no se manipularon deliberadamente alguna de las variables, no hay condiciones o estímulos a los cuales se expusieron los sujetos de investigación ni se construyó ninguna situación para ver sus efectos. Es transversal porque la investigación nos dio a conocer la eficiencia de las PYMES en el nivel de su economía. Es de campo porque las encuestas se realizarán en la ciudad de Hidalgo del Parral a 75 PYMES.

Muestra

En este trabajo se utilizará el método no probabilístico, en el cual, de acuerdo con Pineda, Alvarado y canales (1994) “Se toman los casos o unidades que estén disponibles en un momento dado” (p.119), siendo una muestra de aleatorio simple,

Técnicas de Recolección de datos

Falcon y Herrera (2005) se refieren a la técnica de recolección de datos como “el procedimiento o forma particular de obtener datos o información (...) la aplicación de una técnica conduce a la obtención de información, la cual debe ser resguardada mediante un instrumento de recolección de datos” (p.12).

La técnica de recolección de datos que se utilizará en la presente investigación será la encuesta de elaboración propia.

Para García (1993) una encuesta es:

Una investigación realizada sobre una muestra de sujetos representativa de un colectivo que se lleva a cabo en el contexto de la vida cotidiana, utilizando procedimientos

estandarizados de interrogación con el fin de obtener mediciones cuantitativas de una gran variedad de características objetivas y subjetivas de la población.

Instrumentos de recolección de datos

Un instrumento de recolección de datos es en un principio:

Cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a fenómenos y extraer de ellos información. De este modo el instrumento sintetiza en sí la labor de la investigación, resume los aportes del marco teórico al seleccionar datos que corresponden a los indicadores y, por lo tanto, a las variables o conceptos utilizados. (Sabino 1992, p.88) Dicho instrumento es un cuestionario de elaboración propia y está integrado por 5 variables nominales (edad, género, tipo de PYME, años de ejercicio y el de la misma) y 30 variables de intervalo en escala de Likert del 1 al 5.

Técnicas de procesamientos de datos

La técnica que se utilizará en el procesamiento de los datos será la estadística descriptiva que consiste en “un conjunto de procedimientos que tienen por objeto presentar masas de datos por medio de tablas, gráficos y/o medidas de resumen.

Herramientas para el procesamiento de datos

Una herramienta es un medio físico que nos permite registrar o medir la información.:

Para llevar a cabo la tabulación de los datos que se obtendrán por el cuestionario que se aplicará a las PYMES en la ciudad de Hidalgo del Parral y se utilizará el programa Microsoft Office Excel y el software estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS, versión prueba) para Windows.

RESULTADOS Sujetos de investigación En base a los datos demográficos obtenidos por el paquete estadístico SPSS (versión de prueba 22), se obtuvo que del total de 75 encuestados el 100% fueron PYMES de Hidalgo del Parral, Chih.

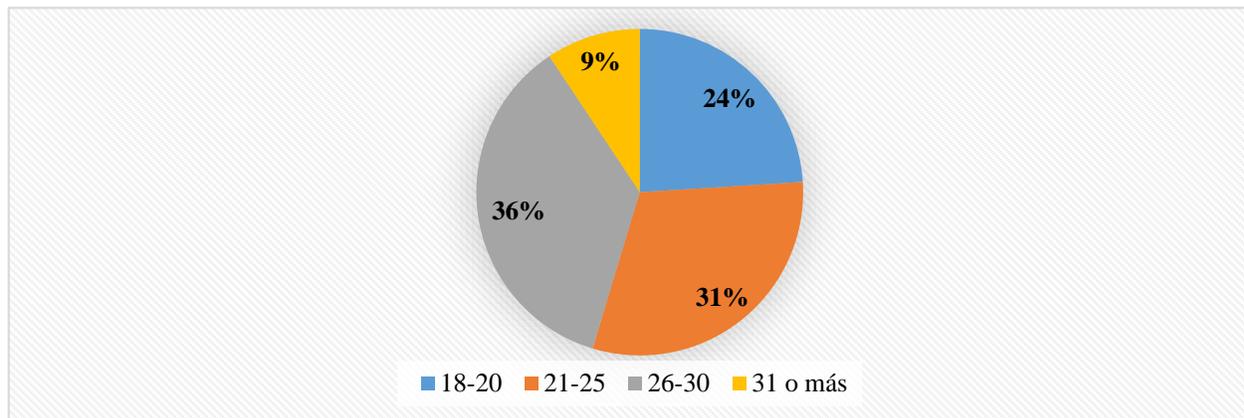


Figura 1: Edad

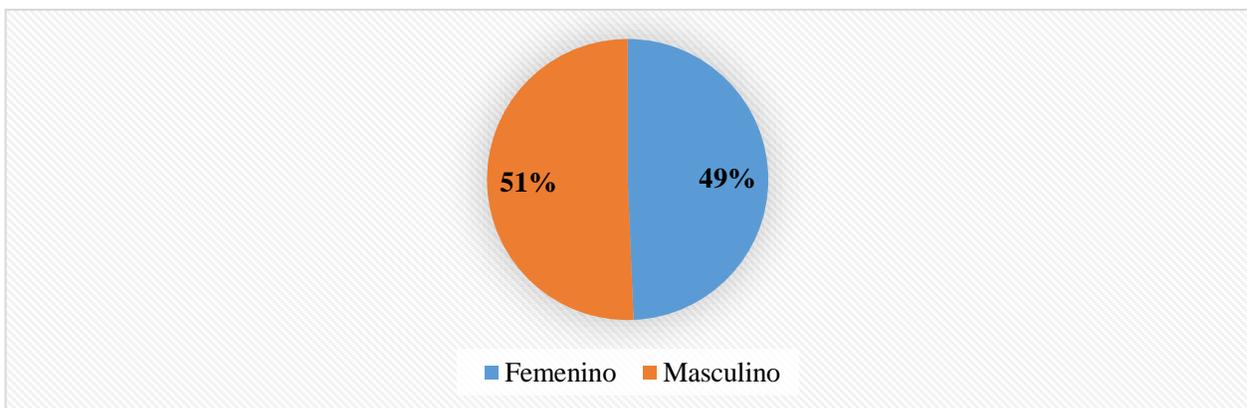


figura 2: Género

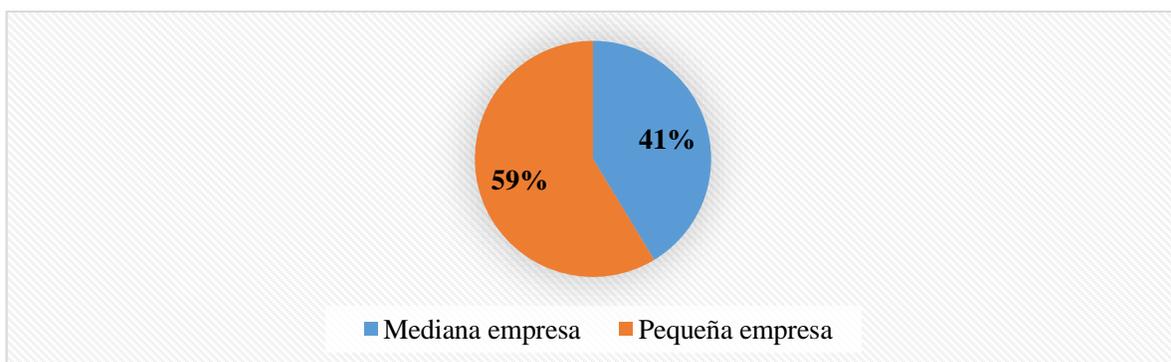


figura 3: Tipo de PYME

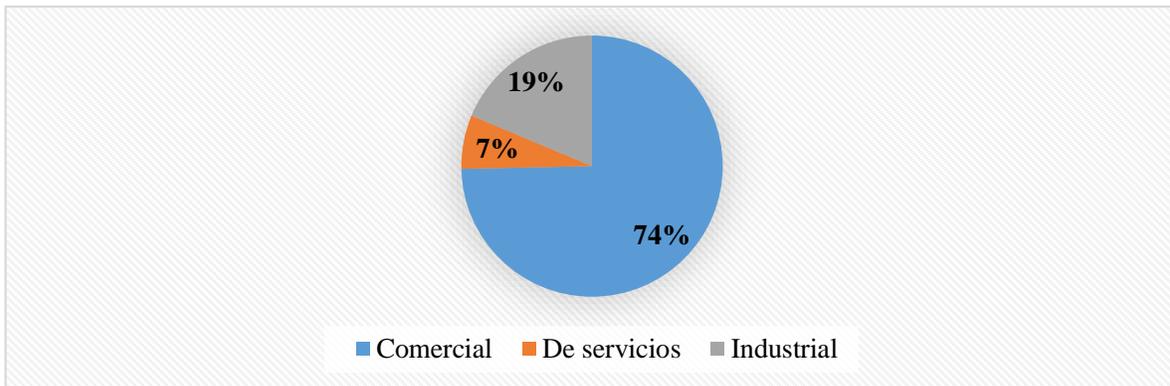


figura 4: Giro de la PYME

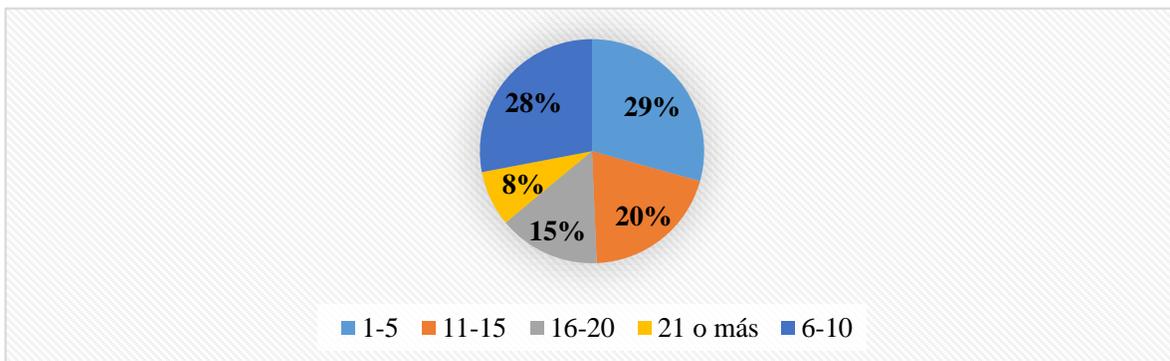


figura 5: Años de ejercicio de la PYME

Tabla 1: Lo más común de la economía estancada en las PYMES

VARIABLES	Media	Desviación estándar	Correlación total	Alfa de Cronbach
27.- La administración es clave para el progreso de su empresa	3.6267	1.2603	0.5390	0.8173
16.- Cuenta con mucha competencia en el mercado de sus productos	3.5200	1.3086	0.5101	0.8182
15.- Aspira a que la economía de su empresa este mejor en 5 años	3.4133	1.1979	0.4914	0.8194
23.- Tiene estrategias de ventajas frente a otras PYMES de su categoría	3.2267	1.1219	0.4714	0.8204
4.- Las PYMES tienen muchas necesidades económicas	3.3200	1.2429	0.4661	0.8201

Tabla 2: Lo menos común de la economía estancada en las PYMES

Variables	Media	Desviación estándar	Correlación total	Alfa de Cronbach
17.- Es difícil mantener fuerte su empresa	3.6000	1.2081	0.2294	0.8287
26.- Considera "exceso" la cantidad de gastos de su negocio	3.3333	0.9910	0.2135	0.8286
10.- La contabilidad afecta su empresa	3.2000	1.1968	0.1815	0.8303
7.- Hay falta de control en su empresa	3.1600	1.1155	0.0438	0.8343
5.- Su negocio tiene economía estancada	3.0933	1.1988	0.0235	0.8357

CONCLUSIONES

La investigación realizada determina algunos factores que forman parte de la disminución en la economía de las PYMES en Hidalgo del Parral, Chihuahua, en los cuales se pudo analizar como la falta de conocimiento contable afecta el desarrollo económico en las PYMES para determinar los factores de competencia que tienen así como investigar cuando la planeación fiscal puede ser una estrategia en ellas para poder describir porque afecta la ausencia de una contabilidad administrativa en su desarrollo y en su nivel financiero. Lo cual permite confirmar la hipótesis planteada ya que la falta de atención en las PYMES de Hidalgo del Parral, Chihuahua si provoca disminución en su desarrollo económico en 2023. Sin embargo, la falta de atención en ellas no es el único factor potencial, y por ello se investigaron otros, a los cuales hay que poner el mismo nivel de esfuerzo para lograr un mejor desempeño económico.

En este sentido el estudio del fracaso en las PYMES permite el siguiente diagnóstico: Con respecto a las variables demográficas se pudo observar de los 75 encuestados, el 36% dice tener entre 26 y 30 años, el 31% entre 21 y 25 años, el 24% de 18 a 20 años y el 9% tiene 31 o más años, esto describe el 100%. En el género la diferencia fue nula ya que el 51% son hombres y el 49% mujeres, esto describe el 100%. Los porcentajes del tipo de PYME fueron el 59% es pequeña empresa y el 41% es mediana empresa, esto describe el 100%. Para el tipo de empresa hubo una diferencia notable con un 74% de negocio comercial, el 19% de industrial y el 7% es de servicios, esto describe el 100%. Y en los años de ejercicio la diferencia fue casi nula con los siguientes porcentajes: el 29% tiene de 1-5 años de ejercicio, el 28% 6-10 años, el 20% con 11-15 años, el 15% de 16 a 20 años y el 8% con 21 o más años, esto describe el 100%.

En lo más común, con respecto a la economía estancada en las PYMES, los encuestados definen que la administración es clave para el progreso de su empresa ya que cuenta con mucha competencia en el mercado de sus productos así que deben tener estrategias de ventajas frente a otras compañías de su categoría si desean aspirar a que la economía de su negocio este mejor en cinco años ya que tienen muchas necesidades económicas. Esto se demuestra en las decisiones de los encuestados ya que de 75 respuestas el 30.67% dice estar muy de acuerdo con que la administración es clave para el progreso de su empresa, al igual que otro 30.67% dice estar de acuerdo con que cuenta con mucha competencia en el mercado de sus productos, además una pregunta difícil gracias a que el 29.33% dice estar indeciso con que aspira a que la economía de su empresa este mejor en 5 años, y algo alternante si de estrategias para seguir en el mercado se habla es que el 30.67% dice estar en desacuerdo con que tiene estrategias de ventajas frente a otras PYMES.

REFERENCIAS

- Balestrini. (2006). *Capitulo III Marco Metodologico de la investigación* . Obtenido de <https://proyectoseducativoscr.wordpress.com/elaboracion-del-ante-proyecto/capitulo-iii-marco-metodologico-de-la-investigacion/>
- Fernando, M. G. (1993). *La encuesta*. Obtenido de https://nanopdf.com/download/la-encuesta_pdf
- Herrera, F. y. (2005). *Analisis de dato estadístico*. Obtenido de <http://files.pnfa-iuty-yaracuy.webnode.com.ve/200000046-c8762c96c2/Analisis%20del%20Dato%20Estadistico.pdf>
- ONU. (2021). *Noticias ONU*. Obtenido de La economía de América Latina continúa estancada y las perspectivas apuntan a un bajo crecimiento: <https://news.un.org/es/story/2021/11/1465241>
- Pineda, D. a. (1994). *Metodología de la investigación*. Obtenido de <http://187.191.86.244/rceis/registro/Metodologia%20de%20la%20Investigacion%20Manual%20para%20el%20Desarrollo%20de%20Personal%20de%20Salud.pdf>
- Sabino. (1992). *El proceso de la investigación*. Obtenido de http://paginas.ufm.edu/sabino/ingles/book/proceso_investigacion.pdf
- Sánchez. (2021). Estancamiento económico en México. *Investigación economica*, 52(27), 87-126. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/601/6012024205.pdf>

Aplicación de la nanomedicina en traumatismo crónico

Méndez Gómez Valeria, Galaviz Pérez Jorge Alberto, Uribe López Sheila Aryani

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez, Academia de Ingeniería en Nanotecnología, Jalpa de Méndez, Tabasco, México.

172s4031@egresado.ujat.mx

Palabras Claves:

*Nanotecnología
Nanomedicina
Nanobiotechnología*

Resumen

La nanotecnología ofrece una amplia gama de aplicaciones en sus diferentes campos. Uno de los campos más estudiados a nivel mundial es el área médica donde promete ser beneficiosa en la lucha contra las necesidades médicas no cubiertas dando una perspectiva formidable donde la nanomedicina está progresando. La aplicación de la nanotecnología en el campo de la medicina está en proceso de práctica médica revolucionando en todo el mundo esto es debido a las bio aplicaciones médicas, incluida la biodetección, la transferencia de medicamentos y el diagnóstico de imágenes, especialmente en el área del diagnóstico y el tratamiento del cáncer. Sin embargo, existe una tendencia creciente hacia la expansión de los instrumentos nanobiotechnológicos en una serie de aplicaciones en el traumatismo crónico donde tienen una nueva precisión y eficiencia. Por lo tanto, en este artículo, investigaremos las aplicaciones médicas de materiales a nanoescala y el mercado de la nanomedicina.

ABSTRACT

Nanotechnology offers a wide range of applications in its different fields. One of the most studied fields worldwide is the medical area where it promises to be beneficial in the fight against unmet medical needs, giving a formidable perspective where nanomedicine is progressing. The application of nanotechnology in the field of medicine is in the process of revolutionizing medical practice throughout the world. This is due to biomedical applications, including biosensing, drug transfer and imaging diagnosis, especially in the area of diagnosis and cancer treatment. However, there is a growing trend towards the expansion of nanobiotechnological instruments into a number of applications in chronic trauma where they have a new precision and efficiency. Therefore, in this article, we will investigate the medical applications of nanoscale materials and the nanomedicine market.

Keywords:

*Nanotechnology
Nanomedicine
Nanobiotechnology*

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el trauma constituye un problema de salud pública, siendo la primera causa de mortalidad en la población entre los 15 y 45 años de edad, lo cual conlleva a que siga siendo objeto de estudio en diferentes áreas de la práctica clínica.¹

El tamaño del problema TRAUMA consigue especial interés mientras se convierte en una verdadera enfermedad pandémica que no es superada ni por las patologías más temibles, si poseemos presente que produce más muertes y consecuencias que la mayor parte de ellas.²

Dos enormes situaciones han causado y ocasionan heridas traumáticas en grandes masas de población: los desastres naturales y las guerras. El tamaño que consigue el problema TRAUMA en las dos no es complicado de imaginarse, puesto que diariamente se reciben informaciones escalofriantes de ellas .²

Cada día en el mundo, cerca de 16 000 personas mueren a causa de todo tipo de traumatismos. Estos representan 12% de la carga mundial de morbilidad, la tercera causa más importante de mortalidad general y la principal causa de muerte en el grupo de edades de 1 a 40 años.³ En todo el mundo, en el orden de los traumatismos predominan los sufridos por colisiones en la vía pública. Según los datos de la OMS, las muertes por traumatismos causados por el tránsito representan 25% de todas las defunciones por traumatismo.⁴

Gracias a los parámetros de la colección y la exploración de datos acerca de traumatismos, a los inconvenientes de subnotificación y a las diferencias de interpretación, varían las estimaciones de la cifra anual de defunciones imputables al tránsito. Las porciones van de cerca de 750 000 ,⁵ cifra que es posiblemente una subestimación, pues el cálculo se fundamenta en datos de 1998, a 1 183 492 por año, lo cual equivale a bastante más de 3000 vidas perdidas todos los días.

Alrededor de 85% de las defunciones imputables al tránsito, 90% de los años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD) perdidos a causa del tránsito, y 96% de los niños que mueren por esta misma causa en el mundo se concentran en los países de ingresos bajos y medios. Más de 50% de las muertes afectan a adultos jóvenes de edades comprendidas entre los 15 y los 44 años,⁶ Entre los niños de 5 a 14 años y los jóvenes de 15 a 29 años, los traumatismos causados por el tránsito son la segunda causa de muerte en el mundo.

En los países y regiones de ingresos bajos “en África, Asia, el Caribe y la mayor parte de América Latina”, los peatones, los pasajeros, los ciclistas, los usuarios de vehículos motorizados de dos ruedas y los ocupantes de autobuses y minibuses se cuentan entre las principales víctimas del tránsito.^{7,8} En cambio, en la mayoría de los países de ingreso alto, las principales víctimas son los ocupantes de automóviles. Sin embargo, cuando se consideran las tasas de mortalidad comparadas (defunciones debidas a todo tipo de exposición) para todos los usuarios del sistemavial estas diferencias regionales desaparecen. En casi todas partes, el riesgo de morir a causa de un choque es mucho mayor para los usuarios vulnerables de la vía pública (peatones, ciclistas y motociclistas) que para los ocupantes de vehículos.^{8,9}

La cantidad de muertes causadas por el tránsito representa solo la "punta del iceberg" del total de recursos humanos y sociales dilapidados por causa de los traumatismos debidos al tránsito. La OMS estima que, cada año, entre 20 y 50 millones de personas en el mundo son víctimas de traumatismos o sufren discapacidades debido a choques en la vía pública (este cálculo es muy amplio porque toma en cuenta una considerable su notificación del número de víctimas).¹⁰ En muchos países de ingresos bajos y medios, la carga de las lesiones causadas por el tránsito llega a representar entre 30% y 86% del total de admisiones por traumatismo en los establecimientos de salud.^{11,12}

Si bien en las naciones de ingresos elevados se prevé una disminución de alrededor de 30% en las muertes causadas por choques en la vía pública, las tendencias recientes y proyectadas en las naciones de ingresos bajos y medios presagian un monumental incremento de la mortalidad mundial por este motivo entre 2000 y 2020. Por otro lado, según las tendencias recientes, es posible que para 2020 las heridas causadas por choques en la vía pública pasarán a utilizar el tercer sitio en la lista de razones de años de vida ajustados en funcionalidad de la discapacidad perdido. En la actualidad el desarrollo científico y tecnológico permite la mejor atención a dichos pacientes, aunque se preserva una alta mortalidad en dependencia de componentes involucrados con el modo de embestida, la época de evolución, la demora en la atención, la dificultad de la lesión, los órganos dañados, entre otros.² Resultaría entonces obvio plantearse que la incidencia de traumas en nuestro medio es alta, trayendo como resultado un alto número de fallecimientos gracias a su gravedad.

DESARROLLO

La presente investigación se enfocará en las lesiones traumáticas accidentales ocupan los primeros lugares en morbilidad en todas las edades y en especialmente en niños donde se debe tener presente además que solamente en el 70% de traumas los pacientes llegan a la consulta médica. Dentro de las lesiones traumáticas están los accidentes de tránsito, que afectan principalmente a adultos y jóvenes de entre 15 a 29 años, en este grupo constituye la primera causa de muerte. Cada año en el mundo se producen 1.24 millones de muertes por accidentes de tránsito y entre 20 a 50 millones padecen traumatismos no mortales **(OMS 2014)** .¹³

En diferentes países se han adoptado leyes integrales sobre los factores de riesgo fundamentales como: límites de velocidad, el uso de casco para motociclistas y ciclistas, cinturón de seguridad, sujetadores para niños, control de niveles de alcoholemia, distractores; Sin embargo, los resultados no son muy alentadores **(OMS 2014)**. Las lesiones accidentales son causa importante de morbilidad, mortalidad y secuelas y aquí es donde se involucra la nanomedicina ya que tiene posibilidad de curar enfermedades desde dentro y fuera del cuerpo humano, el diseño de sensores que detecten los cambios del cuerpo como diagnósticos más específicos .¹³

Traumatismo y clasificación

Un traumatismo es una lesión producida ya que nos golpeamos con algo duro, por ejemplo, al caer al suelo, o por las escaleras. O bien que algo duro nos golpea, ejemplificando, con un palo. Aquel golpe daña la dermis y los tejidos situados por abajo de ella. De esta forma a menudo rompe los vasos, que sangran y poseemos hematomas o moratones, otras veces rompe o fractura los huesos, o desvía alguno de los que conforman una articulación, lo cual llamamos luxación de la misma, o inclusive rompe la dermis dejando al descubierto lo cual hay abajo, y que llamamos herida, que puede complicarse ya que a menudo sangramos o después al estar en contacto o con el ambiente puede llenarse de bacterias, o sea se infecta.¹⁴

Energía mecánica

Produce alteración patológica por acción sobre células, tejidos, órganos y sistemas. Es transmitida por un medio físico que puede ser sólido, líquido o gas. La lesión se puede producir por presión, tracción, cizallamiento y que frecuentemente se asocian.¹⁵

Alteraciones morfológicas

Producen deformaciones que pueden ser elásticas, inelásticas o plásticas y finalmente la rotura. Las alteraciones pueden ser sin solución de continuidad o con solución de continuidad.¹⁵

Apoptosis

La apoptosis es la muerte celular programada. Tras la apoptosis quedan cuerpos apoptóticos con membrana propia, producción de ATP y síntesis proteica y no da respuesta inflamatoria al no haber liberación de contenido celular.¹⁵

Necrosis

En cambio, la necrosis es la pérdida irreversible de funciones metabólicas celulares y la integridad de la membrana celular.¹⁵

Taxonomía de la piel

La piel es uno de los mayores y más importantes órganos de la anatomía. Es la primera barrera entre el exterior y el organismo, por tanto, constituye la primera línea de defensa frente a las agresiones, así como el primer sistema de relación con el exterior.¹⁶

Consta de diferentes capas:

- Epidermis o capa córnea.
- Dermis o corion.
- Zona subcutánea.

