

Adriana Yessica Luna-Ortiz
Ángeles Anahí Ramírez | Beatriz Beltrán Martínez
Bernardo Briones Aguirre | Carmen Cerón Garnica
Daniela Alexandra Bernabé Sánchez
Denisse América Uscanga Tlalpan
Eduardo Gracidas Reyes | Erika Beatriz Etcheverry Doger
Gerardo Ulises Díaz Arango | Inai Pensado García
Itzel Juan Velazquez | Jennifer Antón Sarabia
José R. Eguibar Cuenca | José Gabriel Montes Sosa
Karla Marisol Teutli Mellado | Luis Enrique Colmenares-Guillén
Ma. Carmen Cortés Sánchez | María Beatriz Bernábe Loranca
Mariano Larios Gómez | Michelle Hernández Sandoval
Melissa Mendoza Bernábe | Rosa Hallel Aquino Bezies
Rosa Lydia Muñoz Téllez | Verónica Beltrán Martínez
Víctor Manuel Mila Avendaño
Ximena Arenas Toxtle | Yolanda Moyao Martínez

Aportes Científicos para el Desarrollo Sostenible: Un Enfoque Interdisciplinario



Carmen Cerón Garnica
Yolanda Moyao Martínez
Beatriz Beltrán Martínez
Erika Ochoa Rosas
(Organizadoras)

Adriana Yessica Luna-Ortiz
Ángeles Anahí Ramírez | Beatriz Beltrán Martínez
Bernardo Briones Aguirre | Carmen Cerón Garnica
Daniela Alexandra Bernabé Sánchez
Denisse América Uscanga Tlalpan
Eduardo Gracidas Reyes | Erika Beatriz Etcheverry Doger
Gerardo Ulises Díaz Arango | Inai Pensado García
Itzel Juan Velazquez | Jennifer Antón Sarabia
José R. Eguibar Cuenca | José Gabriel Montes Sosa
Karla Marisol Teutli Mellado | Luis Enrique Colmenares-Guillén
Ma. Carmen Cortés Sánchez | María Beatriz Bernábe Loranca
Mariano Larios Gómez | Michelle Hernández Sandoval
Melissa Mendoza Bernábe | Rosa Hallel Aquino Bezies
Rosa Lydia Muñoz Téllez | Verónica Beltrán Martínez
Víctor Manuel Mila Avendaño
Ximena Arenas Toxtle | Yolanda Moyao Martínez

Aportes Científicos para el Desarrollo Sostenible: Un Enfoque Interdisciplinario



Carmen Cerón Garnica
Yolanda Moyao Martínez
Beatriz Beltrán Martínez
Erika Ochoa Rosas
(Organizadoras)

2025 por Atena Editora

Copyright© 2025 Atena Editora

Copyright del texto © 2025, el autor Copyright
de la edición© 2025, Atena Editora

Los derechos de esta edición han sido cedidos a Atena Editora por el autor.

Publicación de acceso abierto por Atena Editora

Editora jefe

Prof. Dr. Antonella Carvalho de Oliveira

Editora ejecutiva

Natalia Oliveira Scheffer

Imágenes de la portada

iStock

Edición artística

Yago Raphael Massuqueto Rocha



Todo el contenido de este libro está licenciado bajo la licencia
Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

Atena Editorial mantiene un firme compromiso con la transparencia y la calidad en todo el proceso de publicación. Trabajamos para garantizar que todo se realice de manera ética, evitando problemas como plagio, manipulación de información o cualquier interferencia externa que pueda comprometer la obra.

Si surge alguna sospecha de irregularidad, será analizada con atención y tratada con responsabilidad.

El contenido del libro, textos, datos e informaciones, es de total responsabilidad del autor y no representa necesariamente la opinión de Atena Editorial. La obra puede descargarse, compartirse, adaptarse o reutilizarse libremente, siempre que se mencionen el autor y la editorial, de acuerdo con la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Cada trabajo recibió la atención de especialistas antes de su publicación.

El equipo editorial de Atena evaluó las producciones nacionales, y revisores externos analizaron los materiales de autores internacionales.

Todos los textos fueron aprobados con base en criterios de imparcialidad y responsabilidad.