Son lesiones externas o internas del organismo que se pueden producir por una lesión exterior o interior. Según el tipo de energía empleada pueden ser mecánicos, térmicos, eléctricos o nucleares, aunque es frecuente la asociación entre varios de ellos.¹⁵

Una herida es una pérdida de continuidad de las partes blandas del organismo (piel o mucosas) que da lugar a una interrupción en la estructura del tejido, así como a una comunicación entre el interior y el exterior del organismo. Como consecuencia de esta pérdida de continuidad, hay una pérdida de la esterilidad existente en el interior y puede producirse infección. Otra consecuencia de la discontinuidad son las posibles lesiones en los tejidos u órganos adyacentes (daño en las estructuras

colindantes a la misma) .¹⁶

Clasificación

Hay diversas maneras de clasificar las heridas:

- Según el agente que las haya originado.
- Según el riesgo de infección.
- Según su evolución.

Se calcula que el 15% de los pacientes sometidos a cirugía electiva y el 30% de los pacientes cuya intervención se clasificó como "contaminada" sufren infecciones de la herida quirúrgica (IHQ). Los pacientes con IHQ tendrán estancias hospitalarias más prolongadas y mayor riesgo de morbilidad y mortalidad. Los costes de su tratamiento serán, además, mayores. Los programas de gestión de las heridas que reducen la incidencia de IHQ mejorarán los resultados de los pacientes y reducirán el coste del tratamiento .¹⁷

Resulta casi inevitable que tanto las heridas quirúrgicas como las crónicas se contaminen, en cierta medida, de bacterias. Si se permite que proliferen, el número cada vez mayor de bacterias llegará a provocar la colonización o la infección crítica de la herida. Si no se gestiona de manera adecuada, podría producirse la cicatrización tardía de la herida quirúrgica, su descomposición y la transferencia de bacterias al entorno. No obstante, para muchas heridas crónicas en las que los números de bacterias pueden mantenerse en niveles bajos, puede lograrse la cicatrización sin que se desarrolle la infección .¹⁷

Teniendo en cuenta el aumento de la resistencia bacteriana a los antibióticos y que las bacterias de las heridas pueden retrasar la curación, es necesario prevenir la proliferación de bacterias en las heridas, a la vez que se limita el uso profiláctico de los antibióticos. Los antisépticos proporcionan una estrategia antibacteriana alternativa y, al afectar a numerosos objetivos, es menos probable que generen resistencia cuando se usan como profilaxis durante un largo período de tiempo. El polihexametileno biguanida (PHMB) es un antiséptico que lleva usándose unos 60 años de forma generalizada sin que se haya detectado el desarrollo de resistencia. Resulta poco tóxico y tiene aplicaciones tan dispares como el tratamiento de las enfermedades oculares o la desinfección de piscinas .¹⁷

La mayoría de las heridas de la piel pasan por un proceso bien definido de curación, hasta llegar al cierre de la herida. La infección bacteriana es uno de los diversos factores que pueden retrasar la curación o provocar el desarrollo de una herida

crónica. En el caso de las heridas quirúrgicas, puede demostrarse una relación entre el desarrollo de la infección de la herida y los tiempos prolongados de curación. Comparando el tamaño inicial de la herida y el tiempo de curación puede demostrarse una relación directa y calcularse el tiempo estimado de curación. Si se produce infección de la herida, esta relación no se cumple y se reduce la velocidad de cierre de la herida. Las heridas con los recuentos de bacterias más elevados tardan en curar más tiempo del pronosticado. El impacto en la curación también puede verse influido por el número de organismos presentes y, para la mayoría de los organismos, se considera que $> 10^5$ organismo por gramo de tejido impedirán la curación .¹⁷

La flora de las heridas abiertas que se cierran mediante cicatrización secundaria es poli microbiana, por lo que la cicatrización puede considerarse como un equilibrio entre los factores negativos aplicados por el número cada vez mayor de organismos a medida que proliferan y la capacidad de la respuesta inmunológica del huésped para evitar esa proliferación. Incluso un entorno limpio en superficie estará contaminado con una serie de bacterias y, al proporcionar el tejido de la herida un medio tan bueno para el crecimiento de bacterias, es muy probable que todas las heridas estén, en cierta medida, contaminadas con bacterias. De aquí surge el concepto del "continuo bacteriano" (Figura 1), que describe el efecto que tiene en el tejido de la herida el número cada vez mayor de bacterias. Tras la intervención quirúrgica, una herida estéril se contamina rápidamente con bacterias que llegan a colonizar el tejido de la herida. ¹⁷

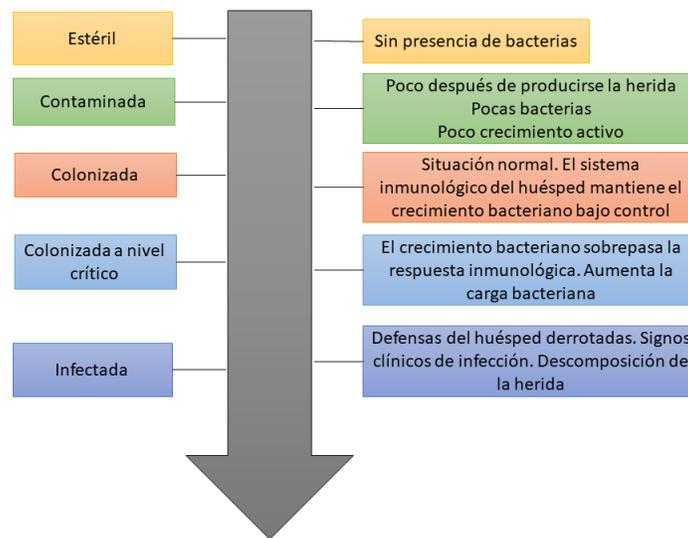


Figura 1: El continuo infeccioso

Biocompatibilidad

Los nanomateriales biocompatibles están revolucionando muchos aspectos de la atención médica preventiva y terapéutica, que ya están desempeñando un papel importante en el desarrollo de nuevos dispositivos médicos, prótesis, tecnologías de bioensayo, tecnologías de reparación y reemplazo de tejidos, sistemas de administración de fármacos y técnicas de diagnóstico. En los últimos años, se ha prestado mucha atención a la síntesis y aplicaciones de nanomateriales funcionales biocompatibles, debido a su potencial prometedor y aplicaciones prácticas en ciencias biomédicas, biosensores, diseño de biochips, administración de fármacos, diagnóstico y terapia del cáncer, dispositivos implantables, vectores genéticos, bionanotecnología e ingeniería de tejido .¹⁸

La biocompatibilidad de los nanomateriales se define como "la capacidad de un material para provocar una respuesta adecuada del huésped en una situación específica". Los tres dogmas que desempeñan un papel importante en esta definición son que un material tiene que desempeñar las funciones previstas y no limitarse a estar presente en el tejido, que la reacción inducida tiene que ser adecuada para la aplicación prevista, y que la naturaleza de la reacción a un material concreto y su idoneidad pueden ser diferentes de un contexto a otro .¹⁹

La investigación de los bionanomateriales ha surgido como un nuevo campo apasionante, reconocido como una nueva frontera interdisciplinar en el campo de las ciencias de la vida y de los materiales. Los grandes avances en materiales para biochips, materiales biomiméticos a nanoescala, nanomotores, materiales nanocompuestos, biomateriales de interfaz, nanobiosensores y sistemas de administración de nanofármacos tienen una enorme perspectiva en aplicaciones industriales, de defensa y de medicina clínica. Las biomoléculas desempeñan un papel muy importante en la nanociencia y la nanotecnología; por ejemplo, los ácidos nucleicos peptídicos (PNA) sustituyen al ADN y actúan como una herramienta/sonda biomolecular en la genética molecular, el diagnóstico y la citogenética, y tienen un enorme potencial en la industria farmacéutica para el desarrollo de biosensores. Los materiales biosensores, como las enzimas, los anticuerpos, las sondas de ácido nucleico, las células, los tejidos y los orgánulos, reconocen de forma selectiva los analitos objetivo, mientras que los transductores, como los electroquímicos y los ópticos, piezoeléctricos, térmicos y magnéticos pueden monitorizar cuantitativamente las reacciones bioquímicas .¹⁹

La biocompatibilidad en el contexto de la administración de fármacos y definida como "una expresión de la benignidad de la relación entre un material y su entorno biológico". En general, se alcanza un alto grado de biocompatibilidad cuando un material interactúa con el cuerpo sin inducir respuestas tóxicas, inmunogénicas, trombogénicas y carcinogénicas inaceptables. Hay una serie de factores relevantes que deben considerarse para evaluar la biocompatibilidad los siguientes:

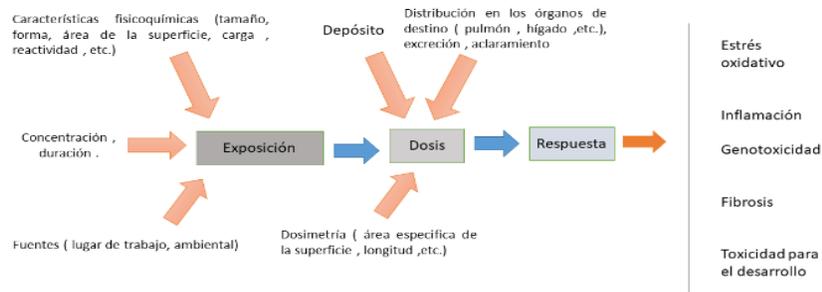
- La biocompatibilidad depende en gran medida de la anatomía, lo que hace que las reacciones a los materiales particulares sean diferentes de un lugar a otro. Por ejemplo, las nanoesferas y microesferas biodegradables a base de polímeros, comolas basadas en el ácido láctico-co-glicólico (PLGA), suelen provocar una reacción tisular bien caracterizada y subjetivamente leve, mientras que las mismas partículas introducidas en el tejido conectivo suelto que rodea los nervios provocan inflamaciones agudas bastante fuertes. Por lo tanto, otro hecho que hay que tener en cuenta es que, si un biomaterial para una aplicación concreta puede causar un efecto adverso en un tipo de tejido específico, no necesariamente provocará la misma respuesta si se utiliza para una aplicación diferente o en un tipo de tejido distinto .¹⁹
- Desde una perspectiva interrelacionada, las características intrínsecas de los biomateriales no determinarán exclusivamente si ese material concreto es

biocompatible o no. Por ejemplo, las nanopartículas de PLGA que se eliminan rápidamente del cuerpo no suelen causar adhesión peritoneal, mientras que las micropartículas de PLGA que permanecen más tiempo en la cavidad peritoneal sí causan adherencias peritoneales. Por lo tanto, la vida media de la exposición es otro factor importante que hay que tener en cuenta.¹⁹

- La biocompatibilidad es una cuestión relativa que depende de la relación riesgo-beneficio, y se basa en una declaración subjetiva, ya que, en general, la inflamación desaparece totalmente con el tiempo, y los tejidos vecinos no presentan una buena prueba de daño.¹⁹

Por último, pero quizás lo más importante, la falta de datos adecuados sobre los procesos biológicos en respuesta a los materiales extranjeros, así como la insensibilidad de los métodos disponibles para la biocompatibilidad, han limitado la comprensión de la biocompatibilidad de los materiales. En conjunto, podemos concluir que la biocompatibilidad de los materiales depende de su estructura, formulación y muchos otros factores, como se ha descrito anteriormente, y puede referirse a un efecto local o total en el organismo.

En consecuencia, utilizar materiales biocompatibles en un sentido absoluto sería engañoso. Los nanomateriales biocompatibles están revolucionando muchos aspectos de la atención sanitaria preventiva y terapéutica, y ya están desempeñando un papel importante en el desarrollo de nuevos dispositivos médicos, prótesis, tecnologías de bioensayo, tecnologías de reparación y sustitución de tejidos, sistemas de administración de fármacos y técnicas de diagnóstico. Los nanomateriales biocompatibles se utilizan para sustituir o se aplican directamente en lugar de los materiales naturales para funcionar o entrar en contacto con los sistemas vivos.¹⁹ Un biomaterial es un sistema que ha sido diseñado para adoptar una forma capaz de dirigir el curso de procedimientos diagnósticos o terapéuticos mediante el control de sus interacciones con el cuerpo vivo. En este amplio campo de investigación, los biomateriales nanoestructurados capaces de conjugar las propiedades químico-físicas típicas de los nanosujetos con biocompatibilidad son candidatos atractivos para diseñar y realizar materiales innovadores para aplicaciones en biomedicina. Dado que las interacciones que surgen en la interfaz entre un biomaterial y el cuerpo vivo son de primordial importancia para la aplicabilidad del biomaterial, el estudio de la estructura química y molecular de la superficie del material es de suma importancia para el desarrollo de biomateriales innovadores y funcionales.²⁰

Nanotoxicología**Figura 2. El paradigma de exposición-dosis**

La nanotoxicología se centra en determinar los efectos adversos de los nanomateriales en la salud humana y el medio ambiente. La nanotoxicología busca establecer e identificar los daños de los nanomateriales de ingeniería y requiere un enfoque de equipo multidisciplinario que incluya toxicología, biología, química, física, ciencia de los materiales, geología, evaluación de la exposición, farmacocinética y medicina. La nanotoxicología actual se centra en estudios *in vitro*, estudios de toxicodinámica y estudios *in vivo*.²¹

Estudios *in vitro*

Básicamente estudios en órganos aislados, cultivo celular (una o varias líneas), piezas de tejido, sistemas subcelulares como microsomas para estudios de inducción enzimática. Se buscan conocer los mecanismos toxicológicos agudos, subcrónicos y crónicos. Los paradigmas actuales del mecanismo toxicológico de nanopartículas incluyen: Apoptosis, Disfunción mitocondrial, Stress oxidativo. La nanotoxicología actual se basa en el paradigma de exposición-dosis-respuesta de las NPs, según el cual, la exposición a NP con diversas características fisicoquímicas mediante la inhalación, ingestión o a través de la piel puede derivar en su distribución a otros sistemas del organismo distintos del de entrada.²¹

Los posibles mecanismos de toxicidad inducidos por la exposición a las partículas son muy complejos y dependen de la vía de exposición, la dosis, la respuesta del organismo, la susceptibilidad y las propiedades fisicoquímicas específicas de las partículas (figura 2).²¹

Figura 2. El paradigma de exposición-dosis-respuesta

La exposición primaria a las nanopartículas puede producirse a través de los pulmones, de la piel o del intestino, pero su desplazamiento hacia otros órganos plantea la posibilidad de que actúen distintos mecanismos de toxicidad en función del órgano de destino. Por ejemplo, las condiciones de óxido-reducción pueden ser desde muy oxidantes, como sucede en la piel o en los pulmones, hasta muy reductoras, por ejemplo, en el intestino o en zonas intersticiales; esto puede afectar considerablemente a los mecanismos que desencadena el estrés oxidativo.²¹

Nanomateriales con aplicación antimicrobiana y antibacteriana

Las nanopartículas (NP) se utilizan cada vez más para atacar bacterias como alternativa a los antibióticos. La nanotecnología puede ser particularmente ventajosa en el tratamiento de infecciones bacterianas. Los ejemplos incluyen la utilización de NP en recubrimientos antibacterianos para dispositivos implantables y materiales medicinales para prevenir infecciones y promover la cicatrización de heridas, en sistemas de administración de antibióticos para tratar enfermedades, en sistemas de detección bacteriana para generar diagnósticos microbianos y en vacunas antibacterianas para controlar infecciones bacterianas. Los mecanismos antibacterianos de las NP son poco conocidos, pero los mecanismos actualmente aceptados incluyen la inducción del estrés oxidativo, la liberación de iones metálicos y mecanismos no oxidativos. Los múltiples mecanismos de acción simultáneos contra los microbios requerirían múltiples mutaciones genéticas simultáneas en la misma célula bacteriana para que se desarrolle la resistencia antibacteriana; por lo tanto, es difícil que las células bacterianas se vuelvan resistentes a las NP.²²

Las infecciones bacterianas son una causa importante de infecciones crónicas y mortalidad. Los antibióticos han sido el método de tratamiento preferido para las infecciones bacterianas debido a su rentabilidad y potentes resultados. Sin embargo, varios estudios han proporcionado evidencia directa de que el uso generalizado de antibióticos ha llevado a la aparición de cepas bacterianas multirresistentes. De hecho, las superbacterias, que son resistentes a casi todos los antibióticos, se han desarrollado recientemente debido al abuso de antibióticos.²³

La mayoría de los mecanismos de resistencia a los antibióticos son irrelevantes para las nanopartículas (NP) porque el modo de acción de las NP es el contacto directo con la pared celular bacteriana, sin necesidad de penetrar en la célula; esto aumenta la esperanza de que las NP sean menos propensas a promover la resistencia en las bacterias que los antibióticos.²⁵ NP en particular han demostrado propiedades antibacterianas de amplio espectro contra bacterias Gram-positivas y Gram-negativas. Por ejemplo, se descubrió que las NP de ZnO inhibían *Staphylococcus aureus* y las NP de Ag exhiben actividad

antimicrobiana dependiente de la concentración contra *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*.²⁴

El mecanismo de acción antimicrobiano de las NP generalmente se describe como adherido a uno de tres modelos: inducción de estrés oxidativo,²⁵ liberación de iones metálicos,²⁶ o mecanismos no oxidativos.²⁷ Estos tres tipos de mecanismos pueden ocurrir simultáneamente. Ciertos estudios han propuesto que las Ag NP provocan la neutralización de la carga eléctrica de la superficie de la membrana bacteriana y cambian su penetrabilidad, lo que en última instancia conduce a la muerte bacteriana.²⁸ Además, la generación de especies reactivas de oxígeno (ROS) inhibe el sistema de defensa antioxidante y provoca daños mecánicos en la membrana celular. Según la investigación existente, los principales procesos subyacentes a los efectos antibacterianos de las NP son los siguientes: 1) alteración de la membrana celular bacteriana; 2) generación de ROS; 3) penetración de la membrana celular bacteriana; y 4) inducción de efectos antibacterianos intracelulares, incluidas interacciones con ADN y proteínas.

La razón principal por la que las NP se consideran una alternativa a los antibióticos es que las NP pueden prevenir eficazmente la resistencia microbiana a los medicamentos en ciertos casos. El uso desenfrenado de antibióticos ha llevado a la aparición de numerosos peligros para la salud pública, como superbacterias que no responden a ningún fármaco existente y epidemias contra las que la medicina no tiene defensa. Los estudios han demostrado que muchas NP pueden prevenir o superar la formación de biopelículas, incluidas las NP basadas en Au,²⁹ NP basadas en Ag,³⁰ NP basadas en Mg,³¹ NP NO,^{32,33} NP ZnO,³⁴ NP CuO,³⁵ Fe₃O₄ NP,³⁶ y YF NP.⁴⁰ Se logra una mayor prevención de las biopelículas con un tamaño más pequeño y una mayor relación área superficial/masa, y la forma de las partículas de las NP también tiene un efecto notable en la destrucción de la biopelícula.³⁸

Actualmente se utilizan varios tipos de NP para la administración de fármacos: NP liposomales,³⁹ NP de lípidos sólidos (SL),^{40,41} NP basados en polímeros, micelas de polímeros, transportadores de nanofármacos inorgánicos (incluidos NP magnéticos, NP de sílice mesoporosa, nanomateriales de carbono y nanopartículas cuánticas), puntos, NP basado en terpenoides,⁴² y NP dendrimeras.⁴³

Recubrimiento antibacteriano de dispositivos implantables. Hay dos tipos de dispositivos implantables humanos con revestimientos antimicrobianos; el primer tipo son dispositivos totalmente implantables, como válvulas cardíacas o implantes dentales. El revestimiento antimicrobiano de los aparatos cardiovasculares en particular debe tener la compatibilidad con la sangre apropiada para prevenir la trombosis. La aplicación de un recubrimiento de óxido de titanio sobre implantes se basa en la morfología de los poros, con enriquecimiento de partículas de calcio, silicio, fósforo y plata.⁴⁴ El revestimiento inhibe la adhesión y el crecimiento de bacterias como *Streptococcus mutans*, *Streptococcus epidermis*, y *E. coli* previenen la aparición de inflamación alrededor de los implantes.

La caracterización biológica preliminar también indicó que un nanorrecubrimiento puede mejorar la adhesión y proliferación de líneas celulares de osteoblastos.⁴⁵ El otro tipo de dispositivo son los dispositivos parcialmente implantables, como catéteres, catéteres intravenosos o catéteres neuroquirúrgicos, que son más propensos a la colonización bacteriana., lo que aumenta el riesgo de infección en aplicaciones clínicas. Específicamente, los nanopolímeros se pueden usar como materiales antibacterianos para retardar el crecimiento de las biopelículas del catéter.^{46,47} Los recubrimientos de NP en catéteres neuroquirúrgicos invasivos pueden reducir el riesgo de infección bacteriana y complicaciones, con una liberación sostenida de NP durante 6 días que reduce significativamente el crecimiento de *S. aureus*.

Aplicaciones

Apósitos a base de grafeno para la administración localizada de fármacos. Se ha desarrollado nuevos nanocompuestos y superficies basadas en el grafeno para un mejor tratamiento de las infecciones microbianas. Los científicos están especialmente interesados en aplicar estos nuevos materiales a las infecciones cutáneas, donde el exudado que recubre la herida hace que esta sea impermeable a los antibióticos tópicos. “A partir de las propiedades térmicas del óxido de grafeno reducidas, desarrollamos parches flexibles para un tratamiento muy eficiente de heridas infectas”. Se desarrollaron tejidos de nano fibras a partir de ácido poli acrílico con óxido. de grafeno reducido, un material que permite una interacción no covalente con distintos antibióticos. Estos tejidos se evaluaron “in vitro” para establecer su capacidad de ablación de cultivos bacterianos, así como “in vivo” con infecciones cutáneas superficiales en ratones.⁴⁸

La ventaja de estos apósitos de grafeno con tratamiento tópico frente a los apósitos clásicos es que se puede aplicar calor localmente, lo que limita los efectos secundarios en la piel sana. Además, la presencia de óxido de grafeno reducida aumenta la temperatura de la

piel por encima de lo que se puede conseguir solamente con láser infrarrojo. Esto facilita la liberación térmica de antibióticos a la vez que se produce una ablación térmica parcial de las bacterias presentes. “La capacidad de reutilización del parche, además de la posibilidad de esterilizarlo, hace que este método resulte muy rentable y adecuado para vendajes cutáneos”.⁴⁸

Apósitos adhesivos con nanopartículas metálicas y/o óxidos metálicos para tratamiento de heridas graves

La síntesis de nanopartículas de óxido de zinc (NPs de ZnO) semiesféricas, las cuales fueron caracterizadas mediante difracción de rayos X (XRD) y microscopía electrónica de barrido (SEM), donde se obtuvo un tamaño promedio de 26 nm mediante SEM y 12.6 nm por XRD. Posteriormente las NPs de ZnO fueron modificadas con dos diferentes agentes: 3-aminopropiltriétoxissilano (APTES) y dimetilsulfóxido (DMSO), comprobando su funcionalización mediante

espectroscopía infrarroja por transformada de fourier (FT-IR) y microscopía electrónica de barrido (SEM) .Las propiedades antimicrobianas de las NPs de ZnO, ZnO-APTES y ZnO-DMSO sintetizadas, fueron evaluadas frente a diferentes bacterias: Enterobacter aerogenes ATCC 13048, Escherichia coli ATCC 35218, Klebsiella Oxytoca ATCC 8724, Pseudomona aeruginosa ATCC 27853, Staphylococcus aureus ATCC 29213 y Streptococcus Pyogenes ATCC 19615, mediante métodos cualitativos y cuantitativos: Método de difusión en agar y método de microdilución en caldo, respectivamente. Los resultados obtenidos demuestran que las NPs de ZnO con y sin modificación poseen actividad antimicrobiana a diferente nivel, dependiendo de la bacteria contra la cual son evaluadas. La concentración mínima inhibitoria (CMI) y mínima bactericida (CMB) para cada una de las bacterias analizadas fue determinada para cada nanopartícula en estudio. Destacándose que, a las concentraciones probadas, estas, no poseen actividad bactericida frente que p. aeruginosa, únicamente actividad bacteriostática. Aunado a este estudio, también se evaluó la actividad citotóxica de las partículas nanométricas antes mencionadas, en las cuales se determinó la viabilidad celular mediante método colorimétrico MTT, utilizando células HeLa y NCI-H460 para este estudio, además del método de xCELLIGENCE para determinar la dosis letal media (LD 50), usando células NCI- H460 .⁴⁹

Los resultados obtenidos muestran que a concentraciones altas las NPs de ZnO resultan ser las más tóxicas, mientras que, a concentraciones bajas, las NPs ZnO-DMSO tuvieron una mayor disminución en la viabilidad celular. Otro estudio incluido en la determinación de la toxicidad celular, fue la capacidad de activación del complemento, la cual fue determinada mediante western-blot. Los resultados

muestran que al incrementar la concentración de NPs, hay una mayor activación del complemento. Sin embargo, la activación del mismo no fue significativa para ninguno de los casos. También se determinó la cantidad de citocinas proinflamatorias (IFN- γ , IL-6, IL-8, IL-10, IL-1b y TNF- α) producidas, mediante citometría con un kit FlowCytomix. Los resultados obtenidos señalan que existe producción de todas las citocinas, excepto INF- γ e IL-10 y que además también existe un comportamiento dosis-dependiente. Posteriormente se utilizaron NPs de plata (Ag) comerciales y NPs de ZnO con y sin modificación para la preparación de nanocompuestos adhesivos sensibles a la presión base acrílico (PSA), en concentraciones de 0.1, 0.2, 0.3 % en peso. ⁴⁹

Se determinó la conversión de cada uno de los nanocompuestos, y se encontró que al incrementar la concentración de NPs la conversión disminuye. El análisis

mediante H1 RMN mostró la composición heterogénea de los copolímeros. Además, los nanocompuestos fueron evaluados mediante DSC, para observar el comportamiento de la temperatura de transición vítrea. Los resultados arrojaron que al incorporar NPs a los PSA la Tg se incrementa. También se evaluó la actividad antimicrobiana de los nanocompuestos obtenidos frente a *E. aerogenes* ATCC 13048, *E. coli* ATCC 35218, *K. Oxytoca* ATCC 8724, *P. aeruginosa* ATCC 27853, *S. aureus* ATCC 29213 y *S. Pyogenes* ATCC 19615, por el método de difusión en agar. Las películas obtenidas mostraron actividad antimicrobiana frente a los microorganismos gram positivos únicamente. Finalmente, a los nanocompuestos que resultaron con mayor actividad antimicrobiana frente a las bacterias probadas, fueron evaluados mediante la prueba de adhesión (peel), los resultados expusieron que factores como la composición de los nanocompuestos y la transición vítrea, así como factores reológicos afectan la adhesión de los nanocompuestos. Es importante mencionar que de acuerdo con los resultados obtenidos de las pruebas antimicrobianas y de citotoxicidad adhesivos sintetizados con ambas nanopartículas metálicas se encontró que son aptos para ser utilizados en humanos debido a que no fueron tóxicos en las diferentes líneas celulares probados y en los modelos animales.⁴⁹

Nanopartículas de doble hidróxido en capas 2D: avances recientes hacia la nanomedicina preclínica/clínica

Los nanomateriales 2D representan un tipo de materiales con propiedades fisicoquímicas únicas que los dotan de aplicaciones versátiles en biomedicina. En concreto, debido a su especial topología 2D, los nanomateriales 2D proporcionan una superficie considerablemente grande que permite una alta capacidad de carga de fármacos y una bioactividad superior para actuar como portadores eficientes de fármacos, catalizadores activos y agentes de contraste de bioimagen de alto

rendimiento para el tratamiento y diagnóstico de enfermedades. Algunos de los nanomateriales 2D ya han demostrado de conversión de luz y calor, propiedades fotodinámicas superiores de la luz, una propiedad fotodinámica superior, una capacidad de bioimagen mejorada con un gran potencial para aplicaciones heranósicas y una prometedora función inmunoterapéutica.⁵⁰

Las nanopartículas de LDH son una familia de nanomateriales 2D representativos que se han desarrollado como agentes biodegradables para una amplia gama de aplicaciones biomédicas. Desde la perspectiva de la química y la ciencia de los materiales, las LDH están formadas por capas de tipo brucita con carga positiva que contienen octaedros de $M(OH)_6$ y galerías entre capas que contienen.⁵⁰ (M^{2+} y M^{3+} : cationes metálicos divalentes y trivalentes en las capas similares a la brucita;

An-: aniones intercambiables en la capa intermedia). La interacción electrostática y el enlace de hidrógeno entre la capa similar a la brucita y el contenido de la capa intermedia se unen, formando así una estructura en capas. Además de la LDH multicapa, la LDH monocapa que contiene Además de la LDH multicapa, la LDH monocapa que contiene una sola capa similar a la brucita posee una superficie aún mayor y, por lo tanto, se beneficia de algunas aplicaciones específicas.⁵⁰

Los esfuerzos recientes se han dedicado en gran medida a seguir desarrollando nuevas composiciones de LDH para aplicaciones biomédicas in vivo, aplicaciones biomédicas. En esta revisión, hemos intentado proporcionar un de los avances recientes en el desarrollo de agentes terapéuticos de agentes terapéuticos y sondas de diagnóstico basados en la LDH, especialmente la construcción química y los efectos biológicos relacionados incluyendo la biofuncionalidad y la bioseguridad. La LDH ideal utilizada para nanomedicina in vivo debe cumplir criterios fisicoquímicos y biológicos. Los requisitos fisicoquímicos se refieren principalmente al tamaño, el estado de agregación, la estabilidad coloidal y el seguimiento de las nanopartículas; y las necesidades biológicas incluyen la capacidad de dirigirse a las células y tejidos enfermos, la respuesta biológica selectiva, la baja toxicidad sistemática y el seguimiento del desarrollo de la enfermedad mediante modalidades de imagen.⁵⁰

Los agentes materiales a nanoescala, como la LDH, han sido ampliamente explorados en biomedicina en virtud de su ventajoso efecto de tamaño. Su nano tamaño y su gran relación superficie-volumen permiten una acumulación selectiva en el lugar del tumor, un transporte celular eficiente, una alta capacidad de carga del fármaco y el consiguiente rendimiento terapéutico deseable, que, sin embargo, puede verse sustancialmente obstaculizado por la agregación de las nanopartículas. Peor aún, las nanopartículas agregadas, en lugar de las nanopartículas individuales dispersas, podrían reducir la eficacia de la captación celular y/o causar graves

daños al organismo anfitrión en lo que respecta a las reacciones inflamatorias y el bloqueo de los vasos sanguíneos. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los entornos fisiológicos, como la sangre, los tejidos y los compartimentos intracelulares, no sólo contienen agua, sino también altas concentraciones de cationes, aniones y biomoléculas versátiles, que pueden interactuar con las nanopartículas y provocar su agregación. En este contexto, las nanopartículas de LDH son propensas a absorber los compuestos cargados, reducir las fuerzas de repulsión entre las partículas y hacer que las nanopartículas formen fácilmente grandes agregados.⁵⁰

La ingeniería de las nanopartículas de LDH para la inmunoterapia ha suscitado un interés creciente. Además de ser reconocida como un portador competente de

vacunas, estudios recientes han revelado el papel de la propia LDH como un excelente adyuvante inmunoterapéutico. Los rápidos avances en nanotecnología catalizan el rápido desarrollo en la construcción química y las aplicaciones biomédicas de las nanopartículas de LDH. Las características favorables de la LDH, especialmente la estructura de coordinación única y la propiedad de biodegradación de biodegradación, permiten diversas aplicaciones terapéuticas y de diagnóstico para el cáncer y otras enfermedades.⁵⁰

El papel de los liposomas en el desarrollo de la nanomedicina clínica.

Un sector muy activo de la investigación académica en el campo de la nanomedicina ha sido el diseño de productos farmacéuticos nanoparticulados. De hecho, la investigación sobre sistemas de nanopartículas novedosos y consolidados sigue dirigida en los laboratorios académicos de administración de fármacos de todo el mundo. Sin embargo, existe un creciente escepticismo, tanto dentro como fuera de la comunidad investigadora de la nanomedicina, sobre la futura aplicabilidad clínica de estos nanofármacos. Especialmente, las "grandes farmacéuticas" prestan, en general, poca atención a la investigación sobre nanomedicina.⁵¹

- Liposomas en oncología Liposomas de antraciclina

Se encontraron pruebas claras de la prolongación de la supervivencia en modelos tumorales de ratones en 11 estudios publicados que comparaban las formulaciones de doxorubicina liposomada con la doxorubicina libre. También realizó un metanálisis de ocho estudios clínicos que comparaban la eficacia de las formulaciones de antraciclina-liposoma y las formulaciones convencionales de antraciclina en pacientes con cáncer, utilizando datos de supervivencia global (SG) y supervivencia libre de progresión (SLP). No se observará un aumento de la SG ni de la SLP de los pacientes con cáncer. Sin embargo, las formulaciones liposomales mejoraron la tolerabilidad al cambiar el perfil de efectos secundarios. En particular,

la administración de doxorubicina liposomal (Doxil) conduce a una pronunciada reducción de la toxicidad cardíaca (no reversible) en comparación con la administración de doxorubicina convencional. Este beneficio está relacionado con la incapacidad de las partículas liposomales circulantes de atravesar los revestimientos endoteliales continuos de los vasos sanguíneos del corazón. Sin embargo, se observará una mayor incidencia de reacciones agudas a la infusión y de toxicidad mucocutánea '-síndrome de manos y pies'-. Las lesiones cutáneas suelen curarse cuando se reduce la dosis de doxorubicina-liposomas o se

interrumpe el tratamiento, por lo que se discuten las posibles razones de este mayor índice terapéutico basado en un perfil de seguridad mejorado y una eficacia similar.⁵¹

Nanoplataforma teranóstica todo en uno basada en nanopartículas poliméricas para imágenes de bioluminiscencia iniciada por BRET/FRET y terapia antiinflamatoria sinérgica para la colitis ulcerosa.

La colitis ulcerosa (CU) es una enfermedad inflamatoria crónica e inespecífica de etiología poco clara, y su incidencia ha aumentado rápidamente en los últimos años. La etiología de la CU no se comprende completamente, la cual es el resultado de la acción integral de factores genéticos, inmunológicos y ambientales. Algunos medicamentos antiinflamatorios tradicionales, como el ácido 5-aminosalicílico (5-ASA), las tiopurinas y los corticosteroides, pueden tratar la CU leve a moderada, pero el problema común de los medicamentos antiinflamatorios son los efectos secundarios inevitables causados por la exposición sistémica. Para superar estos obstáculos, los investigadores habían desarrollado una gran cantidad de sistemas de administración de fármacos (NDDS) basados en nanopartículas (NP) para el tratamiento de la CU, como liposomas, micelas y estructuras metalorgánicas. Se espera que los NDDS entreguen medicamentos de manera exclusiva y precisa en las áreas inflamatorias. Una limitación de la mayoría de los NDDS actuales es que solo se enfocan en la terapia de CU; por lo tanto, el uso de estos NDDS se basa en gran medida en el diagnóstico de CU que requiere mucho tiempo. Existe una gran necesidad de desarrollar nuevos sistemas portadores teranósticos para el diagnóstico y la terapia concomitantes de la CU.⁵²

La selectina P es una glicoproteína de membrana que se expresa en las células endoteliales vasculares en la mayoría de los tejidos y es un miembro de la familia de las selectinas que media en el rodamiento celular y la adhesión plaquetaria. Desempeña un papel importante en la acumulación de glóbulos blancos hacia el sitio dañado en la etapa temprana de la inflamación. En particular, se encontró una expresión elevada de P-selectina en sitios inflamatorios del colon ulceroso, pero no en tejidos sanos en humanos y ratones, lo que sugiere que la P-selectina puede

ser un objetivo específico para la administración de nanomedicina al colon en el tratamiento de la CU. Para diseñar un NP dirigido a la selectina P que se administra conjuntamente con BA y Res a las células endoteliales del colon, preparamos PLGA-NP modificados con péptido de unión a selectina P (PBP) de superficie y los incorporamos con dos colorantes lipofílicos. Inyectamos NP junto con luminol y esperábamos que el efecto BRET-FRET en las NP pudiera permitir la obtención de imágenes de inflamación dependiente de MPO en tejidos con colitis profunda (Fig. 3). Además, evaluamos el efecto sinérgico de la administración conjunta de BA y

Res (BA/Res@NP-PBP) frente a BA o Res administrados por separado por NP en modelos de CU aguda y crónica inducida por DSS.⁵²

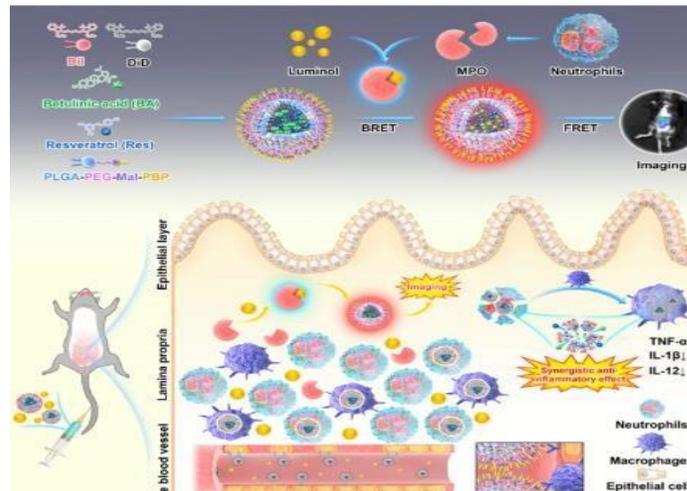


Figura 3. Preparación de BA/Res@NP-PBP y diagrama esquemático de la administración dirigida de BA/Res@NP- PBP al colon inflamado. BA y Res se encapsularon en el núcleo de PLGA y se conectaron con PLGA-PEG-Mal yPBP. DiL y DiD fueron co-incorporados en los NP. Los neutrófilos y macrófagos en sitios inflamatorios expresaron MPO en gran medida, que podría combinarse con luminol para generar luz azul. Esta longitud de onda podría alargarse y desplazarse hacia el rojo a 670 nm a través del efecto BRET-FRET entre NPs BA/Res@NP-PBP cargados con DiL/DiD y luminol. El diagrama esquemático mostró una imagen de inflamación dependiente de MPO a través del efecto BRET-FRET y un efecto terapéutico sinérgico entre BA y Res para CU.

Una plataforma NP terapéutica biocompatible para detectar la gravedad de la colitis y administrar medicamentos a la región cólica para tratar la CU. La plataforma NP se construyó con polímero PLGA, que tenía las ventajas de propiedades de liberación de fármacos biodegradables, biocompatibles y controlables. Este sistema NP también permite la encapsulación de múltiples fármacos; como tal, se encapsularon dos candidatos a fármacos (BA y Res) en el núcleo de PLGA

biodegradable. La capa exterior se decoró con PBP y se unió al núcleo de PLGA a través de PEG-Mal; El conector PEG-Mal podría mejorar la eficiencia de encapsulación, reducir la inmunogenicidad y prolongar el tiempo de circulación in vivo. Los NP PLGA-PEG-Mal funcionalizados con PBP también mostraron una excelente biocompatibilidad y capacidad de direccionamiento y aumentaron la acumulación del fármaco en el sitio del cólico. La terapia antiinflamatoria a menudo se asocia con el abuso de antibióticos y efectos secundarios gastrointestinales

graves. Como compuestos naturales, BA y Res tienen una potente actividad antiinflamatoria y son de baja citotoxicidad Res como un suplemento dietético en pacientes con EII y reducir efectivamente los síntomas de la enfermedad. Aunque los mecanismos potenciales del papel protector de Res en el intestino no están claros, la administración de BA/Res@NP logró una eficacia comparable a la de BA o Res solos, incluso a una dosis diez veces menor. Este hallazgo sugirió que la administración de NP podría aumentar efectivamente la efectividad o reducir los efectos secundarios de BA y Res. Además, BA/Res@NP se administró antes de la inflamación en modelos in vivo e in vitro, lo que significa que BA/Res@NP podría tener un efecto profiláctico en la CU. Además, el efecto protector de BA/Res en el colon tiene una eficacia similar en humanos. Sin embargo, la seguridad y la eficacia de BA/Res@NP para el consumo humano deben someterse a rigurosos ensayos clínicos.⁵²

Los fármacos hidrofóbicos presentaban perfiles farmacocinéticos (PK) deficientes, como baja absorción, baja biodisponibilidad y eliminación rápida del. El uso del NP descrito como se mencionó como un sistema de administración de nanofármacos podría ser un método factible para mejorar el perfil de PK de BA y Res cargados. La encapsulación de NP también puede evitar la liberación instantánea y prematura de fármacos, y la liberación acumulada en 48 h puede alcanzar más del 80 %. El núcleo de PLGA enriquecido con fármacos retrasó la liberación de BA y Res de las NP, lo que representó un efecto terapéutico sostenido.⁵²

Mercado de la nanomedicina

La nanomedicina incluye varias áreas de aplicación distintas, incluida la administración de fármacos, fármacos y terapias, imágenes in vivo, diagnósticos in vitro, biomateriales e implantes activos. En estos campos, la nanomedicina ha experimentado una mayor actividad investigadora durante la última década. Actualmente, la nanomedicina representa alrededor del 5% de las publicaciones de investigación en nanotecnología en todo el mundo. El campo de investigación dominante en nanomedicina es la administración de fármacos, que aporta el 76 % de las publicaciones científicas, seguido del diagnóstico in vitro con una contribución del 11 %. Los países de la Unión Europea concentran el 36% de todas las publicaciones de nanomedicina a nivel mundial, frente a EEUU con una

contribución del 32% y Asia con el 18%.⁵³ Los esfuerzos de investigación en nanomedicina están impulsados por importantes programas gubernamentales de financiación de nanotecnología.⁵⁶ Los productos son cada vez más pequeños, más rápidos, más fuertes, más baratos y más resistentes y estamos al comienzo de un cambio de paradigma en la entrega de medicamentos. El cambio está ocurriendo a un ritmo rápido que requerirá que los inversores desarrollen experiencia tanto a nivel

internacional como nacional. El dinero será un importante agente contribuyente a la velocidad del cambio. El principal proponente de la nanomedicina serán los fondos destinados al desarrollo de la nanotecnología. Las tasas de financiación se multiplicarán por 10 y 20 en 2004. El mercado de la nanomedicina está en crecimiento temprano. Si bien los productos de administración de fármacos mejorados con nanotecnología ya son una realidad comercial, todavía se están desarrollando dispositivos médicos basados en nanotecnología más avanzados, aunque algunos se encuentran en la etapa de prueba clínica. La mayor parte del dinero que se gasta en el campo más amplio de la I+D en nanotecnología proviene del gobierno y de corporaciones establecidas. En el campo de la nanomedicina, las empresas farmacéuticas y especializadas están a la vanguardia de la investigación de las aplicaciones médicas de la nanotecnología. Hasta la fecha, la entrega de fármacos ha sido la principal oportunidad a corto plazo para la nanotecnología médica. Los gastos de recetas anuales históricos y proyectados en los Estados Unidos para el año 2000 fueron de \$117 mil millones. Se estima que será de \$ 366 mil millones para 2010, lo que hace que las aplicaciones de nanomedicina para la administración de fármacos sean un mercado atractivo para fabricantes e inversores. Este mercado tiene un valor estimado de \$15,800 millones para 2014 y se prevé que crezca a \$44,500 millones para 2019, para registrar una tasa de crecimiento (CAGR) significativa del 23%. La categoría de desarrollo de fármacos, la segunda oportunidad de más rápido crecimiento, se proyectó en casi \$12,600 millones para 2014 y se espera que aumente a \$32,200 millones para 2019 con una CAGR del 20,7 % .^{53, 54}

El mercado de la nanotecnología de la salud (nanomedicina) se valoró en USD 219 850 millones en 2020 y se espera que registre una CAGR de casi el 11,9 % durante el período de pronóstico. 2020 en los EE. UU., se solicitó la cantidad de USD 1400 millones para la Iniciativa Nacional de Nanotecnología (NNI), que es la organización matriz que financia a los Institutos Nacionales de Salud (NIH) involucrados en la investigación de atención médica basada en nanobiotecnología. Desde el año de su creación en 2001, NNI ha donado acumulativamente USD 29 000 millones para el desarrollo y la aplicación de las nanociencias. En Europa, la investigación y el desarrollo de nanomedicinas cuentan con un amplio apoyo de la Comisión Europea

a través de dos agencias, a saber, los Programas Marco de Investigación y Desarrollo (FP7) y Horizonte 2020. El sector sanitario ha recibido alrededor de 400 millones de euros en el marco de 85 proyectos de Nanociencias, Nanotecnologías, Materiales y Nuevas Tecnologías de Producción (FP7-NMP) y 150 millones de euros para 31 proyectos del FP-7 Salud .^{55,56}

La financiación de los nanofármacos también la proporcionan varios gobiernos de todo el mundo. Los países en desarrollo como India, que comenzaron con iniciativas como el programa de 5 años llamado Nano Mission con una gran financiación de USD 250 millones, también están invirtiendo grandes cantidades en el mundo académico para patrocinar el desarrollo en este sector a través de la Misión Nacional sobre Nanociencias y Nanotecnología. Australia y Japón también están invirtiendo dinero para crear un mercado de nanomedicina.^{55,56} Diversos estudios prevén que el mercado mundial de la nanomedicina duplicará su valor durante los próximos cinco años, superando los 290,000 millones de dólares; de los cuales 10% corresponderá a países de América Latina, destacando la participación de México y Brasil. Actualmente, México cuenta con más de 20 empresas que fabrican nanoproductos farmacéuticos y se han identificado más de 100 proyectos de investigación y desarrollo, algunos de los cuales ya se aplican, entre los que destacan: detección temprana de células cancerígenas, administración o entrega inteligente de fármacos, mejora de los métodos para la extracción y purificación del ADN y el uso de nanopartículas como biocatalizadores para la reparación de tejidos.

57

El mercado de la nanotecnología de la salud (nanomedicina) incluye productos que son nanoformulaciones de los medicamentos existentes o nuevos medicamentos o nanomateriales. El mercado está segmentado por aplicación (administración de medicamentos, biomateriales, implantes activos, imágenes de diagnóstico y regeneración de tejidos), enfermedad (enfermedades cardiovasculares, enfermedades oncológicas, enfermedades neurológicas, enfermedades ortopédicas, enfermedades infecciosas y otras enfermedades) y geografía (América del Norte, Europa, Asia-Pacífico, Oriente Medio y África, y América del Sur).⁵⁵

Conclusión

Aunque la nanomedicina todavía está en una fase temprana de desarrollo, se han aprobado y comercializado diversos medicamentos que usan nanotecnología, y varios otros permanecen en análisis. Los nanomedicamentos ofrecen potencialmente un medio de diagnóstico más temprano; tratamientos más efectivos, seguros y personalizados; así como la reducción de los precios de atención médica.

Varios profesionales permanecen de consenso en que la nanomedicina creará un cambio de paradigma que revolucionará el cuidado de la salud en los siguientes 10 años. No obstante, para poder hacer un aumento relevante hacia este objetivo, es necesario muchísimo más trabajo para implantar criterios de prueba, validar la efectividad y juntar datos de estabilidad para diversos agentes y materiales nanoterapéuticos.