Aportes Científicos para el Desarrollo Sostenible: Un Enfoque Interdisciplinario

| Organizadoras:

Carmen Cerón Garnica
Beatriz Beltrán Martínez

Yolanda Moyao Martínez
Erika Ochoa Rosas

| Revisión:

Os autores

| Diseño:

Nataly Gayde

| Portada:

Yago Raphael Massuqueto Rocha

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
C334
Coordinadoras/Organizadoras: Carmen Cerón Garnica; Yolanda Moyao Martínez; Beatriz Beltrán Martínez; Erika Ochoa Rosas
Aportes científicos para el desarrollo sostenible: un enfoque interdisciplinario / Carmen Cerón Garnica, Yolanda Moyao Martínez, Beatriz Beltrán Martínez, Erika Ochoa Rosas (Coordinadoras/Organizadoras). — Ponta Grossa - PR: Atena Editora, 2025.
Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acceso: World Wide Web
Incluye bibliografía
ISBN 978-65-258-3817-5
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.175252811
1. Desarrollo sostenible. 2. Ciencias interdisciplinarias. 3. Medio ambiente. I. Cerón Garnica, Carmen. II. Moyao Martínez, Yolanda. III. Beltrán Martínez, Beatriz. IV. Ochoa Rosas, Erika. V. Título.
CDD: 333.7:

Atena Editora

+55 (42) 3323-5493

+55 (42) 99955-2866

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

CONSELHO EDITORIAL

CONSELHO EDITORIAL

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Ariadna Faria Vieira – Universidade Estadual do Piauí
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto
Prof. Dr. Cláudio José de Souza – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Fabrício Moraes de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná
Prof. Dr. Joachin de Melo Azevedo Sobrinho Neto – Universidade de Pernambuco
Prof. Dr. João Paulo Roberti Junior – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Juliana Abonizio – Universidade Federal de Mato Grosso
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof. Dr. Sérgio Nunes de Jesus – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

COMITÉ REVISOR

COMITÉ REVISOR

Hilda Castillo Zacatelco

Claudia Zepeda Cortés

Mireya Tovar Vidal

Etelvina Archundia Sierra

José Luis Carballido Carranza

Olivia Romero Tehuitzil

Armando Espíndola Pozos

Gerardo Martínez Guzmán

COMITÉ REVISOR INTERNACIONAL

Yumilka Bárbara Fernández Hernández

Dra. Yaile Caballero Mota

Dra. Yanela Álvarez Rodríguez

DICTAMEN ACADÉMICO

DICTAMEN ACADÉMICO

La presente obra en su conjunto fue dictaminada por pares académicos bajo el método de doble ciego, conforme a los estándares editoriales y éticos de la publicación científica. Este proceso garantiza la imparcialidad, calidad y pertinencia académica de los trabajos que integran el libro Aportes Científicos para el Desarrollo Sostenible: Un Enfoque Interdisciplinario.

Cada capítulo fue sometido a una evaluación de doble ciego por especialistas en el área temática correspondiente, quienes analizaron aspectos como la originalidad del contenido, la solidez metodológica, la coherencia argumentativa, la actualidad de las fuentes, la pertinencia de los resultados y la contribución al campo del desarrollo sostenible.

El método de revisión doble ciego, es un mecanismo que contribuye a mantener la integridad académica de la obra y a promover la excelencia investigativa como principio rector de toda publicación científica.

De esta manera, el libro Aportes Científicos para el Desarrollo Sostenible: Un Enfoque Interdisciplinario cumple con los estándares internacionales de evaluación por pares, consolidándose como un espacio de difusión del conocimiento riguroso y comprometido con el desarrollo sostenible, la ética investigativa y la calidad editorial universitaria.

La presente obra en su conjunto fue dictaminada por pares académicos bajo el método de doble ciego.

PRESENTACIÓN

PRESENTACIÓN

El presente libro, *Aportes Científicos para el Desarrollo Sostenible: Un Enfoque Interdisciplinario*, es el resultado de un esfuerzo colectivo orientado a promover la reflexión académica y la generación de conocimiento entorno a los grandes desafíos del desarrollo sostenible. Surge de la convicción de que la ciencia, cuando se articula con la educación, la tecnología y la responsabilidad social, constituye una herramienta esencial para la construcción de sociedades más justas, resilientes y respetuosas para un desarrollo sostenible.

El proyecto editorial que da origen a esta obra se fundamenta en la necesidad de integrar múltiples perspectivas disciplinarias, reconociendo que los problemas contemporáneos ambientales, económicos, sociales y culturales, no pueden abordarse desde visiones fragmentadas. Por ello, los capítulos aquí reunidos abordan diversas áreas del conocimiento, en las que convergen la investigación científica, la innovación tecnológica, la educación para la sostenibilidad, y las ciencias para la transformación. Cada aportación representa un esfuerzo por avanzar hacia una comprensión integral del desarrollo sostenible y por aportar soluciones pertinentes a los retos de nuestro tiempo.