Referencias

1. Alberdi, F., García, I., Atutxa, L., & Zabarte, M. (2014). Epidemiología del trauma grave. *Medicina Intensiva*, 38(9), 580–588. doi: 10.1016/j.medin.2014.06.012
2. Domínguez González, Erian Jesús, Cisneros Domínguez, Carmen María, & Piña Prieto, Luis Roberto. (2014). Mortalidad por lesiones traumáticas en pacientes hospitalizados. *Revista Cubana de Cirugía*, 53(4), 324-335. Recuperado en 15 de marzo de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74932014000400001&lng=es&tlng=es.
3. Informe sobre la salud en el mundo 2001. Salud mental: nuevos conocimientos, nuevas esperanzas. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2001.
4. Peden M, McGee K, Sharma G. The injury chart book: a graphical overview of the global burden of injuries. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2002 (http://www.who.int/violence_injury_prevention/injury/chartbook/chartb/en/, consultado el 30 de octubre de 2003).
5. Jacobs G, Aeron-Thomas A, Astrop A. Estimating global road fatalities. Crowthorne, Transport Research Laboratory, 2000 (Informe del TRL No.445)
6. Peden M, McGee K, Krug E, eds. Injury: a leading cause of the global burden of disease, 2000. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2002 (<http://whqlibdoc.who.int/publications/2002/9241562323.pdf>, consultado el 30 de octubre de 2003).
7. Nantulya VM, Reich MR. The neglected epidemic: road traffic injuries in developing countries. *British Medical Journal*, 2002, 324:1139–1141.
8. Nantulya VM et al. The global challenge of road traffic injuries: can we achieve equity in safety? *Injury Control and Safety Promotion*, 2003, 10:3–7
9. Transport safety performance in the EU: a statistical overview. Bruselas, European Transport Safety Council, 2003.
10. Murray CJL et al. The Global Burden of Disease 2000 project: aims, methods and data sources [revisado]. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2001 (GPE, Documento de trabajo No. 36).
11. Odero W, Garner P, Zwi A. Road traffic injuries in developing countries: a comprehensive review of epidemiological studies. *Tropical Medicine and International Health*, 1997, 2:445–460.
12. Barss P et al. Injury prevention: an international perspective. Nueva York, NY, Oxford University Press, 1998
13. Buitrago-Jaramillo, J. (2019, April 28). EPIDEMIOLOGÍA DEL TRAUMA. ResearchGate; unknown. https://www.researchgate.net/publication/332706462_EPIDEMIOLOGIA_DEL_TRAUMA
14. Sociedad española de medicina interna . (15/03/2022). Traumatismo, caídas . , de SEMI Sitio web: <https://www.fesemi.org/informacion-pacientes/conozca-mejor-su-enfermedad/traumatismos-caidas#:~:text=Un%20traumatismo%20es%20una%20lesi%C3%B3n,situados%20por%20debajo%20de%20ella>.
15. (2019). TRAUMATISMOS. CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. TRAUMATISMOS MECÁNICOS LOCALES: CONTUSIONES.. , de Sitio web: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/420-2014-03-20-02%20Contusion.pdf>
16. AURA IGLESIAS EGUSKIZAa, MARISA PARDO HERNANDOa, MAITE VILLANUEVA ARREGUIa. (2002). Heridas, contusiones y pequeños

- traumatismos.
de Sitio web: <https://www.elsevier.es/es-revista-farmacia-profesional-3-articulo-heridas-contusiones-pequenos-traumatismos-13036530>
17. Moore, K., & Gray, D. (2022). Uso del agente antimicrobiano PHMB para prevenir la infección de heridas. *Gerokomos*, 19(3), 145–152.
https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-928X2008000300006
 18. Feng, J.-J., Song, Y.-Y., Feng, X.-M., Shrestha, N. K., & Wisitruangsakul, N. (2013). Biocompatible Functional Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Applications. *Journal of Nanomaterials*, 2013, 1–1. <https://doi.org/10.1155/2013/385939>
 19. Manjul Mungali. (2021, March 12). BIOCOMPATIBLE Nanomaterial. ResearchGate; unknown.
https://www.researchgate.net/publication/350006022_BIOCOMPATIBLE_Nanomaterial
 20. Nanomaterials. (2022). Mdpi.com;
https://www.mdpi.com/journal/nanomaterials/special_issues/biocompatible_Nano
 21. Fito, C. F. L. (2014, 3 diciembre). *Nanotecnología y efectos adversos en la salud: Nanotoxicología*. NANO BISK.
<https://www.insst.es/documents/94886/214929/Nanotecnologia.+Efectos+adversos+y+toxicologia.pdf/c126df4e-2d21-4c8e-aac7-30804a4c47bc>
 22. Wang, L., Hu, C., & Shao, L. (2017). The antimicrobial activity of nanoparticles: present situation and prospects for the future. *International Journal of Nanomedicine*, Volume 12, 1227–1249. <https://doi.org/10.2147/ijn.s121956>
 23. PR Hsueh. Nueva Delhi metalo-β-lactamasa-1 (NDM-1): una amenaza emergente entre las enterobacterias. *J Formos Med Assoc*. 2010; 109 (10):685–687.
 24. Ramalingam B, Parandhaman T, Das SK. Efectos antibacterianos de las nanopartículas de plata biosintetizadas sobre la ultraestructura de la superficie y las propiedades nanomecánicas de las bacterias gramnegativas, a saber. *Escherichia coli y Pseudomonas aeruginosa*. *Interfaces de material de aplicación ACS*. 2016; 8 (7):4963–4976.
 25. Gurunathan S, Han JW, Dayem AA, Eppakayala V, Kim JH. Actividad antibacteriana mediada por estrés oxidativo del óxido de grafeno y óxido de grafeno reducido en *Pseudomonas aeruginosa*. *Int J Nanomedicina*. 2012; 7 :5901–5914
 26. Nagy A, Harrison A, Sabbani S, Munson RS, Jr, Dutta PK, Waldman WJ. Nanopartículas de plata incrustadas en membranas de zeolita: liberación de iones de plata y mecanismo de acción antibacteriana. *Int J Nanomedicina*. 2011; 6 :1833–1852.
 27. Leung YH, Ng AM, Xu X, et al. Mecanismos de actividad antibacteriana de MgO: toxicidad no mediada por ROS de nanopartículas de MgO hacia *Escherichia coli*. *Pequeña*. 2014; 10 (6): 1171–1183
 28. Jung WK, Koo HC, Kim KW, Shin S, Kim SH, Park YH. Actividad antibacteriana y mecanismo de acción del ion plata en *Staphylococcus aureus* y *Escherichiacoli*. *Aplicación Environ Microbiol*. 2008; 74 (7):2171–2178.
 29. Yu Q, Li J, Zhang Y, Wang Y, Liu L, Li M. Inhibición de las nanopartículas de oro (AuNP) en la formación de biopelículas patogénicas y la invasión de las células huésped. *Sci Rep*. 2016; 6 :26667.
 30. Markowska K, Grudniak AM, Wolska KI. Nanopartículas de plata como estrategia alternativa frente a biopelículas bacterianas. *Acta Biochim Pol*. 2013; 60
 31. Lellouche J, Friedman A, Lahmi R, Gedanken A, Banin E. Antibiofilm superficie funcionalización de catéteres por nanopartículas de fluoruro de magnesio. *Int J Nanomedicina*. 2012; 7 :1175–1188
 32. Hetrick EM, Shin JH, Paul HS, Schoenfisch MH. Eficacia antibiopelícula de nanopartículas de sílice liberadoras de óxido nítrico. *Biomateriales*. 2009; 30

- (14):2782–2789
33. Slomberg DL, Lu Y, Broadnax AD, Hunter RA, Carpenter AW, Schoenfish MH. Papel del tamaño y la forma en la erradicación de biopelículas para nanopartículas de sílice liberadoras de óxido nítrico. *Interfaces de material de aplicación ACS*. 2013; 5 (19):9322–9329.
 34. Hajipour MJ, Fromm KM, Ashkarran AA, et al. Propiedades antibacterianas de las nanopartículas. *Tendencias Biotecnología*. 2012; 30 (10):499–511
 35. Miao L, Wang C, Hou J, et al. Agregación y eliminación de nanopartículas de óxido de cobre (CuO) en el entorno de las aguas residuales y sus efectos sobre las actividades microbianas de las biopelículas de aguas residuales. *Tecnología de biorrecursos*. 2016; 216 :537–544.
 36. Chifiriuc C, Grumezescu V, Grumezescu AM, Saviuc C, Lazăr V, Andronescu E. Nanopartículas de magnetita híbridas/nanobiosistema de aceite esencial de *Rosmarinus officinalis* con actividad antibiopelícula. *Resolución a nanoescala* 2012; 7 :209.
 37. Lellouche J, Friedman A, Gedanken A, Banin E. Propiedades antibacterianas y antibiopelículas de las nanopartículas de fluoruro de itrio. *Int J Nanomedicina*. 2012; 7 :5611–5624.
 38. Slomberg DL, Lu Y, Broadnax AD, Hunter RA, Carpenter AW, Schoenfish MH. Papel del tamaño y la forma en la erradicación de biopelículas para nanopartículas de sílice liberadoras de óxido nítrico. *Interfaces de material de aplicación ACS*. 2013; 5 (19):9322–9329.
 39. Daeihamed M, Dadashzadeh S, Haeri A, Akhlaghi MF. Potencial de los liposomas para mejorar la absorción oral de fármacos. *Entrega actual de medicamentos* 15 de enero de 2016; Epub.
 40. Naseri N, Valizadeh H, Zakeri-Milani P. Nanopartículas de lípidos sólidos y portadores de lípidos nanoestructurados: estructura, preparación y aplicación. *Adv Pharm Bull*. 2015; 5 (3):305–313
 41. Thukral DK, Dumoga S, Mishra AK. Nanopartículas de lípidos sólidos: nanoportadores terapéuticos prometedores para la administración de fármacos. *Entrega actual de medicamentos* 2014; 11 (6):771–791
 42. Abed N, Couvreur P. Nanocarriers para antibióticos: una solución prometedora para tratar infecciones bacterianas intracelulares. *Int J Antimicrob Agents*. 2014; 43 (6):485–496
 43. Liu Y, Tee JK, Chiu GN. Dendrímeros en la aplicación de administración oral de fármacos: exploraciones actuales, problemas de toxicidad y estrategias de mejora. *Curr Pharm Des*. 2015; 21 (19):2629–2642
 44. Xia W, Grandfield K, Hoess A, Ballo A, Cai Y, Engqvist H. Recubrimiento de dióxido de titanio mesoporoso para implantes metálicos. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2012; 100 (1): 82–93.
 45. Della Valle C, Visai L, Santin M, et al. Un novedoso tratamiento de modificación antibacteriana del titanio capaz de mejorar la osteointegración. *Órganos Int J Artif*. 2012; 35 (10):864–875.
 46. Samuel U, Guggenbichler JP. Prevención de infecciones relacionadas con el catéter: el potencial de un nuevo catéter impregnado con nanoplatina. *Int J Antimicrob Agents*. 2004; 23 (suplemento 1): 75–78.
 47. Galiano K, Pleifer C, Engelhardt K, et al. Segregación de plata y crecimiento bacteriano de catéteres intraventriculares impregnados con nanopartículas de plata en drenajes de líquido cefalorraquídeo. *Neurol Res*. 2008; 30 (3):285–287.
 48. **CORDIS** | **European Commission**. (2022). *Europa.eu*. <https://cordis.europa.eu/article/id/418121-nanostructure-wound-dressings-for-localised-drug-delivery/es>
 49. Técnico, R., Rebeca D., & Galindo, B. (n.d.). Desarrollo de apósitos adhesivos con nanopartículas metálicas y/o óxidos metálicos para tratamiento de heridas graves. <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/525/1/Proy%20215723.Pdf>
 50. Cao, Z., Li, B., Sun, L., Li, L., Xu, Z. P., & Gu, Z. (2019). 2D Layered Double Hydroxide Nanoparticles: Recent Progress toward Preclinical/Clinical Nanomedicine. *Small Methods*,

1900343. doi:10.1002/smt.201900343
51. Crommelin, D. J. A., van Hoogevest, P., & Storm, G. (2020). The role of liposomes in clinical nanomedicine development. What now? Now what? *Journal of Controlled Release*, 318, 256–263. doi: 10.1016/j.jconrel.2019.12.023
 52. Yan, X., Yang, C., Yang, M., Ma, Y., Zhang, Y., Zhang, Y., Liu, C., Xu, Q., Tu, K., & Zhang, M. (2022). All-in-one theranostic nano-platform based on polymer nanoparticles for BRET/FRET-initiated bioluminescence imaging and synergistically anti-inflammatory therapy for ulcerative colitis. *Journal of Nanobiotechnology*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12951-022-01299-8>
 53. NANOTECHNOLOGY MARKET - Nanotechnology Markets in Healthcare & Medicine. (2014). Retrieved 29 June 2023, from <https://drug-dev.com/nanotechnology-market-nanotechnology-markets-in-healthcare-medicine/>
 54. Flynn, T., & Wei, C. (2005). The pathway to commercialization for nanomedicine. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, 1(1), 47–51. doi: 10.1016/j.nano.2004.11.010
 55. Nanotecnología de la salud (nanomedicina) Tamaño del mercado, participación, tendencias (2022 - 27)
 56. Kad, A., Pundir, A., Arya, SK et al. Una revisión aclaratoria para tamizar analíticamente la viabilidad del mercado de nanomedicina. *J Pharm Innov* 17, 249–265 (2022). <https://doi.org/10.1007/s12247-020-09495-5>
 57. Olivera, Y. O. O. (2018, 8 mayo). La nanomedicina: una oportunidad de gran escala para México. *EL ECO*

Simulación de procesos de eventos discretos con Promodel como apoyo para la toma de decisiones en las PYMES

Pancardo Pérez Jannya, Santiago Santiago Ariadna Daulet.

*Institución de adscripción
jpancardo@docentes.uat.edu.mx*

Palabras clave:

Simulación de eventos discretos, PROMODEL, PYMES

RESUMEN

Con la aplicación de la Simulación de procesos con Promodel dentro de las PYMES las cuales son parte importante del desarrollo económico de la sociedad, se puede analizar su estado actual para poder conocer las áreas de oportunidad, realizar un análisis de los resultados, para que los encargados, puedan tomar decisiones. En este artículo se presentan modelos que siguieron la metodología del estudio de Simulación, primero se obtuvieron datos de algunos negocios para poderlos caracterizar, posteriormente se diseñaron los modelos para poderlos ejecutar y así obtener resultados los cuales se analizaron para el establecimiento de propuestas de mejora. Uno de los modelos que se simuló fue el proceso de preparación de alimentos de un restaurante de mariscos, que contaban con cierta cantidad de locaciones para almacenar la materia prima en kg (kilogramos), la propuesta de mejora ayudó a que se observara un aumento en la salida de los kg que son utilizados durante un periodo de tiempo.

Otro modelo de simulación que se realizó fue la representación de un negocio de jugos el cual permitió observar que, al aumentar la cantidad de empleados en el área de entrega de pedidos, se aumentaba la cantidad de salidas que representa el total pedidos.

Keywords:

ABSTRACT

With the application of Process Simulation with Promodel within SMEs, which are an important part of the economic development of society, their current state can be analyzed in order to know the areas of opportunity, carry out an analysis of the results, so that the managers, can make decisions. This article presents models that followed the methodology of the Simulation study, first data was obtained from some businesses to be able to characterize them, then the models were designed to be able to execute them and thus obtain results which were analyzed to establish improvement proposals. One of the models that was simulated was the food preparation process of a seafood restaurant, which had a certain number of locations to store the raw material in kg (kilograms), the

improvement proposal helped to observe an increase in the output of the kg that are used during a period of time.

Another simulation model that was carried out was the representation of a juice business which allowed us to observe that, by increasing the number of employees in the order delivery area, the number of outputs that represents the total orders increased.

INTRODUCCIÓN

Existen ya varios estudios que se han realizado aplicando el software PROMODEL en las PYMES como lo es la investigación de Irigoien Alarcon, M. M. (2022). “Metodología para simulación en ProModel de PYMES productoras de pan”, en la cual tuvieron como objetivo definir y controlar la producción, las operaciones, los tiempos de espera, los inventarios de materiales y los ciclos de producción de productos., sus problemas fueron sus tiempos de operación largos y los tiempos de espera, su metodología fue a través de simulación ProModel en sus 5 zonas, fue para la medición de inventarios y de tiempos de operación y espera; tuvo como resultados los intervalos de confianza para el comportamiento de la entidad (Pan) en el proceso, en donde se evidencia que la producción en una jornada de 12 horas es de 603 panes, el tiempo de espera de 40 minutos y el inventario de la panadería al finalizar las 12 horas fue de 117 panes en proceso.

Simulación de Eventos Discretos

La simulación de eventos discretos es muy útil para resolver problemas que consisten en simulaciones de colas o redes complejas con colas, en las que los procesos pueden ser bien definidos y el énfasis se pone en representar incertidumbre a partir de distribuciones, según Rosales Acosta, R. R., & Bautista Sena, S. A., (2019).

En su trabajo de investigación Rosales Acosta, R. R., & Bautista Sena, S. A. (2019) mencionaron que la simulación es una técnica computacional que permite

representar sistemas en forma dinámica y estocástica. Es decir que el comportamiento variable del sistema en el tiempo (dinámica) es considerado en el análisis al igual que la aleatoriedad de los posibles eventos que pueden ocurrir (estocástica) durante el desarrollo de la simulación.

Las aplicaciones de la simulación de eventos discretos permiten a las organizaciones aumentar su productividad, al reducir la incertidumbre de procesos productivos, administrativos, financieros, entre otros. Logrando evaluar diversas propuestas y lo más importante tomar decisiones que conlleve a la optimización del sistema. La simulación es una herramienta computacional que permite modelar sistemas de colas o líneas de espera cuando un conjunto de entidades demanda un servicio que excede la capacidad para prestarlo en ese instante, según Pérez-García, E. M. et. al., (2021).

Heredia, I. et. al., (2022) menciona en su investigación que la simulación de eventos discretos (DES) es una herramienta de análisis que permite evaluar el impacto de cambios en un sistema productivo sin que sea necesario modificar el sistema real. Es una herramienta de análisis ampliamente aplicada en el ambiente empresarial, es un gran apoyo para dar soporte a la toma de decisiones relacionadas con la planeación de la producción e inventarios, así como con el diseño de los sistemas de producción y sus cadenas de suministro.

PYMES

Según Baltodano-García, G., & Leyva Cordero, O. (2020), antes de la crisis económica de los años setenta, con la llegada de la globalización, las PYMES obtuvieron un valor que las separaba de las grandes empresas, ya que su importancia resaltó por su alta capacidad de generación de empleos, su latente potencial de adaptarse a nuevos entornos y su aportación a la estabilidad socioeconómica global. Desde entonces, las Pymes representan una valiosa

estrategia para dinamizar las economías y garantizar el desarrollo sostenible de los países

En los últimos años los cambios tecnológicos, han modificado los procesos en el manejo de la información y la forma de hacer negocios. Para las empresas, eso significa dar respuesta a nuevas formas de operación. En el ámbito empresarial se observa que la Pequeña y Mediana Empresa (PyME), tanto en países de la Unión Europea como de América Latina y el Caribe, representan aproximadamente el 99% del total de empresas y generan alrededor del 67% del empleo, según López Mejía, M. R., Gómez Martínez, A., & Sánchez Meléndez, M. D. (2020).

DESARROLLO

El análisis de los procesos que se llevó a cabo dentro de un restaurante de mariscos, y y de un negocio de jugos y licuados, se realizó mediante la metodología de un estudio de Simulación de eventos discretos, la cual se puede observar en la figura 1:

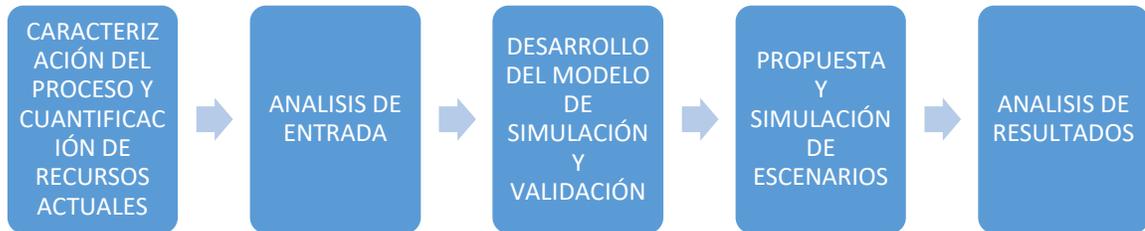


Fig. 1 Peña Ariza, Lina Vanessa, & Felizzola Jimenez, Heriberto Alexander. (2020). *Optimización de la capacidad de producción en una empresa de alimentos usando simulación de eventos discretos.*

Caracterización del Sistema o Proceso

Según Sánchez-Sánchez, P. et. al., (2018) dentro de la caracterización del sistema se establecen los objetivos que se quieren con el modelo de simulación y los elementos que lo conforman, identificación de variables y atributos que lo conforman. Algo que facilita el planteamiento de alternativas de solución potencialmente útiles y evita el estudio de posibilidades infructuosas es una definición clara y precisa de los objetivos y del problema. Se deben identificar acertadamente las variables y sus atributos que permitan evaluar de forma correcta la eficacia y eficiencia del sistema bajo diferentes escenarios, y faciliten el manejo estadístico de los datos. Por último, las relaciones con otras variables benefician la identificación de las reglas que gobiernan el sistema y los flujos de recursos a través de él.

Análisis de entrada

La recolección y análisis de datos, brinda datos de entrada para la simulación, expresados en: porcentajes, números exactos o distribuciones de probabilidad asociadas, tales como aquellas relativas al estudio de tiempos, según Martínez Vera H. T. y Duarte Forero E. L., (2021).

Herrera & Becerra, (2014) mencionan que en la recolección de datos, se limita la longitud de la corrida, las fuentes de información y condiciones generales para recolectar los datos y poder proceder con el análisis de estos, que es donde se estudiarán frente a las variables definidas previamente, con el fin de establecer su comportamiento estadístico y que el modelo de simulación emule la realidad lo más apegado posible a los indicadores iniciales. Recomendaron realizar los siguientes tratamientos a los datos: pruebas de independencia, homogeneidad, bondad de ajuste y análisis de regresión.

Desarrollo del Modelo de Simulación

La construcción del modelo conceptual está fundamentada en la creación del diagrama de flujo de proceso, donde se muestren los diferentes procesos y condiciones especiales, para facilitar el modelado en el software elegido, según Hernández, M., (2018).

Herrera & Becerra, (2014) indicaron que en esta etapa se construye el modelo empleando la sintaxis específica del software a utilizar, teniendo en cuenta la lógica secuencial del proceso real.

Validación

En esta etapa Herrera & Becerra, (2014) mencionan que se busca cotejar si el modelo es una representación tal cual del sistema real, corroborándolo por medio de opiniones de expertos del proceso, expertos en simulación, evaluación estadística (intervalos de confianza), test de validación (las corridas deberán presentar resultados similares a los reales) para que el investigador pueda proceder con la experimentación, que es donde plantea los diversos escenarios para presentar los mejores resultados de acuerdo a los objetivos planteados inicialmente.

En su estudio Zarza-Díaz, R. (2023), indica que la validación se da cuando el modelo esta calibrado, hasta que se considere el apego a la realidad como aceptable. El objetivo principal de la metodología de la modelización es que un modelo debe ser una representación adecuada del sistema que se estudia, para poder responder de manera fiable a las preguntas formuladas sobre el sistema, especialmente cuando el objeto del estudio del sistema a través del modelo es la toma de decisiones sobre alternativas al diseño, cambio o reestructura. Este es uno de los problemas más difíciles a los que se presenta el practicante de simulación, en otras palabras, validar un modelo de simulación.

Propuesta y Simulación de escenarios

La prueba o evaluación del modelo se encarga de examinar si existen algunos tipos de errores o inexactitudes en el modelo, poniéndolo a prueba con datos o en situaciones conocidas y observando cómo es su comportamiento. Los

escenarios propuestos deben surgir a partir de una lluvia de ideas de las posibles soluciones para el problema bajo estudio. Las más prometedoras se implementan en el modelo validado y se corren de acuerdo con el número de réplicas establecido según Zarza-Díaz, R. (2023)

En esta etapa se presenta una exposición de los principales resultados, así como su interpretación puntual, evidenciando el comportamiento del sistema con los experimentos realizados, los aportes que fueron hechos en el transcurrir del proceso de simulación, acciones tomadas a partir de las mismas y resultados de las que fueron implementadas según Herrera & Becerra, (2014).

RESULTADOS

Caracterización del sistema

En el restaurante que se analizó cada 15 días hacen revisión del inventario de la materia prima (mariscos) que existe en los almacenes, los cuales son 3 refrigeradores. Dependiendo de lo que se tiene realizan el pedido, que llega directamente al restaurante, de ahí pasa a la báscula donde se pesa toda la materia prima (mariscos) en un lapso de 10 minutos. Luego se traslada a los almacenes donde se destina a un refrigerador específico y permanecerá en este lugar hasta el momento que sea requerido. Un refrigerador puede ser para carnes frías, otro para marisco (camarón coctelero, langostas, salmón, atún, pescados como sargos, robalos, huachinangos). Y otro igual para mariscos, pero más pesado (calamar, pulpo, camarón mariposa).

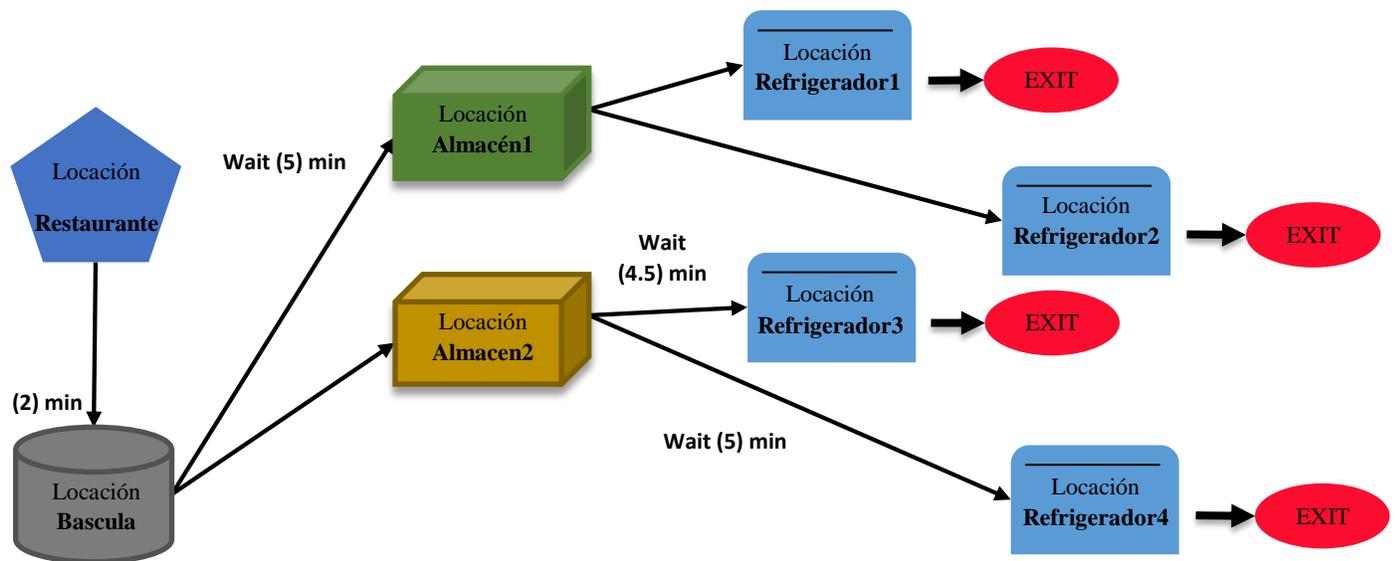


Fig. 2. Elaboración Propia. Proceso que se simuló del restaurante.

- Carnes frías llega al restaurante, pasa a báscula, después a almacén 1 y termina en refrigerador 1
- Pescado llega al restaurante , pasa a báscula, pasa a almacén 1 y pasa a refrigerador 2
- Mp pesada llega al restaurante, pasa a báscula, luego a almacén 2 y refrigerador 3
- Langostas llegan al restaurante, pasa a la báscula, luego al almacén 2 y termina en refrigerador 4

Análisis de entrada

Se obtuvieron muestras de los tiempos de llegadas de la materia prima en minutos y su permanencia en cada locación, como se muestra en la Tabla 1. Este procedimiento se realizó para cada una de las locaciones.

Tabla 1. Tiempos en las locaciones de la materia prima Pescado.

PESCADOS			
SANTITOS	BASCULA	ALMACEN 2	REFRI 2
1	2	1	4
2	3	2	3
3	1	5	2
4	2	3	4
5	4	4	4
6	5	2	2
7	2	2	1
8	3	3	4
9	1	2	3
10	2	4	2
11	3	5	5
12	2	5	3
13	2	2	5
14	1	3	3
15	2	4	4
16	3	5	2
16	2	5	3
18	2	3	4
19	1	5	2
20	2	3	1
TOTAL	45	68	61
PROMEDIO	2	5	4.5

Tabla 2. Tiempos en las locaciones de la materia prima Langosta.

LANGOSTAS			
SANTITOS	BASCULA	ALMACEN 2	REFRI 4
1	1.5	5	4.5
2	1	4	3.5
3	1.25	4.5	5
4	1.45	3.22	3
5	1.38	5	4
6	1.59	3.34	4.3
7	1.19	2.45	3.59
8	2	5.2	4
9	1.51	1.45	4.5
10	1.4	2	4.5
11	1	4	4.5
12	2.2	3.59	4.5
13	1.46	4.51	2
14	1.36	4.52	4.5
15	2	5	3
TOTAL	22.29	57.78	59.39
PROMEDIO	1.486	3.852	3.95933333

Tabla 3. Tiempos en las locaciones de la materia prima Carnes Frías

CARNES FRIAS			
SANTITOS	BASCULA	ALMACEN 1	REFRI 1
1	1	1	4
2	2	2	2
3	3	5	5
4	2	3	5
5	1	4	3
6	1	2	3
7	2	2	2
8	5	3	2
9	5	2	4
10	3	4	5
11	3	5	5
12	2	5	2
13	2	2	3
14	3	3	4
15	2	4	4
16	4	5	2
16	2	5	5
18	5	3	3
19	1	5	4
20	2	3	2
TOTAL	51	68	69
PROMEDIO	2	5	5

Se obtuvieron las distribuciones para el promedio de los tiempos de espera en cada una locaciones, como se muestra en la Fig. 3.

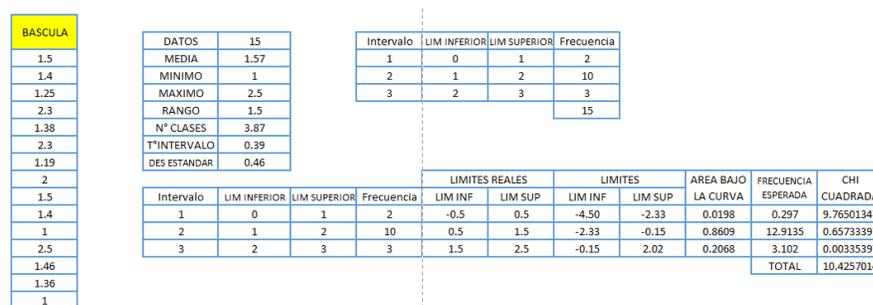


Fig. 3 Determinación de la Distribución para la media del tiempo en la báscula

El tiempo de duración de las langostas a la báscula sigue una distribución normal con media de 1.57 min y una desviación estándar de 0.46

Desarrollo del Modelo de Simulación

Para realizar la simulación del proceso de producción en los platillos de cada cliente teniendo en cuenta la materia prima y almacenes, se incluyeron 3 locaciones y alrededor de 30 entidades entre el pescado, carnes frías, langostas, etc. Haciendo énfasis en la cadena de suministro que empieza desde la llegada de la materia prima que llega directamente al restaurante, en donde es pesada y en el lapso de 10 minutos pasa al almacén, (donde es la problemática) que solo existen 3 refrigeradores (locaciones).

Validación

Para la validación se comparó el sistema simulado con el real, verificando si que las materias primas y las locaciones así como los tiempos fueran los mas cercanos a la realidad ya que primero se debe simular para que se arrojen resultados y posteriormente analizarlos.

Resultados

Propuesta y Simulación de escenarios

Los resultados de la simulación fueron los que se muestran en la siguiente tabla 4:

Tabla 4. Resultados del modelo actual

NOMBRE	TOTAL DE SALIDAS	TIEMPO EN SISTEMA PROMEDIO (MIN)	TIEMPO EN OPERACIÓN PROMEDIO (MIN)
CARNES FRIAS	69	14.4	11.5
PESCADOS	67	14.13	11.5
MP PESADO	63	13.94	11.5
LANGOSTAS	34	13.94	11.5

Propuesta de mejora

En la Tabla 5. Se puede observar los resultados con la propuesta de mejora que consistió en el aumento de refrigeradores que sería el lugar de almacenamiento de la materia prima.

Nombre		Total de salidas	Tiempo en sistema Promedio (MIN)	Tiempo en operación promedio (MIN)
CARNES FRIAS		35	30	17.5
PESCADOS		35	29.5	17.5
MP PESADO		30	25	17.5
LANGOSTAS		16	24.5	17.5

Tabla 5. Resultados con la propuesta de mejora

Otro de los sistemas que fue analizado y modelado es el de un negocio de jugos y licuados donde se siguió la misma metodología del estudio de simulación.

Datos de entrada para el modelo

Tabla 6. Tiempo de llegadas con identificación de distribución

3.00	5.23	11.42	4.40	2.75
0.02	8.03	9.38	4.82	12.43
19.02	10.67	6.68	10.75	14.28
14.22	8.40	10.60	16.03	12.73
15.87	8.57	7.20	11.13	10.87
14.63	8.70	11.33	7.20	14.65
5.87	2.73	5.32	10.57	7.40
13.20	5.62	21.45	11.92	36.33
11.60	5.58	11.67	9.55	14.23
5.43	7.73	6.97	24.67	16.40

Se realiza una prueba de hipótesis para conocer el tipo de distribución que siguen los datos:

PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS:

H0: Los datos se ajustan a una distribución de tipo Weibull.

H1: Los datos se ajustan a otra distribución que no sea Weibull.

Tabla 7. Comprobación de distribución que siguen los datos

Números	Rango original		O _i	Probabilidad acumulada		F(X)	E _i	$\frac{(E_i - O_i)^2}{E_i}$
	Lim inf	Lim sup		Lim inf	Lim sup			
1	0.005	5.205	6	0.0000	0.1481	0.1481	7.4059	0.2669
2	5.205	10.405	18	0.1481	0.4730	0.3249	16.2457	0.1894
3	10.405	15.605	19	0.4730	0.7633	0.2903	14.5129	1.3873
4	15.605	20.805	4	0.7633	0.9228	0.1595	7.9750	1.9813
5	20.805	26.005	2	0.9228	0.9817	0.0589	2.9461	0.3038
6	26.005	31.205	0	0.9817	0.9969	0.0151	0.7571	0.7571
7	31.205	36.405	1	0.9969	0.9996	0.0028	0.1376	5.4038

Al tener 7 intervalos nuestro valor a buscar en la tabla de chi cuadrada siempre será de **12.5916**

H0 se acepta, ya que al hacer la suma correspondiente de la última columna para buscar el valor de nuestra chi cuadrada, por lo tanto tenemos que: **10.2896 < 12.5916**

Esta prueba se realiza con cada uno de los datos de entrada al modelo de Simulación ya que es importante conocer la distribución de cada conjunto.

En el diseño del modelo de Simulación se obtuvo los siguientes en la Tabla 7., que a continuación se muestra:

Tabla 8. Entidades y Locaciones del modelo de Simulación para el negocio de jugos y licuados.

Entidad...	Locación...	Operación...	Salida...	Destino...	Regla...	Lógica...
Cliente	Línea de llegadas		Cliente	Despachador 1	FIRST 1	
Cliente	Despachador 1	Wait W (1,1.4) min	Cliente	Despachador 2	FIRST 1	Move for 1 sec
Cliente	Despachador 2	Wait W (3,6) min	Cliente	Barra con pedido	FIRST 1	
Cliente	Barra con pedido	Wait E (0.9125) min	Cliente con su pedido	Línea de salida	FIRST 1	
Cliente con su pedido	Línea de salida		Cliente con su pedido	EXIT	FIRST 1	

Resultados del modelo

Tabla 9. Resultados del modelo

Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tiempo En Operación Promedio (Min)	Costo Promedio
CLIENTE	0.00	0.00	0.00	0.00
CLIENTE CON SU PEDIDO	50.00	8.58	8.07	0.00

Se puede observar que en la simulación se efectuó de manera correcta, ya que no hay tanta variación en los valores que fueron calculados con los datos registrados

el día 16 de abril. Con lo que nos arroja Promodel podemos ver que el tiempo de permanencia del cliente en el sistema es de **8.58 minutos**, el resultado que nos dio en excel fue de **7.2 minutos**. Esto quiere decir que los valores y las variables que se ajustaron se aplicaron de manera correcta.

Propuesta de mejora

Una de las propuestas con las que se observó mayor salida de clientes atendidos fue el aumentar un empleado más en el área de entrega de pedidos.

Tabla 10. Resultados de la experimentación

Nombre	Total Salidas	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tiempo En Operación Promedio (Min)	Costo Promedio
CLIENTE	0.00	0.00	0.00	0.00
CLIENTE CON SU PEDIDO	50.00	8.20	8.12	0.00

Tabla 11. Comparación de los resultados con el modelo actual y propuesto

Cuestionamientos	Modelo original (excel, datos registrados)	Modelo original (Promodel)	Modelo original + 1 despachador (tipo 2)	Modelo original a 11 horas
<i>Tiempo promedio de permanencias</i>	7.2 minutos	8.58 minutos	8.20 minutos	8.50 minutos
<i>Locacion con mas tiempo de operacion</i>	Despachador 2	Despachador 2 Con 45.13%	Despachador 2.1 Con 40.75%	Despachador 2
<i>Total de salidas</i>	50 clientes	50 clientes	50 clientes	57 clientes
<i>Maximo de clientes en fila de llegadas</i>	1	1	1	1
<i>Total de duracion de la simulacion</i>	9 horas	10 horas	9.55 horas	11 horas

CONCLUSIONES

Existen hoy en día más herramientas que nos van a permitir mejorar los procesos de servicio al cliente ayudando a que las PYMES puedan tener mayores ingresos y oportunidades de mejora. Estas son importantes ya que forman parte del desarrollo económico del país.

Al aplicar la metodología de un estudio de Simulación se pudo llevar la realidad de una parte de los procesos que se realizan en las PYMES a un software llamado PROMODEL, para mostrar cómo están funcionando los procesos ya establecidos y probar mejoras que permitan el bienestar para quienes son usuarios de estos servicios.

Algo que es importante mencionar que los resultados que da el software son los más apegados al sistema real con propuestas, es responsabilidad de quienes estén encargados de las gestiones estratégicas para el bienestar del negocio que tomen la decisión ya que después de esto se debe realizar un estudio económico para analizar si es factible la mejora que se propuso fundamentada en el análisis de datos de entrada del modelo.

REFERENCIAS

Baltodano-García, G., & Leyva Cordero, O. (2020). La productividad laboral: Una mirada a las necesidades de las Pymes en México. *Revista Ciencia Jurídica Y Política*, 6(11), 15–30. <https://doi.org/10.5377/rcijupo.v6i11.11228>

Buenrostro Mercado, E. (2022). Propuesta de adopción de tecnologías asociadas a la industria 4.0 en las pymes mexicanas. *Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento*, 10(24).

Heredia, I., Letier, M., Roark, G., Chiodi, F., & De Paula, M. APLICACIÓN INTEGRAL DE TÉCNICAS DE EXCELENCIA OPERACIONAL CON SIMULACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS PARA LA MEJORA PRODUCTIVA EN UNA INDUSTRIA CERÁMICA. (2022).

Herrera, O. J., & Becerra, L. A. (2014). Diseño General de las Etapas de Simulación de Procesos con Énfasis en el Análisis de Entrada. In *12th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology* (Vol. 10).

Irigoin Alarcon, M. M. (2022). Modelo de simulación del sistema productivo de pan para mejorar la productividad de la panadería El Pacífico SAC.

López Mejía, M. R., Gómez Martínez, A., & Sánchez Meléndez, M. D. (2020). GESTIÓN DE LAS PYME EN MÉXICO. ANTE LOS NUEVOS ESCENARIOS DE NEGOCIOS Y LA TEORÍA DE LA AGENCIA. *Estudios de administración*, 27(1).

Martínez Vera H. T. y Duarte Forero E. L., «Análisis del flujo de pacientes utilizando la simulación discreta en una unidad de quimioterapia de una organización sin ánimo de lucro», *I*, vol. 15, n.º 29, pp. 23–36, feb. 2021.

Peña Ariza, Lina Vanessa, & Felizzola Jiménez, Heriberto Alexander. (2020). Optimización de la capacidad de producción en una empresa de alimentos usando simulación de eventos discretos. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 28(2), 277292. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052020000200277>

Pérez-García, E. M., Sánchez-Escobar, R., & Lara-Hernández, O. Optimización del sistema de atención a clientes de una crepería, mediante la simulación discreta. 2021.

Rosales Acosta, R. R., & Bautista Sena, S. A. Simulación de eventos discretos para reducir el tiempo de espera en el área de consulta externa, Hospital Eleazar Guzmán Barrón-Chimbote 2019.

Sánchez-Sánchez, P., García-González, J. R., Fajardo Toro, C. H., Pulido-Rojano. A. & Melamed-Varela, E. (2018). Simulación de sistemas de emergencia en salud. En: A.

Pulido-Rojano, P. Sánchez-Sánchez & E. Melamed-Varela. (eds.). Nuevas tendencias en investigación de operaciones y ciencias administrativas. Un enfoque desde estudios iberoamericanos. (pp.165-210). Barranquilla, Colombia: Ediciones Universidad Simón Bolívar.

Zarza-Díaz, R. (2023). Simulación de eventos discretos desde la ingeniería industrial. *Pädi Boletín Científico De Ciencias Básicas E Ingenierías Del ICBI*, 10(20), 110-121. <https://doi.org/10.29057/icbi.v10i20.10207>

A Review on Hydrophobic Materials: Synthesis and Applications

Hernández-Marchena M. J., Cornelio-Priego J. A., De la Cruz-Olivé C. E., Olán-González P., Pérez-Hernández H. G., Cuevas-Carballo Z. B.

*División Académica Multidisciplinaria de Jalpa de Méndez, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
zcc06456@docente.ujat.mx*

Palabras clave:

*Hidrofobicidad,
superhidrofobicidad,
nanotecnología,
recubrimientos.*

Keywords:

*Hydrophobicity,
superhydrophobicity,
nanotechnology, coatings.*

RESUMEN

Este artículo de revisión ofrece una panorámica de las aplicaciones de las superficies hidrofóbicas y superhidrofóbicas, centrándose en los requisitos previos para la producción de revestimientos superhidrofóbicos y sus aplicaciones polifacéticas. A través de una revisión de la literatura se sientan las bases para explorar estas avanzadas tecnologías de superficie. Se analizan los requisitos esenciales para la fabricación de recubrimientos superhidrofóbicos, como la energía superficial y la rugosidad, como parámetros clave que desempeñan un papel fundamental en la obtención de la superhidrofobicidad. También se analizan las diversas técnicas de fabricación empleadas para crear superficies superhidrofóbicas, como los procesos sol-gel y el grabado químico, y se ofrecen datos sobre sus ventajas y limitaciones.

ABSTRACT

This review article provides an overview of the landscape of hydrophobic and superhydrophobic surfaces, with a focus on the prerequisites for the production of superhydrophobic coatings and their multifaceted applications. Through a literary review, the article sets the stage for an exploration of these advanced surface technologies. The critical requirements essential for the fabrication of superhydrophobic coatings, such as surface energy and roughness as key parameters that play a pivotal role in achieving superhydrophobicity are discussed. As well as the various manufacturing techniques employed to create superhydrophobic surfaces, including sol-gel process, and chemical etching, providing insights into their strengths and limitations.

1. INTRODUCTION

With the emergence of nanotechnological coatings, it has become very common to hear the term hydrophobicity. Surface hydrophobicity represents a pivotal surface attribute with significant relevance in various domains, encompassing tribological applications, environmental preservation, solar energy harvesting, and numerous other practical applications [1]. Hydrophobicity is a crucial parameter, signifying the propensity of a solute to favor a non-aqueous environment over an aqueous one. This property assumes substantial significance in influencing the biological and physicochemical behavior of a diverse range of organic compounds [2].

The phenomenon is due to unbalanced molecular forces at the water/solid interface that cause surface tension, for which the contact angle of water and aqueous solutions is greater than 90° [3]. A characteristic of these materials is the instability of the thin layers of moisturizing water on their surfaces [4]. It is well known that the leaves of many plants show particular characteristics such as repelling water, easily rolling off the surface, and anti-fouling even though the leaves are covered by dust or dirty water [5]. In nature, a hydrophobic surface can be seen in lotus leaves. This phenomenon is known as the "lotus effect", which is why the idea of developing hydrophobic surfaces is inspired by nature [6].

Hydrophobicity starts from the lotus effect, which was discovered by Professor Barthlott at the University of Bonn in the 1970s and the mid-1990s. Barthlott discovered the unusual repellency that the lotus flower, *Nelumbo nucifera*, presented with self-cleaning properties which led to an interest in investigating hydrophobic surfaces [7]. The lotus leaf has garnered substantial attention from researchers engaged in this field of inquiry, due to the dual characteristics of surface roughness and hydrophobicity it exhibits [8].

The surface structures under consideration exhibit a hierarchical arrangement comprising micropapillae, nano-wax clusters, and nano-wax tubules. These elements collectively constitute the roughness factor observed on the surface of

lotus leaves. The self-cleaning characteristic exhibited by hydrophobic lotus leaves is ascribed to the presence of hydrophobic epicuticular wax, which is intricately linked to the hierarchical micro/nanoscale structures. These structures are constituted by ciliary-like nanostructures situated atop the microscale papillae [9].

Ever since the inception of the 'Lotus concept' in 1992 [10], lotus leaves have acquired an emblematic status within the realm of superhydrophobic and self-cleaning surfaces, subsequently giving rise to the conceptualization of the "Lotus effect." Although numerous other plant species exhibit superhydrophobic surfaces characterized by comparable contact angles, it is noteworthy that the lotus leaf stands out for its exceptional stability in maintaining water repellency [11].

To achieve materials characterized by an enhanced contact angle, it is imperative to synergistically consider the influence of surface roughness, a parameter primarily governed by both the chemical composition and the micro geometric structure of the material's surface.

The utilization of hydrophobic materials has witnessed a notable increase in various industrial sectors in recent years. Notably, within the architectural industry, hydrophobic materials have found application as components such as tiles and windows. In this context, they serve as coatings endowed with advantageous attributes encompassing impermeability and resistance to corrosion. Furthermore, the domain of textile waterproofing has emerged as another promising avenue for the incorporation of hydrophobic materials. This is primarily attributed to the fibrous structure inherent to textiles, which can be preserved while concurrently ensuring the substrate remains breathable and comfortable for users [12]. Consequently, there has been a growing emphasis on the design and construction of superhydrophobic surfaces characterized by durability and chemical stability, a development that has progressively assumed practical significance [13].

2. HYDROPHOBIC AND SUPERHYDROPHOBIC SURFACES

The hydrophobic and superhydrophobic characteristics of solid surfaces have garnered significant attention within both scientific and industrial domains. These surfaces are of particular interest owing to their distinctive attributes, which encompass self-cleaning capabilities, resistance to fogging, non-adhesive properties, and anti-pollution features [14]. The chemical composition of the surfaces of materials with properties similar to that of the lotus flower favors hydrophobic behavior [15]. The nature of the surface has an important role in this effect, it takes roughness to be able to increase the solid-liquid interface to achieve the increase in the state of hydrophobicity. On these surfaces, water droplets are not able to penetrate the surface due to tension and especially repulsion forces that cause the droplet to be removed along with contaminants [16]. In Fig. 1 the difference in the contact angles of a hydrophobic and superhydrophobic surface can be observed.

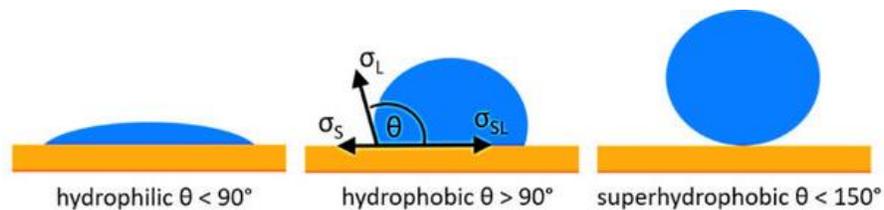


Figure 1. Contact angle for superhydrophobic and hydrophobic surfaces. (Geils et al., 2019)

Hydrophobic and superhydrophobic surfaces are manufactured from coatings with materials that have such properties because, after treatments performed to obtain hydrophobic coating, the material will continue to present these properties despite the temperatures and pressures implemented. Some properties of these materials in addition to the repellency of water droplets, are self-cleaning, color, and transparency [17]. Different structures can provide high contact angles as well as roughness at the same time with low surface energy, among these are organic and inorganic materials, which are used in surface coatings. Polymeric materials are

normally used to manufacture hydrophobic surfaces, these materials have rough surfaces.

On the other hand, surface structures with these properties can be organic after corresponding treatments [18]. Studies have revealed that there are asymmetric interactions on hydrophobic and superhydrophobic surfaces, the interpretation of these interactions results in a force in the double layer between unevenly charged surfaces and at low electrolyte concentrations [19]. The hydrophobicity of a solid material is related to its solid surface tension and wetting characteristics which are generally evaluated by measuring the contact angle. The angle formed by the intersection of the liquid-solid and liquid-vapor interfaces, when a drop of water is placed on a horizontal solid surface, is measured as the contact angle [20].

3. REQUIREMENTS FOR THE MANUFACTURE OF SUPERHYDROPHOBIC COATINGS

There are two main mechanisms necessary for surface hydrophobicity to happen on a material: surface energy, and surface roughness. Roughness is necessary to create a layer between the drop of water and the surface on which an amount of air is trapped, to stabilize the Cassie-Baxter state. The Cassie-Baxter state occurs on low-energy surfaces and allows the drop to roll on the surface, however, this state is not always accepted by scientists and depends a lot on the wetting system, it also presents irregularities if that drop of water is pressed [21-22].

3.1 Surface energy

Surface energy plays an important role thermodynamically, it is usually difficult to obtain in measurements, but on hydrophobic surfaces, it is easy to know surface

energy through the contact angle. The decrease in energy is a property that occurs in hydrophobic coatings, surfactants are often used to decrease surface energy, these compounds have many derivatives and applications [23]. The term surfactant applies to active agents that include molecular ligands, polymers, and nanomaterials among others. [24].