La construcción de esta obra implicó un proceso de diálogo, colaboración y revisión entre investigadores de distintas instituciones, quienes compartieron no solo resultados científicos, sino también experiencias, metodologías y enfoques teóricos que enriquecen el debate interdisciplinario. Este ejercicio académico evidencia que la sostenibilidad requiere una mirada sistémica, donde el conocimiento se convierta en una vía para transformar realidades y generar impacto positivo en las comunidades.

Asimismo, este libro se enmarca en los principios de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), destacando el papel central de la ciencia, la innovación y la educación en la construcción de un futuro equitativo y sustentable. *Aportes Científicos para el Desarrollo Sostenible: Un Enfoque Interdisciplinario* constituye un espacio de convergencia y diálogo académico que busca inspirar nuevas líneas de trabajo y fortalecer la cooperación entre disciplinas y áreas.

PRESENTACIÓN

PRESENTACIÓN

Expresamos nuestro profundo agradecimiento a los autores que participaron en esta obra, a las instituciones y a las revisoras y revisores por su valiosa contribución. Este libro constituye una demostración del compromiso colectivo de investigadores y académicos por aportar conocimiento interdisciplinario que promueva la innovación, la reflexión crítica y el desarrollo de soluciones en los ámbitos de la educación, la salud y la tecnología al servicio de la sociedad, en el marco de una ciencia abierta, colaborativa y orientada al bien común.

Las Coordinadas/Organizadoras de la Obra

Carmen Cerón Garnica

Yolanda Moyao Martínez

Beatriz Beltrán Martínez

Erika Ochoa Rosas

PRÓLOGO

PRÓLOGO

El desarrollo sostenible representa, en la actualidad, uno de los mayores retos para la humanidad y un eje fundamental de la investigación científica contemporánea. En un mundo marcado por la crisis ambiental, las brechas sociales y las transformaciones tecnológicas constantes, la ciencia adquiere un papel protagónico como fuente de soluciones y conocimiento orientado al bienestar común. No obstante, abordar esta complejidad requiere superar los límites disciplinarios tradicionales y fomentar la colaboración entre diversas áreas del saber.

El libro *Aportes Científicos para el Desarrollo Sostenible: Un Enfoque Interdisciplinario* responde precisamente a esta necesidad. Se trata de una obra colectiva que reúne investigaciones, reflexiones y experiencias que convergen en un propósito común: generar conocimiento científico con impacto social, económico y educativo. Sus capítulos integran perspectivas que van desde la innovación tecnológica, educativa, de salud y de procesos transformadores de la ciencia, demostrando la riqueza de los enfoques interdisciplinarios para comprender y enfrentar los desafíos globales.

Este esfuerzo editorial refleja el compromiso de la comunidad académica con la construcción de sociedades sostenibles, inclusivas y resilientes. Cada contribución contenida en esta obra representa no solo un avance en su respectivo campo de estudio, sino también un testimonio del potencial de la ciencia cuando se orienta hacia la transformación social y el desarrollo humano.

La publicación de este libro no solo fortalece la difusión del conocimiento generado en las instituciones participantes, sino que también reafirma la importancia de la cooperación académica como vía para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos por la Agenda 2030 de las Naciones Unidas. Es, por tanto, una invitación a continuar construyendo puentes entre la ciencia, la educación y la sociedad, orientados hacia un futuro más justo y equilibrado.

Finalmente, extendiendo mi reconocimiento a las autoras y autores que hicieron posible esta obra, así como a las instituciones que respaldan la investigación científica comprometida con el desarrollo sostenible y al trabajo de las coordinadoras de la obra que constituye un compromiso con la excelencia académica, de investigación y responsabilidad social.