Free surface energy is an important parameter in all interfaces, the bulk of a body exists in the form of chemical links between the molecules, and to break these links you need a quantity of energy. The molecules that do not form these links will have higher energy than those links [25]. Surface energy is a crucial aspect of solid materials. However, measuring it can be complicated in polymers as their surface energy is equivalent to mechanical surface tension, unlike liquids. The value of surface energy in solid materials such as polymers can be determined using Young's equation [26].

3.2 Roughness

Roughness is one of the most influential topographic parameters in cell-material interaction that goes hand in hand with surface energy. It allows the trapping of certain amounts of air when a drop of water falls on it, in order to not touch the surface of the material at any point (Fig. 2), the air that is trapped widens the hydrophobic surface. Likewise, the roughness can provide intrinsic properties of the materials such as optical, electrical, and catalytic [27]. Roughness is a necessary condition on the hydro or superhydrophobic surface, it is known that nanomaterials can influence the roughness of these surfaces in a favorable manner and will depend on the surface finish.

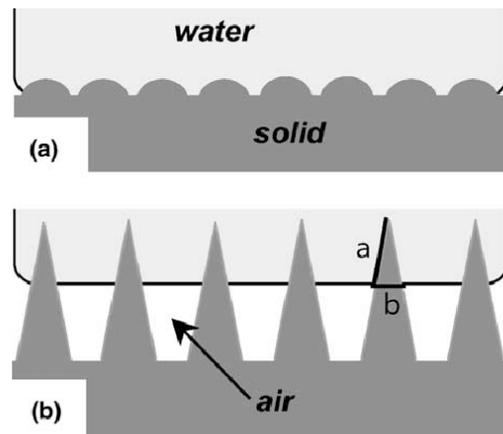


Figure. 2 Trapped air under water droplets due to the increase in surface roughness. (Farzaneh et al, 2005)

Developing surfaces that meet the required roughness is an expensive manufacturing problem and limits the application of this feature, because of this, researchers have dedicated themselves to manufacturing economical surfaces with this property [28]. An interesting proposition is the use of colloidal particles to produce these rough surfaces either in large quantities or in random quantities. These particles have been applied in products such as paints which consist of a matrix of suspended particles [29]. Colloidal systems and the wetting effect are applied in many fields and are under constant development according to the required properties [30].

4. HYDROPHOBIC STABILITY COATINGS

In various industries, the stability of hydrophobic surfaces relies on pH levels and high temperatures which can reduce the lifespan of hydro or superhydrophobic coatings. These conditions can also cause irreversible changes that turn surfaces hydrophilic. Additionally, mechanical wear can affect the micro and nanostructures

of the coatings, diminishing their superhydrophobic properties. Coatings exposed to the outside environment are also vulnerable to damage from UV radiation. However, using nanostructures can enhance mechanical stability, ensuring longer-lasting coatings. To evaluate stability, laboratories conduct tests on coatings using different media such as water, acid, ionic, alkaline solutions, and organic solvents. The durability of coatings ultimately depends on the operating conditions in which they are used. [31-32]

5. ANTI-FREEZING

Hydrophobic materials are not only applied in self-cleaning, but they are also used in anti-freezing applications. In nature, many surfaces of plants, insects, and animals exhibit both hydrophobic and anti-freezing properties [33]. An example of this is the penguin whose body is structured to avoid or repel the cold of the water; the surface of its wings shows roughness and therefore hydrophobicity. Current studies have been carried out with frozen water and not with condensed water. When conditions are extremely cold, water condenses on the hydrophobic surface, and it is impossible to show the anti-ice property.

6. NANOTECHNOLOGY IN HYDROPHOBIC COATINGS.

In comparison to the micro and macro scale, nanotechnology has the ability to wield greater control on the surface roughness and can also yield better properties. That is why today there are coatings based on a variety of nanoparticles whose sole objective is the field of repelling water on certain surfaces, an instance of which would be applied to the windshield glass in automobiles, allowing the driver more visibility in case of rain or fog, since it would prevent the adhesion of water droplets on the glass. Another important application is corrosion, whether in the industrial or home environment, on different surfaces exposed to weather conditions, or normal wear. Materials with hydrophobic properties offer important advantages such as:

preventing corrosion and staining of surfaces (i.e. they are self-cleaning), increasing water vapor barrier properties, and preventing the attack of microorganisms, among others [34].

An area of application of hydrophobic surfaces is the ability of a surface to change states or properties due to the influence of an electrical potential, temperature, or radiation [35]. On the other hand, nanotechnology plays an important role in the development of self-cleaning surfaces because the use of nanoparticles can only be dispersed uniformly in several substrates and generate hierarchical morphology [36].

The adhesion of mono dispersions or aggregates of nanoparticles with photocatalytic properties may show a better self-cleaning property. Similarly, the combination of micro-nano particles with low surface energy materials can improve surface roughness and water-repellency behavior, leading to the nature of self-cleaning on the surface [37]. A material with this property that has been studied over the years is silicon, since it has anti-reflective properties of the periodic wavelength gratings, Leem et al (2012) obtained hydrophobic silicon surfaces by incorporating a thermal oxidation process in the gratings of wavelength [38]. Next, examples of coatings in different application areas will be presented.

6.1 Self-Cleaning.

A novel nano coating has been developed that repels water particles and eliminates microorganisms, reducing dirt buildup on windows and windshields. This coating is made of silicon oxide (SiO₂) and titanium oxide (TiO₂), which are known for their physical properties and chemical resistance. Additionally, the coating is transparent and can be applied as a varnish that adheres to surfaces, preventing the absorption of liquids and pollutants that could harm the surface. This hydrophobic application will diminish damage to surfaces, such as tearing or deterioration, and the liquid will slip and will not adhere, much less the generation of bacteria stains or moisture transmission [39].

6.1.1 Nanotechnology in Paintings

There have been advances in the search for solutions in other areas of surface protection such as abrasion (floors), impact and increased cracking resistance, and resistance to water and fouling, thus reducing cleaning and maintenance cycles and lowering the cost of auto parts. A note-worthy application is with the famous BMW and Nissan car brands that have developed nanotechnology paint for their vehicles, focusing on self-cleaning and film regeneration in case of surface damage.

The explanation regarding the coating was very comprehensive, highlighting the specific properties that were sought after. Following a thorough evaluation, the material ultimately selected was TiO₂ on a nanometric scale. This particular pigment boasts multiple benefits, such as breaking down organic substances that pollute and possessing antibacterial qualities. It is a popular choice for self-cleaning paints that can eliminate dirt with the help of rainwater. By using the lotus effect to apply the paint in a thin layer, the resulting hydrophobicity is similar to that of a lotus leaf. This innovative method addresses common issues encountered in our daily lives such as dirt, wear and tear, and profitability. [40]

6.1.2 Fabrics with Nanostructured Surface that are resistant to dirt and water.

These surface fabrics are designed with artificial nanostructures that offer superior performance in terms of cleanliness and dryness compared to conventional fabrics. The unique structure of these fabrics allows them to repel dirt and water, making them easy to clean and resistant to damage. This functionality is based on the natural properties of the lotus plant, which keeps its leaves clean and shiny against any dirt or liquid. The coating is made of polystyrene microspheres coated with nanotubes, which work together to create hydrophobicity. These nanostructured

fabrics are now widely used in products such as instant-drying umbrellas, clothing, and tablecloths, as maintaining cleanliness is important for any type of surface. [41]

6.1.3 Development of Water Repellent Nanocoating for Textiles.

The development of this product is "Nanto" which refers to a spray for non-plasticized fabrics that creates a waterproof protective layer to ensure cleanliness and durability of surfaces. This innovative proposal seeks to prevent stains and wear in the textile, footwear, and furniture industry. The way to apply this product is the following one is applied in aerosol on the fabric and after evaporating the alcohol, there is a curing time of between 24 and 72 hours so that the nanoparticles form a film and from then on, it increases its yield of the surface treated.

One of the great advantages is invisible to the eye and touch, thanks to its nanometric scale, speaking of the effect and durability of the film, the effect can last for three to four months on clothing, and the coating can remain for three or four washes, depending on the type of soap used and wear [42]. Fibrous materials have high roughness which is ideal for converting a material to superhydrophobic, natural fibers are in the order of micrometers but artificial fibers could be found on the nanometric scale, current works have implemented fibers to generate roughness effects that are ideal for highly hydrophobic surfaces in the order of nanometers [43].

7. MANUFACTURING TECHNIQUES

Specifically, manufacturing superhydrophobic surfaces requires micro-nanostructures on the surface of the material, as well as modifying the surface energy of the material. Some unspecified methods of surface energy modification to make superhydrophobic surfaces such as laser electrodeposition, lithography, etc., unlike methods such as chemical etching, and immersion in solution which require a subsequent process in which the surface energy of the surface is changed. The

number of processes for creating superhydrophobic surfaces is extensive and deferred from several factors such as preparation time, manufacturing cost, simplicity, resulting water contact angle, durability, oxidation resistance, self-cleaning, etc. [44-46]

7.1 Flash light irradiation

One of the techniques employed for the synthesis of hydrophobic materials involves the utilization of flash light irradiation. In the initial step, graphite oxide was synthesized through the Hummers method. Subsequently, a suspension comprising graphite oxide and multi-walled carbon nanotubes (MWCNT) underwent ultrasonication for a duration of three hours, resulting in the formation of a black mass. Following filtration and drying, a film was generated on a filter paper. This film was then subjected to one hour of irradiation under flash light. The resultant material exhibited a notable expansion in volume and a pronounced curvature, indicative of the complete reduction of graphene oxide [47-48].

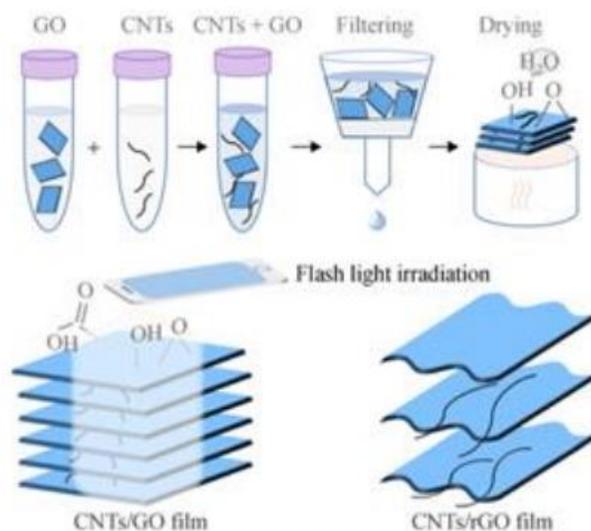


Figure 3. Graphical representation of the method used for the fabrication of coatings. [47]

7.2 Sol-gel

A straightforward and efficient method for creating transparent and self-cleaning superhydrophobic coatings has been developed using sol-gel processing of long-chain fluoroalkyl silane. This process involves adding 0.5 ml of ammonia and 1 ml of water to 25 ml of ethanol, stirring for 5 minutes, and then adding 100 ml of trimethoxysilane. Ammonia acts as a catalyst and ethanol serves as the solvent for the sol-gel process. After 5 minutes, a homogeneous blue solution is produced, confirming the formation of the network. Substrates are then submerged for varying exposure times ranging from 10 to 600 seconds. The coating surface exhibits a rough, wrinkled, hill-like morphology, similar to the microstructure of the lotus leaf, which results in superhydrophobia. Air pockets trapped in the rough hill-shaped structure allow water droplets to acquire a round shape with a contact angle of 169° . [49-50]

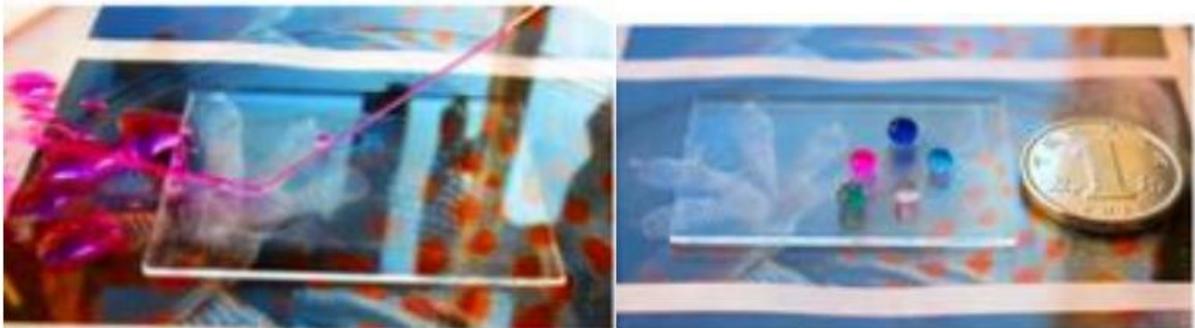


Figure 4. Left, water-jet-impact test on superhydrophobic coating. Right, spherical water drops on superhydrophobic coating.

7.3 Chemical etching

The chemical etching process generates superhydrophobic surfaces with a 3-step procedure, cleaning, etching, and surface modification. It was carried out on 20mm² Zn substrates, where silver, copper, and chromium ions were deposited to observe the influence on the morphology of the Zn surfaces, and their hydrophobicity after the modification of the surface energy, which was carried out by fluorosilane.

The substrates were cleaned by an ultrasonic bath, with alcohol and deionized water, and then heated to 100 ° C for 30 min. The samples were recorded with a 50 ml aqueous solution with a concentration of 1 mol of nitric acid and 0.1 mol of metal nitrate. They were subsequently washed to remove residues in deionized water and dried in the oven for 30 min at 100 ° C, finally, the surface energy of the material was reduced by immersing the sample in a solution with fluorosilane for 1 hr, and then cleaned with anhydrous ethanol and dried by 30 min at 100 °C. Several experiments were done using different times, temperatures, and concentrations to see which ones offered better results. The more favorable results were Cu²⁺ and Ag⁺ with a water contact angle of 158 ± 2° and 161 ± 2° respectively [51-52].

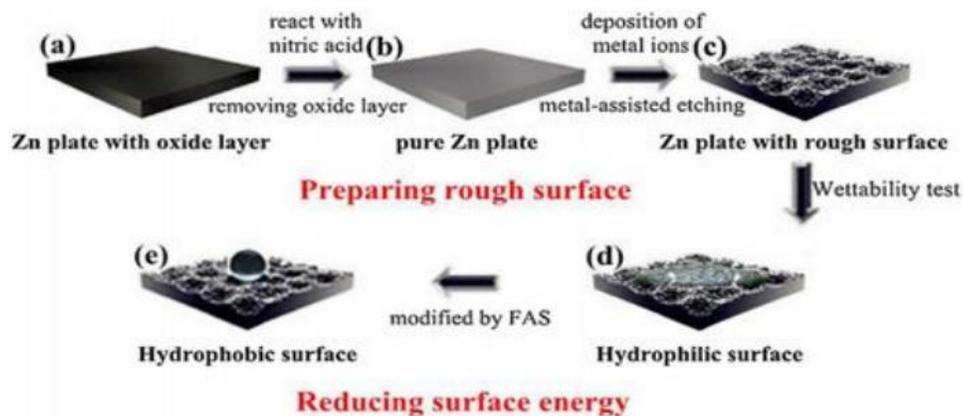


Figure 5. Schematic illustration of the fabrication of superhydrophobic Zn surface with micro-nano structures by chemical etching treatment

7.4 Spray coating

Wang et al. (2019) employed a cost-effective and environmentally sustainable approach to fabricate Superhydrophobic Surfaces (SHS) [53]. The fabrication process involved the utilization of a salt-spray technique, designed to enhance surface roughness, followed by the surface's subsequent modification to reduce its surface energy. This methodology was applied independently to two distinct substrate materials, namely steel and magnesium (Mg) alloy. To ensure optimal results, both substrate materials underwent a meticulous sequence of surface preparation steps, including initial polishing, thorough cleaning, and subsequent drying.

Subsequently, the prepared substrates were exposed to a controlled environment within a neutral spray chamber for approximately 2 hours. This controlled environment was saturated with a sodium chloride (NaCl) solution, thereby generating high humidity and fog-like conditions. As a result of this exposure, needle-like structures emerged on the surface of the steel substrate, while flower-like structures developed on the Mg alloy surface.

The attainment of superhydrophobic properties was realized through the immersion of the structured surfaces into a solution of Fluorooctadecyltrimethoxysilane (FAS-17). Subsequent contact angle (CA) measurements were conducted, revealing contact angles of 156.05° and 152.65° for the steel and Mg alloy surfaces, respectively. These measurements affirm the successful achievement of superhydrophobicity, highlighting the effectiveness of the fabricated SHS in repelling water.

8. CONCLUSIONS

The advent of nanotechnology and coatings has brought about a widespread awareness of hydrophobicity, a crucial surface property with far-reaching implications in various fields, including tribology, environmental protection, solar energy harvesting, and more. Hydrophobicity is characterized by surfaces that repel water, and its significance extends to the behavior of organic compounds. This phenomenon is rooted in unbalanced molecular forces at the water/solid interface, resulting in high contact angles and the instability of thin layers of moisture on such surfaces.

The natural inspiration drawn from the lotus leaf, renowned for its inherently rough and hydrophobic surface, has emerged as a central theme in the scientific investigation of this domain. The remarkable stability of the lotus leaf's water-repellent properties has elevated it to an emblematic status within the realm of superhydrophobic and self-cleaning surfaces, thereby catalyzing the conceptualization and development of what has come to be known as the "Lotus effect."

The pursuit of materials with enhanced contact angles has driven research into surface roughness, guided by chemical composition and micro-geometric structures. Hydrophobic materials have found diverse applications across industries, from architecture (tiles and windows) to textiles (waterproofing). These materials offer desirable traits such as impermeability, corrosion resistance, and dirt repellency. In light of these advancements, the development of durable and chemically stable superhydrophobic surfaces has gained practical significance. The integration of hydrophobic materials promises to continue shaping industries and innovations in the years to come.

7. CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

8. AUTHOR CONTRIBUTIONS

M. J. wrote the article, J. A., C. E., and P. collected and read research articles on the different subjects, H. G. provided a revision of the information and layout, and Cuevas Carballo Z. B. is the corresponding author.

9. REFERENCES

- [1] Owais, A., Khaled, M., & Yilbas, B. S. (2017). Hydrophobicity and Surface Finish. *Comprehensive Materials Finishing*, 137–148. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.09172-4>
- [2] García, M. A., Marina, M. L., Ríos, A., & Valcárcel, M. (2005). Separation modes in capillary electrophoresis. *Comprehensive Analytical Chemistry*, 31–134. Retrieved September 8, 2023, from https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=lwwarFEn17AC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Garc%C3%ADa,+M.+A.%3B+Marina,+M.+L.%3B+R%C3%ADos,+A.%3B+Valc%C3%A1rcel,+M.+Separation+Modes+in+Capillary+Electrophoresis.+In+Analysis+and+Detection+by+Capillary+Electrophoresis%3B+Marina,+M.L.,+R%C3%ADos,+A.,+Valc%C3%A1rcel,+M.,+Eds.%3B+Elsevier:+Amsterdam,+2005%3B+pp+31%E2%80%93134.&ots=76Yj9M8IHQ&sig=E_RyF9tMSOckoPRqEyghIVfC10#v=onepage&q&f=false
- [3] Macdonald, E. H. (2007). Nature and history of gold. *Handbook of Gold Exploration and Evaluation*, 1–61. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1533/9781845692544.1>
- [4] Boinovich, L. B., & Emelyanenko, A. M. (2008). Hydrophobic materials and coatings: principles of design, properties and applications. *Russian Chemical Reviews*, 77(7), 583–600. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1070/rc2008v077n07abeh003775>
- [5] Dimitrakellis, P., & Gogolides, E. (2018). Hydrophobic and superhydrophobic surfaces fabricated using atmospheric pressure cold plasma technology: A review. *Advances in Colloid and Interface Science*, 254, 1–21. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1016/j.cis.2018.03.009>
- [6] Yilbas, B. S., Khaled, M., Abu-Dheir, N., Al-Aqeeli, N., Said, S. A. M., Ahmed, A. O. M., Toumi, Y. K. (2014). Wetting and other physical characteristics of polycarbonate surface textured using laser ablation. *Applied Surface Science*, 320, 21–29. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2014.09.052>

- [7] Ejenstam, L. (2015). Hydrophobic and superhydrophobic coatings for corrosion protection of steel. ISBN 9789175957036
- [8] Verma, L. K., Sakhuja, M., Son, J., Danner, A. J., Yang, H., Zeng, H. C., & Bhatia, C. S. (2011). Self-cleaning and antireflective packaging glass for solar modules. *Renewable Energy*, 36(9), 2489–2493. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.02.017>
- [9] Celia, E., Darmanin, T., Taffin de Givenchy, E., Amigoni, S., & Guittard, F. (2013). Recent advances in designing superhydrophobic surfaces. *Journal of Colloid and Interface Science*, 402, 1–18. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2013.03.041>
- [10] Barthlott, W., & Neinhuis, C. (1997). Purity of the sacred lotus, or escape from contamination in biological surfaces. *Planta*, 202(1), 1–8. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1007/s004250050096>
- [11] Ensikat, H. J., Ditsche-Kuru, P., Neinhuis, C., & Barthlott, W. (2011). Superhydrophobicity in perfection: the outstanding properties of the lotus leaf. *Beilstein Journal of Nanotechnology*, 2, 152–161. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.3762/bjnano.2.19>
- [12] Chieng, B. W., Ibrahim, N. A., Ahmad Daud, N., & Talib, Z. A. (2019). Functionalization of Graphene Oxide via Gamma-Ray Irradiation for Hydrophobic Materials. *Synthesis, Technology and Applications of Carbon Nanomaterials*, 177–203. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815757-2.00008-5>
- [13] Wen, G., Guo, Z., & Liu, W. (2017). Biomimetic polymeric superhydrophobic surfaces and nanostructures: from fabrication to applications. *Nanoscale*, 9(10), 3338–3366. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1039/C7NR00096K>
- [14] Nosonovsky, M., & Bhushan, B. (2008). Biologically Inspired Surfaces: Broadening the Scope of Roughness. *Advanced Functional Materials*, 18(6), 843–855. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1002/adfm.200701195>
- [15] Barati Darband, G., Aliofkhaezrai, M., Khorsand, S., Sokhanvar, S., & Kaboli, A. (2018). Science and Engineering of Superhydrophobic Surfaces: Review of Corrosion Resistance, Chemical and Mechanical Stability. *Arabian Journal of Chemistry*. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2018.01.013>

- [16] Bai, Z., & Zhang, B. (2019). Fabrication of superhydrophobic reduced-graphene oxide/nickel coating with mechanical durability, self-cleaning and anticorrosion performance. *Nano Materials Science*, (April). Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1016/j.nanoms.2019.05.001>
- [17] Darmanin, T., & Guittard, F. (2015). Superhydrophobic and superoleophobic properties in nature. *Materials Today*. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1016/j.mattod.2015.01.001>
- [18] He, S., Wang, Z., Hu, J., Zhu, J., Wei, L., & Chen, Z. (2018). Formation of superhydrophobic micro nanostructured iron oxide for corrosion protection of N80 steel. *Materials and Design*. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2018.09.002>
- [19] Shirtcliffe, N. J., McHale, G., Atherton, S., & Newton, M. I. (2010). An introduction to superhydrophobicity. *Advances in Colloid and Interface Science*, 161(1–2), 124–138. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1016/j.cis.2009.11.001>
- [20] Nosonovsky, M. (2007). Multiscale Roughness and Stability of Superhydrophobic Biomimetic Interfaces. *Langmuir*, 23(6), 3157–3161. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1021/la062301d>
- [21] N.P. Mailvaganam, M. Rixom, *Chemical Admixtures for Concrete*, CRC Press, 2002. Retrieved from https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=zeIUkThbB3sC&oi=fnd&pg=PP1&dq=N.P.+Mailvaganam,+M.+Rixom,+Chemical+Admixtures+for+Concrete,+CRC+Press,+2002&ots=mwaEid_GGa&sig=3uA2gVUemC3QgrC7QNSCQ0WY-wM#v=onepage&q&f=false
- [22] Mohamed, A. M. A., Abdullah, A. M., & Younan, N. A. (2015). Corrosion behavior of superhydrophobic surfaces: A review. *Arabian Journal of Chemistry*. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.03.006>
- [23] Tarasevich, Y. I. (2007). The surface energy of hydrophilic and hydrophobic adsorbents. *Colloid Journal*, 69(2), 212–220. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1134/S1061933X0702010X>
- [24] Heinz, H., Pramanik, C., Heinz, O., Ding, Y., Mishra, R. K., Marchon, D., Ziolo, R. F. (2017). Nanoparticle decoration with surfactants: Molecular interactions, assembly, and applications. *Surface Science Reports*. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1016/j.surfrep.2017.02.001>

- [25] Ferrari, M., & Ravera, F. (2010). Surfactants and wetting at superhydrophobic surfaces: Water solutions and non-aqueous liquids. *Advances in Colloid and Interface Science*, 161(1–2), 22–28. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1016/j.cis.2010.09.002>
- [26] Duan, H., Wang, H., Zhao, L., & Zhao, H. (2008). The fabrication of microstructure surface of superhydrophobic coating by surface gelation technology. *Journal of Wuhan University of Technology-Mater. Sci. Ed.*, 23(2), 163–165. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1007/s11595-006-2163-x>
- [27] Guriyanova, S., Semin, B., Rodrigues, T. S., Butt, H. J., & Bonaccorso, E. (2010). Hydrodynamic drainage force in a highly confined geometry: Role of surface roughness on different length scales. *Microfluidics and Nanofluidics*, 8(5), 653–663. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1007/s10404-009-0498-2>
- [28] Maciejewski, H., Karasiewicz, J., Dutkiewicz, M., & Marciniak, B. (2015). Hydrophobic Materials Based on Fluorocarbofunctional Spherosilicates. *Silicon*, 7(2), 201–209. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1007/s12633-014-9264-5>
- [29] Lathe, S. S., Sutar, R. S., Bhosale, A. K., Nagappan, S., Ha, C.-S., Sadasivuni, K. K., Xing, R. (2019). Recent developments in air-trapped superhydrophobic and liquid-infused slippery surfaces for anti-icing application. *Progress in Organic Coatings*, 137(September), 105373. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2019.105373>
- [30] Christenson, H. K., & Claesson, P. M. (2001). Direct measurements of the force between hydrophobic surfaces in water. *Advances in Colloid and Interface Science*, 91(3), 391–436. Retrieved September 8, 2023, from [https://doi.org/10.1016/S0001-8686\(00\)00036-1](https://doi.org/10.1016/S0001-8686(00)00036-1)
- [31] Scarratt, L. R. J., Steiner, U., & Neto, C. (2017). A review on the mechanical and thermodynamic robustness of superhydrophobic surfaces. *Advances in Colloid and Interface Science*, 246(May), 133–152. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1016/j.cis.2017.05.018>
- [32] Malavasi, I., Bernagozzi, I., Antonini, C., & Marengo, M. (2015). Assessing durability of superhydrophobic surfaces. *Surface Innovations*, 3(1), 49–60. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1680/si.14.00001>
- [33] Milionis, A., Loth, E., & Bayer, I. S. (2016). Recent advances in the mechanical durability of superhydrophobic materials. *Advances in Colloid and Interface*

- Science, 229, 57–79. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1016/j.cis.2015.12.007>
- [34] Fernando, A., Córdoba, L., Centro, S., & Tecnológico, D. D. (n.d.). Application of Nano Coatings on.
- [35] Yan, Y. Y., Gao, N., & Barthlott, W. (2011). Mimicking natural superhydrophobic surfaces and grasping the wetting process: A review on recent progress in preparing superhydrophobic surfaces. *Advances in Colloid and Interface Science*, 169(2), 80–105. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1016/j.cis.2011.08.005>
- [36] Latthe, S. S., Sutar, R. S., Bhosale, A. K., Sadasivuni, K. K., & Liu, S. (2019). Superhydrophobic surfaces for oil-water separation. *Superhydrophobic Polymer Coatings*, 339–356. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816671-0.00016-3>
- [37] Ganesh, V. A., Raut, H. K., Nair, A. S., & Ramakrishna, S. (2011). A review on self-cleaning coatings. *Journal of Materials Chemistry*, 21(41), 16304. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1039/C1JM12523K>
- [38] Wang, J., Yu, Y., & Chen, D. (2006). Research progress on the ultra hydrophobic surface topography effect. *Chinese Science Bulletin*, 51(19), 2297–2300. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1007/s11434-006-2129-6>
- [39] Desarrollan nanorrecubrimiento hidrofóbico y anticontaminante. Retrieved October 17, 2019, from http://www.cienciamx.com/index.php/tecnologia/materiales/20723nanorreco-brimientohidrofobicoanticontaminante?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+conacytprensa%2FKjsA+%28Tecnología%29
- [40] Nanotecnología en pinturas, una realidad | Pinturas y Recubrimientos - Inpra Latina. Retrieved October 17, 2019, from <https://www.inpralatina.com/201111142260/articulos/pinturas-y-recubrimientos/nanotecnologia-en-pinturas-una-realidad.html>
- [41] Aplicaciones industriales de la nanotecnología Proyecto NANO-SME. Retrieved from <https://www.idepa.es/documents/20147/163848/AplicacionesIndustriales.pdf/6c110c65-76ef-fdfb-15dd-38c072d6e2ee>

- [42] Muñoz, M. (2018). ITESO - Desarrollan nanorrecubrimiento repelente al agua para textiles. October 24, 2019, from https://iteso.mx/web/general/detalle?group_id=13753594
- [43] Nosonovsky, M., & Bhushan, B. (2009). Superhydrophobic surfaces and emerging applications: Non adhesion, energy, green engineering. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*, 14(4), 270–280. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2009.05.004>
- [44] Drahansky, M., Paridah, M., Moradbak, A., Mohamed, A., Owolabi, F. Abdulwahab Taiwo, Asniza, M., & Abdul Khalid, S. H. (2016). Techniques for the Fabrication of Super-Hydrophobic Surfaces and Their Heat Transfer Applications, 13. DOI: 10.5772/intechopen.72820
- [45] Ma, M., & Hill, R. M. (2006). Superhydrophobic surfaces. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 11(4), 193–202. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1016/j.cocis.2006.06.002>
- [46] Namba, S., & Tatsuaki, Y. (1981). Catalytic application of hydrophobic properties of high-silica zeolites: I. Hydrolysis of ethyl acetate in aqueous solution. *El Servier*, 72, 16–20. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0021951781900737>
- [47] Wang, K., Pang, J., Li, L., Zhou, S., Li, Y., & Zhang, T. (2018). Synthesis of hydrophobic carbon nanotubes/reduced graphene oxide composite films by flash light irradiation. *Frontiers of Chemical Science and Engineering*, 12(3), 376–382. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1007/s11705-018-1705-z>
- [48] Liu, S., Liu, X., Latthe, S. S., Gao, L., An, S., Yoon, S. S., Xing, R. (2015). Self-cleaning transparent superhydrophobic coatings through simple sol-gel processing of fluoroalkylsilane. *Applied Surface Science*, 351, 897–903. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2015.06.016>
- [49] Rather, A. M., & Manna, U. (2016). Facile Synthesis of Tunable and Durable Bulk Superhydrophobic Material from Amine “reactive” Polymeric Gel. *Chemistry of Materials*, 28(23), 8689–8699. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.6b03862>
- [50] Qi, Y., Cui, Z., Liang, B., Parnas, R. S., & Lu, H. (2014). A fast method to fabricate superhydrophobic surfaces on zinc substrate with ion-assisted chemical etching. *Applied Surface Science*, 305, 716–724. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2014.03>

- [51] SAHOO, R. K., DAS, A., SINGH, S. K., & MISHRA, B. K. (2016). Synthesis of surface modified SiC superhydrophobic coating on stainless steel surface by thermal plasma evaporation method. *Surface and Coatings Technology*, 307, 476–483. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2016.09.027>
- [52] MATSUBAYASHI, T., TENJIMBAYASHI, M., MANABE, K., KYUNG, K. H., DING, B., & SHIRATORI, S. (2016). A facile method of synthesizing size-controlled hollow cyanoacrylate nanoparticles for transparent superhydrophobic/oleophobic surfaces. *RSC Advances*, 6(19), 15877–15883. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1039/c6ra00493h>
- [53] WANG, L., YANG, J., ZHU, Y., LI, Z., SHEN, T., & YANG, D. Q. (2016). An environment-friendly fabrication of superhydrophobic surfaces on steel and magnesium alloy. *Materials Letters*, 171, 297–299. Retrieved September 8, 2023, from <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2016.02.103>
- [54] GEILS, J., PATZELT, G., & KESEL, A. (2019). The larger the contact angle, the lower the adhesion. In *Conference: Bionik: Patente aus der Natur. Innovationspotenziale für Technologieanwendungen (Vol. 9)*. Retrieved September 8, 2023, from https://www.researchgate.net/publication/330556275_The_larger_the_contact_angle_the_lower_the_adhesion
- [55] FARZANEH, M., KULINICH, S., & VOLAT, C. (2005). Hydrophobicity of Fluoroalkylsilane- and Alkylsilane-Grafted Surfaces. Retrieved September 8, 2023, from https://www.researchgate.net/publication/235783156_Hydrophobicity_of_Fluoroalkylsilane-_and_Alkylsilane-Grafted_Surfaces

Detección de requerimientos específicos en estudiantes recién matriculados en el TecNM Campus Pánuco

Alvarado Delfín Lilia Alejandra¹, Torres Maza Manuel Cornelio¹, Santana Esparza Gil¹, Mares Gardea Arturo Ernesto².

¹ *Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Pánuco*

² *Tecnológico Nacional de México/ Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico*
lilia.ad@panuco.tecnm.mx

Palabras clave:

*Inclusión Educativa, Escuela
Incluyente, Necesidades
Especiales Diversidad
Educativa.*

RESUMEN

Actualmente, hay programas a nivel nacional en la educación pública destinados a la atención de niños con necesidades especiales, como lo es el programa de la Unidad de Servicio de Apoyo a la Educación Regular de la Secretaría de Educación Pública. Este programa se encarga de brindar apoyo a estudiantes, ya sea con o sin discapacidad, con el objetivo de promover la igualdad de oportunidades de aprendizaje, fomentar la integración, garantizar la permanencia y el éxito educativo. Sin embargo, es importante destacar que estos esfuerzos se centran principalmente en los niveles de educación primaria y secundaria, lo que deja a los estudiantes de nivel medio superior y superior atendidos por estos programas sin el mismo nivel de atención y apoyo. Por lo tanto, el propósito de este proyecto consiste en establecer una metodología efectiva para la identificación de estudiantes con necesidades especiales, independientemente de si tienen una discapacidad o no, con el objetivo de lograr su integración plena en la comunidad estudiantil de niveles académicos superiores.

Keywords:

*Inclusive Education, Inclusive
School, Special Needs,
Educational Diversity*

ABSTRACT

Currently, there are national-level programs in public education aimed at addressing the needs of children with special needs, such as the program of the Regular Education Support Service Unit of the Ministry of Public Education. This program is responsible for providing support to students, whether they have disabilities or not, with the goal of promoting equal learning opportunities, fostering integration, ensuring retention, and educational success. However, it is important to note that these efforts primarily focus on primary and secondary education levels, leaving students in higher education levels who are served by these programs without the same level of attention and support. Therefore, the purpose of this project is to establish an effective methodology for identifying students with special needs, regardless of whether they have a disability or not, with the aim of achieving their full integration into the higher academic community.

INTRODUCCIÓN

Plantear el desafío de abordar las necesidades tecnológicas de todos los estudiantes surge como una respuesta a una nueva conciencia tanto a nivel local como nacional, que no se puede pasar por alto en el contexto de las tendencias educativas del siglo XXI. Las comunidades universitarias en México no han sido plenamente conscientes de los obstáculos que dificultan la inclusión y, en ocasiones, trabajan sin considerar las diversas necesidades que deben abordarse para garantizar la permanencia de todos los estudiantes. Esto no solo implica superar barreras físicas, sino también desafíos de índole mental.

Es de suma importancia promover la educación inclusiva, ya que algunos estudiantes necesitan un acompañamiento tutorial continuo, y también existen condiciones no reconocidas en los alumnos que obstaculizan su progreso académico y, en última instancia, pueden llevar a la deserción.

En la actualidad, la educación inclusiva en el ámbito universitario se encuentra en proceso de investigación en países de América Latina, como Chile y Colombia. Además, se ha convertido en un elemento crucial de la calidad educativa en la educación superior europea. En México, la ANIUES (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior) ha recomendado la creación de un Servicio de Apoyo a la Diversidad y Discapacidad en cada institución de educación superior. En este momento, convertir la educación superior tecnológica en un entorno inclusivo representa un desafío y una necesidad esenciales para la comunidad docente y estudiantil del TecNM. Por tanto, el objetivo general de este trabajo es crear una metodología en donde se permita identificar las necesidades especiales en los alumnos de nuevo ingreso para su correcta canalización y atención por el departamento de desarrollo académico.

La *Educación Inclusiva* se ha convertido en un tema de interés y discusión a nivel global, especialmente en el contexto de las políticas educativas, donde se reconoce la necesidad de adaptar la educación superior para incluir a grupos históricamente marginados, como personas en situación de pobreza, indígenas, desplazados y personas con discapacidad (PcD). Además, la inclusión educativa de las personas con discapacidad ha obtenido un amplio respaldo internacional desde la promulgación de la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad por parte de la Organización de Naciones Unidas (ONU) en 2006 (Fajardo, 2017). El sistema educativo ha experimentado una transformación en las últimas décadas, y en la actualidad, instituciones educativas de todo el mundo, en todos los niveles educativos, enfrentan el desafío de ser inclusivas. (Toscano, 2017)

"La inclusión se enfoca en garantizar el pleno ejercicio del derecho a la educación al incorporar a todos los estudiantes, respetando sus variadas necesidades, habilidades y particularidades, y eliminando cualquier forma de discriminación en el entorno de aprendizaje. La inclusión debe ser el principio rector que guíe las políticas y prácticas educativas, ya que la educación representa un derecho humano fundamental y constituye el cimiento de una sociedad más justa y equitativa." (UNESCO, 2020)

Uno de los desafíos de la educación radica en alcanzar tanto la cobertura como la calidad educativa, dos aspectos que están interconectados y se reflejan en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esto implica la necesidad de que el currículo educativo se ajuste a las necesidades de todos los estudiantes para abordar eficazmente la diversidad educativa. (Yon, 2018)

Delors sostiene que el nuevo enfoque de atención debe ser más acorde con la naturaleza y los ritmos inherentes al ser humano. Además, debe esforzarse en combinar los beneficios de la integración con el respeto a los derechos individuales, fomentando una mayor comprensión mutua y promoviendo una intensificación del

sentido de la responsabilidad y la solidaridad. Todo esto se basa en la idea de aceptar nuestras diferencias espirituales y culturales. En resumen, subraya la importancia de garantizar el acceso al conocimiento como un derecho fundamental y de promover la comprensión y la tolerancia entre las personas, sin importar sus diferencias (Delors, 2005)

"En México, la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), a través de su Manual para la Integración de Personas con Discapacidad en las Instituciones de Educación Superior (1999), concibe una universidad inclusiva como aquella que reconoce la capacidad de todos los estudiantes para aprender y aborda la diversidad en igualdad de oportunidades. La educación inclusiva se enfoca en resaltar las fortalezas y reconocer las necesidades individuales de todos los estudiantes, creando un ambiente donde se sientan bienvenidos, seguros y tengan éxito. Además, promueve la colaboración, la utilización eficaz de recursos y el apoyo a toda la comunidad educativa. En esencia, la inclusión se refiere al proceso mediante el cual las instituciones educativas desarrollan y proporcionan los apoyos necesarios para garantizar el éxito educativo de todos los estudiantes, sin importar su religión, raza, discapacidad, idioma, origen social u otras características. Este concepto se alinea con la definición de inclusión establecida por la UNESCO." (Yon, 2018)

Las personas con necesidades educativas especiales (NEE) son individuos que necesitan una atención particular durante ciertas etapas de su educación o durante todo su proceso educativo. Esta atención específica se debe a diversas características y capacidades individuales, que pueden ser de naturaleza física, psicológica, cognitiva o sensorial. (Arco. 2004)

Las NEE pueden abarcar una amplia variedad de desafíos que incluyen: (Garrido, 2007)

- Trastornos del aprendizaje: Dificultades en actividades de aprendizaje como lectura y ortografía.
- Dificultades emocionales: Baja autoestima, falta de confianza y problemas de comportamiento.
- Dificultades sociales: Dificultades para relacionarse y comprender a los demás.
- Dificultades físicas: Discapacidades o condiciones médicas que afectan el aprendizaje.
- Discapacidad intelectual: Trastornos como el síndrome de Down y retrasos en el desarrollo.
- Discapacidad motriz: Limitaciones de movilidad o comunicación.
- Trastornos generalizados del desarrollo (TGD): Afectan el desarrollo cerebral y la interacción social.
- Trastornos de la conducta: Comportamientos inadecuados persistentes.
- Trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH): Dificultad para concentrarse y controlar impulsos.
- Trastorno de control de impulsos: Comportamientos impulsivos persistentes.
- Trastorno obsesivo compulsivo (TOC): Obsesiones y comportamientos compulsivos.
- Trastorno de la eliminación: Emisión involuntaria de orina o heces.
- Trastorno de ansiedad: Ansiedad excesiva que afecta la vida cotidiana.
- Trastornos de comunicación y lenguaje: Dificultades en la adquisición y uso del lenguaje.
- Discapacidad sensorial: Problemas visuales o auditivos.
- Altas capacidades: Alto rendimiento académico por encima del promedio.

DESARROLLO

Se emplea un enfoque cualitativo para recopilar información, utilizando cuestionarios predefinidos elaborados por expertos en educación y psicología. El diseño de este estudio analítico tiene como objetivo identificar las técnicas y

procedimientos más adecuados para desarrollar una metodología aplicable en el TecNM Campus Pánuco. Se llevó a cabo una prueba piloto con los alumnos de ingeniería industrial de nuevo ingreso en el periodo agosto-diciembre 2021. Posteriormente, se analizarán los resultados obtenidos en el estudio y se realizarán ajustes a la metodología en función de la retroalimentación recibida.

Las acciones realizadas consistieron en la selección de cuestionarios acreditados identificando los cuestionarios que cuenten con el respaldo de instituciones educativas y expertos en el campo, así como aquellos avalados por organismos reconocidos, como la Organización Mundial de la Salud. El Diseño de encuestas adecuadas y específicas que se adapten a las necesidades identificadas en la población estudiantil. La Aplicación de encuestas de manera electrónica a los participantes, garantizando la confidencialidad y la seguridad en la recopilación de datos. Posteriormente el Análisis de resultados para evaluar minuciosamente los resultados obtenidos de las encuestas utilizando herramientas analíticas y plataformas especializadas.

Para la Definición de necesidades especiales es necesario realizar un diagnóstico detallado de las necesidades especiales detectadas en los participantes, considerando tanto aspectos físicos como psicológicos que puedan afectar su desempeño académico. Una vez obtenidos los resultados se procede a la Canalización y planificación individualizada, comunicar los resultados y necesidades identificadas al departamento correspondiente para elaborar planes de trabajo individualizados con cada estudiante.

El Desarrollo de esta metodología aplicable a la población estudiantil del TecNM, basándose en los resultados obtenidos y en la retroalimentación recibida.

En esta versión de Prueba piloto se Implementa los métodos de detección de alumnos con necesidades especiales para desarrollar correctamente su

aprendizaje, esta metodología desarrollada en una prueba piloto con un grupo específico de estudiantes para monitorear su progreso a lo largo de su trayectoria educativa.

Es importante realizar la evaluación continua y recopilar datos constantemente para evaluar el proceso de aplicación de la metodología durante un período prolongado para verificar la eficacia y realizar ajustes conforme sea necesario, presentar informes periódicos de los avances y resultados de la investigación, además de difundir los hallazgos relevantes en conferencias y publicaciones académicas.

El objetivo principal es desarrollar la versión 1.0 de una metodología aplicable a la población estudiantil del TecNM. La prueba piloto de esta metodología se ha llevado a cabo con 95 alumnos de nuevo ingreso en la carrera de ingeniería industrial durante el semestre agosto diciembre 2021. Estos estudiantes serán monitoreados a lo largo de su trayectoria educativa en la institución para recopilar datos y evaluar el proceso. Esto nos permitirá verificar los resultados obtenidos y realizar ajustes necesarios en la metodología para su futura implementación en todo el sistema tecnológico.

RESULTADOS

El propósito de este proyecto, como se ha explicado previamente, es instaurar un procedimiento que permita la pronta detección de las necesidades educativas especiales de los estudiantes recién ingresados a la carrera de ingeniería industrial en el Campus Pánuco del TecNM. Además, se busca implementar una fase de prueba piloto durante el año escolar 2021 para evaluar su eficacia y realizar los ajustes necesarios

Al perfeccionar este proceso, se pretende establecer una metodología a nivel nacional que abarque todas las instituciones pertenecientes al TecNM, allanando el camino para que se convierta en una práctica común en los Tecnológicos. Resulta

razonable suponer que, en consonancia con el estado actual de la educación superior inclusiva en México, este aspecto sea de gran relevancia en la búsqueda de futuras acreditaciones y certificaciones dentro de la institución.

La prueba piloto de esta metodología consiste en utilizar como objeto de estudio 95 alumnos de nuevo ingreso de ingeniería industrial en el semestre agosto-diciembre 2021, para ser monitoreados a largo plazo durante su trayectoria educativa dentro de la institución para la obtención de datos y evaluación del proceso. De esta manera verificar los resultados obtenidos y realizar los cambios pertinentes a la metodología para una futura aplicación en todo el sistema tecnológico.

A través del análisis de las respuestas más significativas recopiladas en diversas encuestas, se ha logrado identificar las dificultades que los estudiantes enfrentan en sus actividades académicas. En particular, se ha constatado que tres alumnos han manifestado experimentar dificultades considerables, como se ilustra en las siguientes gráficas.

En la figura 1 se encuentra reflejado los resultados enfocados al autismo, en donde se obtuvo que 3 alumnos presentan dificultades para socializar de leves a moderadas, sin embargo, con estos resultados previos no es posible considerar un diagnóstico, por tanto estos alumnos fueron canalizados al departamento de orientación educativa donde la psicóloga responsable se encargara de darle un adecuado seguimiento.

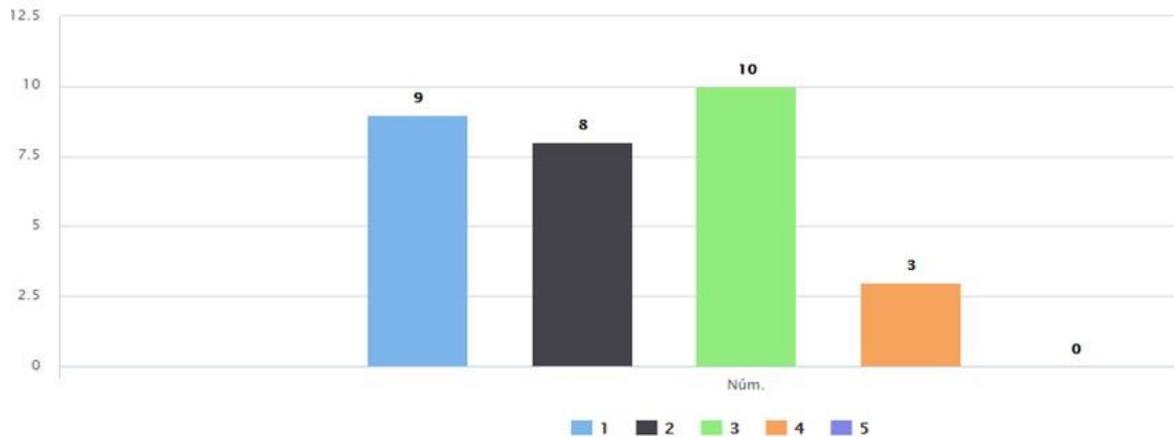


Figura 1: resultados de los alumnos con distintos problemas de socialización

En la figura 2 se muestran los resultados enfocados a las situaciones de memoria a corto y largo plazo, se obtuvo una respuesta en promedio regular, lo que indica que en un futuro es necesario establecer programas para promover actividades que ayuden a que los alumnos mejoren esta cualidad.

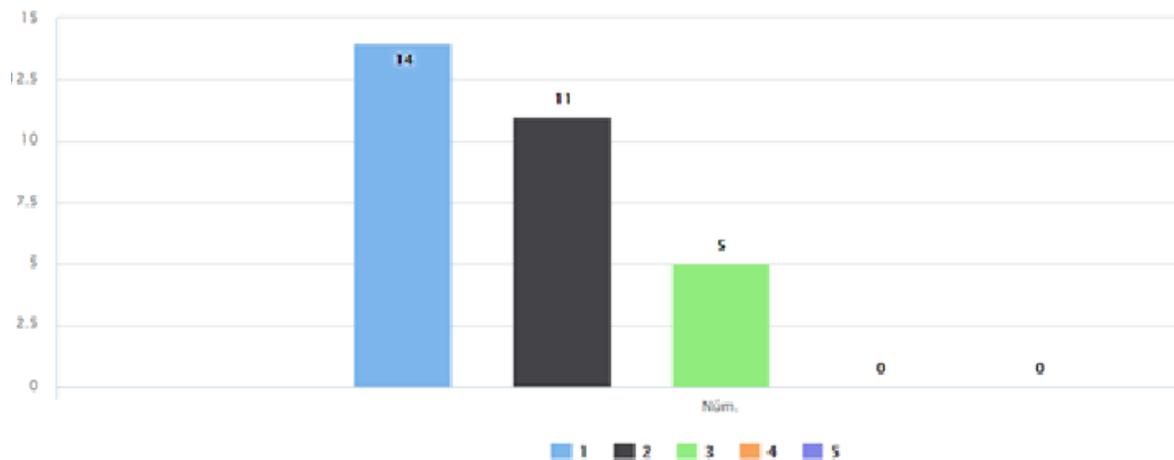


Figura 2. Resultados de las cualidades para memorizar a corto plazo

La figura 3 se centra en el problema de la vista, la mayoría de los alumnos presentan buenas características visuales en general, sin embargo, es importante gestionar campañas en la institución donde se realicen exámenes visuales constantemente con la oportunidad de financiamiento para el costo de anteojos graduados a los alumnos que así lo necesiten ya sea por alguna condición preexistente o porque desarrollo alguna deficiencia durante su estancia en el tecnológico.

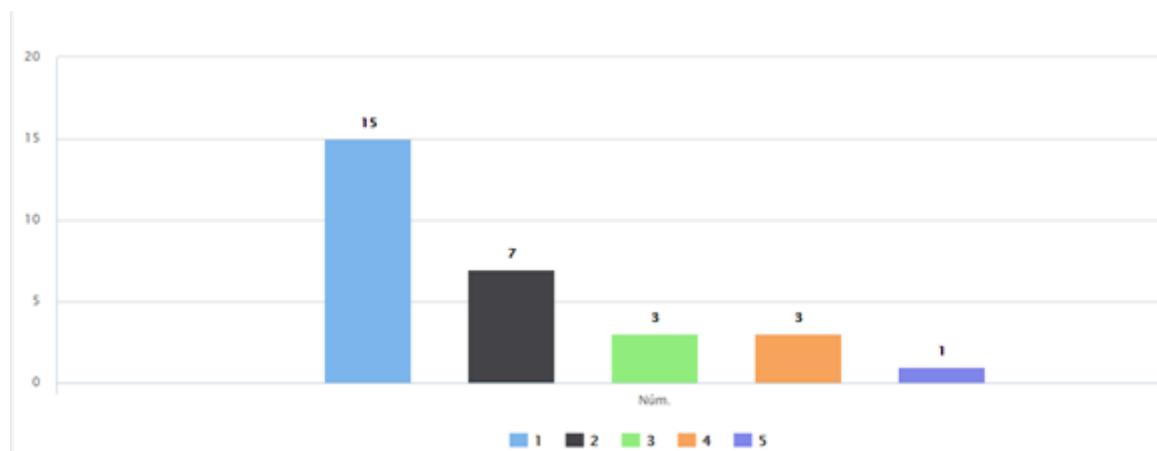


Figura 3. Resultados de la capacidad visual de los alumnos

La figura 4 se enfoca a los síntomas de depresión, en este punto y sobre todo considerando las condiciones de confinamiento, fallecimiento de amigos o familiares y pérdida de empleos por mencionar las más comunes, existe una llamada de atención para los tutores de cada grupo y para el departamento de tutorías de la institución, se observan alumnos, cansados, tristes y estresados desde primer

semestre. Por tanto, las actividades tutoriales deben encorcorarse a abordar una posible depresión en los alumnos.

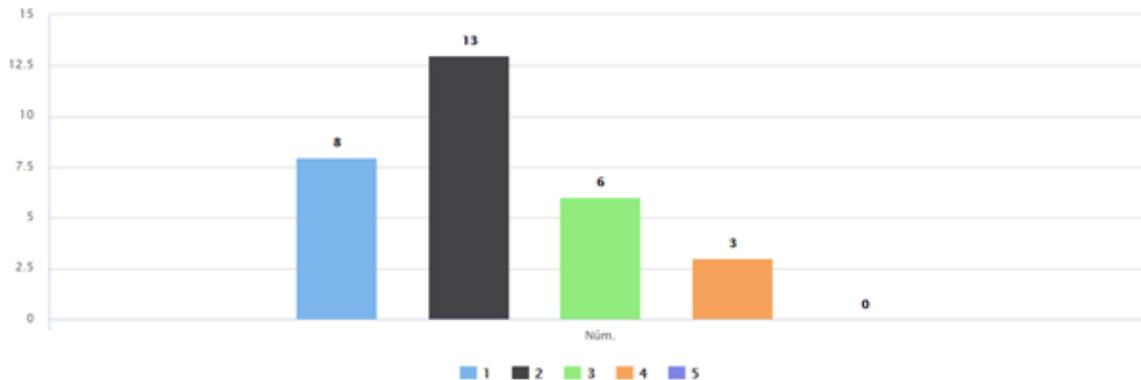


Figura 4: resultados de las condiciones generales de bienestar psicológico.

CONCLUSIONES

El proyecto ha permitido identificar con precisión las necesidades especiales de los estudiantes de nuevo ingreso en la carrera de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico Superior de Pánuco. Estas necesidades abarcan una variedad de aspectos, desde dificultades de aprendizaje hasta desafíos emocionales y físicos

Tiene una aplicabilidad directa en la comunidad estudiantil y docente de la carrera de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico Superior de Pánuco. Ha permitido el análisis de datos tanto cualitativos como cuantitativos relacionados con las necesidades especiales que algunos estudiantes puedan requerir, datos que han sido recopilados directamente de los propios individuos. Estos casos específicos de necesidades, ya sean individuales o grupales, deben ser considerados para mejorar el rendimiento académico. El éxito de los resultados obtenidos se traduce en una mejora sustancial en la calidad de la educación impartida en el ITSP.

La consideración de las necesidades especiales de los estudiantes tiene un impacto positivo en la calidad de la educación impartida en el ITSP. Al abordar estas necesidades de manera adecuada, se promueve un entorno de aprendizaje más inclusivo y efectivo. La implementación de prácticas inclusivas en la educación superior es un factor de relevancia

creciente en la búsqueda de acreditaciones y certificaciones institucionales. Este proyecto coloca al ITSP en una posición favorable en este sentido.

En resumen, este proyecto ha sentado las bases para una educación más inclusiva y adaptada a las necesidades de los estudiantes, contribuyendo al mejoramiento de la calidad educativa en el Instituto Tecnológico Superior de Pánuco

REFERENCIAS

Arco Tirado, J.L., Fernández Castillo, A. (2004) *Necesidades educativas especiales: manual de evaluación e intervención psicológica*. Editorial: Mc Graw Hill

Delors, J. “Los cuatro pilares de la educación” en *La educación encierra un tesoro*. Informe a la UNESCO de la Comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI, España 2005 pp. 91-103

Fajardo, Stella. “La educación superior inclusiva en algunos países de Latinoamérica: avances, obstáculos y retos”. *Revista latinoamericana de educación inclusiva*, Colombia 2017. ISSN 0718-7378

Garrido Landivar, J. (2007) *Programación de Actividades para Educación Especial*. Editorial: Colección Educación Especial

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2020

Toscano, B. et al. “Análisis de la inclusión en la educación superior en México” *Revista CONAIC*, México vol. 4 num. 2 - 2017 pp. 35-51

Yon, S. et. Al. “La inclusión de un estudiante con trastorno del espectro autista en la educación superior.” *Boletín virtual*, México, vol. 7 num. 2 - 2018 pp. 64-85 ISSN 266-1536

El modelo de lenguaje natural y la inteligencia artificial son capaces de diagnosticar enfermedades: Análisis desde la perspectiva de los profesionales médicos

Ahumada Cervantes María de los Angeles, Alvarez Baltierra Eric, Melo Morin Julia Patricia

*Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Pánuco
Angeles.ahumada@itspanuco.edu.mx*

Palabras clave:

*Automatización inteligente,
Análisis clínico*

RESUMEN

La investigación resalta la vital precisión en los diagnósticos médicos para tratamientos efectivos y explora avances en inteligencia artificial, centrándose en el uso de modelos de procesamiento de lenguaje natural como ChatGPT para consultas médicas. A pesar de limitaciones del modelo, se describe cómo lograr diagnósticos clínicos, creando así un software que aprovecha el almacenamiento de la información médica. Se realiza un estudio para recopilar opiniones médicas sobre la IA en diagnósticos, mostrando métricas de precisión en diversas especialidades. Se resalta el potencial de mejora en la atención médica y se ponen de relieve los desafíos éticos inherentes. Además, se concluye enfatizando la importancia de evaluar el sistema en términos de su capacidad de detección y precisión diagnóstica.

ABSTRACT

Keywords:

Intelligent automation, Clinical analysis

The research highlights the critical importance of accuracy in medical diagnoses for effective treatments and explores advances in artificial intelligence, with a focus on the use of natural language processing models like ChatGPT for medical consultations. Despite the model's limitations, it describes how clinical diagnoses can be achieved, thus creating software that harnesses the storage of medical information. A study is conducted to gather medical opinions on AI in diagnostics, showcasing accuracy metrics in various specialties. The potential for improvement in healthcare is underscored, along with the inherent ethical challenges. Furthermore, the conclusion emphasizes the importance of evaluating the system in terms of its detection capability and diagnostic accuracy.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, los avances en los modelos de lenguaje natural y la inteligencia artificial han revolucionado la forma en que abordamos la precisión en el diagnóstico médico, jugando un papel fundamental en la efectividad de los tratamientos para las enfermedades. Nuestra investigación se centra en examinar cómo estas

tecnologías innovadoras pueden potenciar el proceso de diagnóstico, al mismo tiempo que exploramos la dinámica de interacción entre los profesionales de la salud y estas herramientas en su práctica diaria (Gladys Moreno G, 2015).

El modelo de procesamiento de lenguaje natural en el campo de la inteligencia artificial, como el software ChatGPT, tiene la capacidad de ser utilizado para consultas de diagnóstico médico. Sin embargo, existen restricciones en su aplicación en el ámbito médico (Domingo, 2015). De acuerdo con las directrices y políticas establecidas por el propio modelo de inteligencia artificial, cuando se realizan consultas relacionadas con el diagnóstico de enfermedades basadas en síntomas, ChatGPT responderá de manera negativa. No obstante, es viable "inducir" al modelo de inteligencia artificial para que proporcione diagnósticos clínicos mediante la programación de la conversación de manera que simule ser un médico. Esta técnica abre la puerta a eludir la restricción inicial y obtener respuestas diagnósticas precisas y útiles.

A pesar de que esta tecnología ofrece respuestas lógicas y coherentes, se decidió llevar a cabo un experimento, buscando recoger las opiniones de médicos acerca del uso de la inteligencia artificial en el diagnóstico de enfermedades. Para lograr este propósito, se desarrolló una aplicación que utiliza la API del chat GPT para hacer más eficiente el uso del modelo de lenguaje natural, mediante la solicitud de datos en campos específicos, como síntomas, historial general del paciente y otros detalles, con la finalidad de proporcionar al modelo de lenguaje natural la máxima cantidad de información posible.

Con este enfoque, se buscó obtener las perspectivas tanto de médicos generales como especializados en relación con la viabilidad de contar con una entidad de inteligencia artificial que pueda comparar o reforzar los diagnósticos que ellos mismos han establecido. Este diálogo entre la medicina tradicional y las herramientas de IA tiene el potencial de añadir nuevas dimensiones a la atención médica y generar debates pertinentes sobre los posibles desafíos éticos que puedan surgir en el proceso.

DESARROLLO

En esta sección, se presentan de manera exhaustiva los pasos clave que se siguieron para llevar a cabo la implementación del software diseñado para interactuar con ChatGPT. El objetivo principal es asegurar tanto la claridad conceptual como la total replicabilidad del proceso implementado.

Diseño y Configuración del Software:

La implementación del software se basó en la elección de la versión específica del API de OpenAI, gpt-3.5-turbo-0613, conocida por su capacidad para realizar llamadas a funciones predefinidas. Esta elección fue fundamental para desarrollar e integrar elementos propios de los sistemas médicos tradicionales, tales como la recopilación de información sobre síntomas, peso, temperatura, sexo, edad, presión arterial, antecedentes médicos, resultados de pruebas diagnósticas e historial médico. La construcción del software se orientó a facilitar un diagnóstico médico más certero.

Interfaz y Entrada de Datos:

Mediante la implementación de herramientas en el lenguaje de programación Python, se creó una interfaz que permitía a los médicos ingresar la información de la consulta médica. Esta interfaz permitió la adaptación tanto a sistemas informáticos existentes como a métodos manuales. La trascendencia de este sistema de diagnóstico médico se consolidó con el tiempo, a medida que se nutría con un historial médico cada vez más amplio, lo cual mejoró significativamente la efectividad del proceso diagnóstico.

Parámetros del Modelo y Almacenamiento de Datos:

Los parámetros que definieron el comportamiento del modelo, incluyendo el tamaño del contexto de lenguaje y las capas ocultas, se establecieron en estricta concordancia con las recomendaciones proporcionadas por el API de OpenAI, específicamente su versión gpt-3.5-turbo-0613 (Open IA, 2023). La información obtenida de los pacientes se almacenó en servidores de bases de datos en la nube, creando un repositorio en constante crecimiento que enriqueció la calidad de las predicciones de la inteligencia artificial.

Para la información almacenada en la base de datos su objetivo fue la de recopilar todo lo referente a los médicos quienes utilizaban la aplicación, así como todos los datos generales del paciente como lo son: la información personal como nombre, edad, género y contacto, junto con historiales médicos, condiciones previas, cirugías, alergias y medicamentos actuales o pasados. También se incluyen datos sobre enfermedades familiares, inmunizaciones, estilo de vida, alergias y mediciones vitales como presión arterial y temperatura. Complementan la imagen el historial social, con ocupación y estado civil. Esta recopilación permite a la aplicación diagnosticar mejor y además de tomar decisiones de tratamiento informadas.

Para el llenado de la información necesaria fue necesario la colaboración de médicos dispuestos a probar la aplicación a la par de la realización de su consulta, por lo cual se realizó una búsqueda en Tampico y ciudad Madero en el estado de Tamaulipas, enviando correos electrónicos, visitando clínicas y consultorios médicos logrando conseguir así 41 médicos.

RESULTADOS

En esta fase se involucró una descripción minuciosa de los datos recolectados, seguida de un cálculo detallado de las medidas de precisión diagnóstica, como la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo (Gómez González C, 2007). Estos cuatro conceptos revisten una importancia esencial y central para llevar a cabo un análisis médico adecuado. Para realizar estos análisis, se empleó el software R (Santana, 2014) , siguiendo procedimientos metodológicos rigurosos.

Se tomó la decisión de llevar a cabo un ejercicio de recolección de datos durante un período de al menos dos meses. Durante este periodo, se instruyó a los médicos para que seleccionaran a los pacientes que consideraban más relevantes, con el objetivo de recopilar más de dos consultas por paciente. Una vez completado este proceso, se llevó a cabo una visita a todos los médicos ara realizar la tabulación final de los resultados.

En esta tabulación se incluyeron los siguientes elementos: una identificación de los pacientes a través de códigos especiales para salvaguardar su información personal, la semana en la que se realizó la consulta, el diagnóstico real y el resultado del diagnóstico del sistema. Los datos necesarios para la tabulación incluyeron los valores de (Thierer, 2015).

Este enfoque te brindará la capacidad de evaluar el rendimiento del sistema de diagnóstico para cada semana de manera individual, permitiéndote observar su comportamiento con el tiempo y en diversas situaciones. Con los datos suministrados se calculan algunas medias que ayudan a comprender que tan bien está funcionando un sistema de diagnóstico y cuántos diagnósticos son verdaderos y cuántos son falsos.

La sensibilidad se calcula mediante la fórmula $VP / (VP + FN)$. El resultado obtenido representa la proporción de casos positivos reales que el sistema de diagnóstico identificó correctamente. Por otro lado, la especificidad se calcula con la fórmula $VN / (VN + FP)$, ofreciendo la proporción de casos negativos reales que el sistema de diagnóstico clasificó correctamente como negativos. Además, se obtiene el Valor Predictivo Positivo y el Valor Predictivo Negativo mediante las fórmulas $VP / (VP + FP)$ y $VN / (VN + FN)$, respectivamente. Estas dos últimas fórmulas indican los casos identificados como positivos por el sistema que realmente son positivos y los casos identificados como negativos por el sistema que realmente son negativos.

Los datos recolectados y analizados de los médicos se sintetizaron en la Tabla 1. En esta tabla resumida, se presenta información desglosada por especialidad médica. Los valores de Verdaderos Positivos, Verdaderos Negativos, Falsos Positivos y Falsos Negativos se omitieron debido a la extensión de la tabla. Dichos valores fueron calculados para obtener las medidas de evaluación: Sensibilidad, Especificidad, Valor Predictivo Positivo y Valor Predictivo Negativo correspondientes a cada médico y su especialidad. Estos cálculos se realizaron utilizando las fórmulas previamente mencionadas.

La siguiente tabla 1 presenta un resultado detallado de las medidas de precisión diagnóstica obtenidas para diferentes especialidades médicas utilizando un sistema

de diagnóstico automatizado. Las medidas de evaluación clave, como Sensibilidad, Especificidad, Valor Predictivo Positivo y Valor Predictivo Negativo han sido calculadas para cada especialidad médica con el propósito de evaluar la eficacia y confiabilidad del sistema en la identificación y clasificación de casos. Estas medidas proporcionan una visión integral de cómo el sistema se desempeña en términos de detección de casos positivos y negativos, así como la precisión de los resultados proporcionados

Especialidad	Médicos	Sensibilidad Promedio	Especificidad Promedio	VPP Promedio	VPN Promedio
Médico General	21	80%	75%	85%	26%
Pediatras	2	90%	88%	87%	30%
Ginecólogos	4	85%	70%	65%	25%
Otorrinolaringólogos	2	80%	75%	85%	20%
Oftalmólogo	1	90%	88%	87%	30%
Medicina familiar	1	85%	70%	65%	20%
Medicina ortopédica	2	80%	75%	85%	20%
Cardiólogo	1	60%	55%	70%	30%
Nefrólogo	1	65%	75%	60%	30%
Gastroenterólogos	2	90%	88%	87%	30%
Psiquiatras	2	90%	80%	65%	20%
Médicos Internos	2	93%	95%	79%	90%
Total	41	82%	78%	77%	31%

Tabla 1: Resumen de Medidas de Precisión Diagnóstica por Especialidad para Médicos y Promedio General. Fuente Propia

DISCUSIÓN

A continuación, se discuten los patrones observados en las medidas de precisión diagnóstica para cada especialidad, destacando tanto los puntos fuertes como las áreas que podrían requerir mayor atención y optimización (Douglas G Altmana, 2015). La sensibilidad es una medida esencial en la evaluación de sistemas de diagnóstico. Representa la capacidad del sistema para identificar correctamente los casos positivos reales entre todos los que realmente son positivos. En general, una sensibilidad alta indica que el sistema es capaz de detectar efectivamente a la

mayoría de los pacientes con la enfermedad en una especialidad dada. En el conjunto de datos que se presentó de especialidades como Pediatras, Oftalmólogo, Gastroenterólogos y Psiquiatras exhiben una sensibilidad alta (alrededor del 90%), lo que sugiere que el sistema es eficaz en la identificación de pacientes con la enfermedad en estas áreas. Sin embargo, en especialidades como Cardiólogo y Nefrólogo, la sensibilidad es relativamente más baja, lo que podría requerir una atención adicional para mejorar la detección de casos positivos.

La especificidad es otra medida crucial que indica la capacidad del sistema para clasificar correctamente los casos negativos reales entre todos los que realmente son negativos. Una especificidad moderada (alrededor del 70-75%), en la mayoría de las especialidades sugiere que el sistema tiende a clasificar correctamente a la mayoría de los casos que realmente no tienen la enfermedad. Sin embargo, un sistema con especificidad alta, podría indicar una menor tasa de falsos positivos, lo que es importante para evitar diagnósticos incorrectos y tratamientos innecesarios. El VPP y el VPN evalúan la probabilidad de que los resultados positivos y negativos, respectivamente del sistema sean precisos. En especialidades como Gastroenterólogos, Psiquiatras, Pediatras y Oftalmólogo, el VPP y el VPN son relativamente altos (alrededor del 85-90%), lo que sugiere que el sistema tiene una buena capacidad para proporcionar resultados precisos tanto positivos como negativos. Por otro lado, especialidades como Cardiólogo y Nefrólogo presentan valores más bajos de VPP y VPN, lo que puede indicar que el sistema podría beneficiarse de mejoras para brindar resultados más confiables.

Dentro del sistema desarrollado, que hace uso del API del ChatGPT basado en un modelo de lenguaje natural, hemos notado que el desempeño del sistema de diagnóstico varía según la especialidad médica. Con esta tecnología avanzada de procesamiento de lenguaje, hemos encontrado que algunas especialidades muestran un alto rendimiento en todas las medidas de precisión, lo que sugiere que el sistema es altamente efectivo en detectar y clasificar con precisión casos en estas áreas particulares (MURIE, 2020). No obstante, también hemos identificado áreas de mejora en ciertas especialidades, como Cardiólogo y Nefrólogo, donde se

requiere mejorar la sensibilidad del sistema en estas áreas específicas. Este análisis pone de relieve tanto las fortalezas del sistema en ciertas especialidades, como las áreas que podrían beneficiarse de un enfoque más riguroso para lograr diagnósticos más precisos y efectivos en todas las áreas médicas. Una exploración más profunda y discusión detallada de estos resultados podría facilitar la identificación de enfoques estratégicos para optimizar y perfeccionar el sistema, contribuyendo a una toma de decisiones clínica más informada y precisa en cada especialidad médica.

CONCLUSIONES

Con la minuciosa evaluación de las medidas de precisión diagnóstica realizadas en diversas especialidades médicas mediante el empleo de un sistema basado en el API del ChatGPT y su modelo de lenguaje natural, ha brindado una visión completa y diversa de cómo se desempeña en la práctica clínica. Los resultados demuestran que, si bien este sistema puede ser altamente efectivo en la detección y clasificación de casos en ciertas especialidades, también hay áreas que requieren una atención más enfocada para lograr diagnósticos óptimos.

La implementación de la inteligencia artificial como un auxiliar en el diagnóstico clínico no solo presenta oportunidades emocionantes, sino también desafíos éticos. Si bien es alentador observar la precisión alcanzada por el sistema, es esencial que los profesionales de la salud mantengan un rol activo y central en el proceso de diagnóstico. La alta precisión de la aplicación no debe llevar a subestimar la importancia de la supervisión humana. Los médicos, con su experiencia y juicio clínico, deben validar y refinar los diagnósticos proporcionados por el modelo de inteligencia artificial.

Resulta fundamental comprender que la aplicación de la inteligencia artificial debe ser vista como un valioso complemento y no como un reemplazo del juicio clínico humano. El diagnóstico médico abarca no solo la interpretación de datos sino también la intuición y el conocimiento acumulado a lo largo de años de práctica. A medida que los avances tecnológicos nos brindan herramientas cada vez más

potentes, mantener el enfoque en el enriquecimiento de la toma de decisiones clínicas resulta imprescindible

REFERENCIAS

- Domingo, P. (2015). *The Master Algorithm: How the Quest for the Ultimate Learning Machine Will Remake Our World*. Basic Books. doi:B012271YB2
- Douglas G Altmana, P. M. (2015). Estudios de precisión diagnóstica (STARD) y pronóstica (REMARK). *Elsevier Medicina clínica, Vol. 125*, 49-55.
- Gladys Moreno G, T. P. (2015). Estudios de exactitud diagnóstica: Herramientas para su interpretación. *Revista Chilena de Radiología, Vol. 21*, 158-164.
- Gómez González C, P. C. (2007). Curso de introducción a la investigación clínica. Capítulo 8: Pruebas diagnósticas. Concordancia. *elsevier.es* , 509-519.
- MURIE, A. F. (2020). *PRONÓSTICO DE DEMANDA UTILIZANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL*. UNIVERSIDAD ICESI.
- Open IA. (2023). *GPT-3.5 Turbo fine-tuning and API updates*. Obtenido de <https://openai.com/blog/gpt-3-5-turbo-fine-tuning-and-api-updates>
- Santana, J. S. (2014). *El arte de programar en R: un lenguaje para la estadística*. México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Thierer, D. J. (2015). *Sac Sociedad Argentina de Cardiología*. Obtenido de ¿Qué son el valor predictivo positivo y el valor predictivo negativo?: <https://www.sac.org.ar/cuestion-de-metodo/que-son-el-valor-predictivo-positivo-y-el-valor-predictivo-negativo/>

EmprendeCiencia es una publicación periódica avalada por el Centro de Innovación e Incubación Empresarial del Tecnológico Nacional de México Campus Pánuco, que brinda un espacio que sirve de foro para la difusión de los trabajos realizados en el área de Emprendedurismo, Desarrollo Empresarial, Desarrollo Tecnológico e Innovación Social.

**Número de reserva de derechos al uso exclusivo
04-2022-1104140615 00-102 ISSN 2954-5129**