Dra. Yumilka Bárbara Fernández Hernández

Universidad de Camagüey, Cuba

SUMÁRIO

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1

EL ROL DE LAS REDES SOCIALES EN EL CIBERACOSO: ANÁLISIS EN MENORES Y UNIVERSITARIOS

Luis Enrique Colmenares-Guillén

Ximena Arenas Toxtle

Mariano Larios Gómez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1752528111>

CAPÍTULO 2 14

ANÁLISIS DE SENTIMIENTOS PARA EL PROBLEMA DE DESERCIÓN ESCOLAR

María Beatriz Bernábe Loranca

Melissa Mendoza Bernábe

Beatriz Beltrán Martínez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1752528112>

CAPÍTULO 3 31

DEL MODELO BIOPSIICOSOCIAL AL MODELO CENTRADO EN LA PERSONA: UNA PERSPECTIVA EN EDUCACIÓN PARA LA SALUD

Daniela Alexandra Bernabé Sánchez

Karla Marisol Teutli Mellado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1752528113>

CAPÍTULO 4 41

EL APRENDIZAJE SITUADO COMO ESTRATEGIA DE TRANSFORMACIÓN EDUCATIVA Y COMUNITARIA EN LA NUEVA ESCUELA MEXICANA

Inaí Pensado García

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1752528114>

CAPÍTULO 5 51

DEL ESTADO DEL ARTE A LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN DETECCIÓN DE TRASTORNOS RESPIRATORIOS DEL SUEÑO

Adriana Yessica Luna-Ortiz

Luis Enrique Colmenares-Guillén

Ma. Carmen Cortés-Sánchez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1752528115>

SUMÁRIO

SUMÁRIO

CAPÍTULO 6 68

ADVANCES IN THE DESIGN AND CONTROL OF CYBORG HISSING COCKROACHES: MACHINE LEARNING, MOTION TRACKING, AND TEMPERATURE CONTROL WITH A PERSPECTIVE ON SEARCH AND RESCUE OPERATIONS

Eduardo Gracidas Reyes

Gerardo Ulises Díaz Arango

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1752528116>

CAPÍTULO 7 96

LA DANZA COMO ESTRATEGIA PSICOTERAPÉUTICA EDUCATIVA DE SALUD MENTAL Y FÍSICA EN ESTUDIANTES DE BACHILLERATO

Michelle Hernández Sandoval

Víctor Manuel Mila Avendaño

Carmen Cerón Garnica

Yolanda Moyao Martínez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1752528117>

CAPÍTULO 8108

BIENESTAR PSICOLÓGICO Y RECHAZO DE PRÓTESIS

Denisse América Uscanga Tlalpan

Gerardo Ulises Díaz Arango

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1752528118>

CAPÍTULO 9126

ANÁLISIS COMPARATIVO PARA LA SELECCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DESIGN THINKING Y MÉTODO DE DOBLE DIAMANTE EN PROYECTOS EMPRESARIALES

Ángeles Anahí Ramírez

Mariano Laríos-Gómez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.1752528119>

SUMÁRIO

SUMÁRIO

CAPÍTULO 10.....144

EFFECTOS DE LA EXPOSICIÓN AL BISFENOL A DURANTE EL PERIODO DE GESTACIÓN EN LA SALUD DE LAS MADRES Y EN EL NIVEL DE ANSIEDAD EN LA DESCENDENCIA

Hallel Aquino Bezies

Ma. Carmen Cortés Sánchez

José R. Eguibar Cuenca

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.17525281110>

CAPÍTULO 11.....156

EXPLORACIÓN DEL CONSTRUCTO: FUNCIÓN BUCOFACIAL EN ESTOMATÓLOGOS PEDIATRAS

Itzel Juan Velazquez

Erika Beatriz Etcheverry Doger

Jennifer Antón Sarabia

Karla Marisol Teutli Mellado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.17525281111>

CAPÍTULO 12.....167

EDADISMO Y PERSPECTIVAS DE GÉNERO: DESIGUALDADES ESTRUCTURALES EN EL ENVEJECIMIENTO Y EL CUIDADO DE LA SALUD

Rosa Lydia Muñoz Téllez

Bernardo Briones Aguirre

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.17525281112>

CAPÍTULO 13.....177

ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS INCLUSIVAS Y PERCEPCIONES SOBRE LA INTEGRACIÓN DE ESTUDIANTES CON DISCAPACIDAD EN EL NIVEL MEDIO SUPERIOR: UN ESTUDIO EN LA BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Verónica Beltrán Martínez

José Gabriel Montes Sosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.17525281113>

AGRADECIMIENTOS191

ACERCA DE LAS COORDINADORAS/ORGANIZADORAS DE LA PUBLICACIÓN192



C A P Í T U L O 1

EL ROL DE LAS REDES SOCIALES EN EL CIBERACOSO: ANÁLISIS EN MENORES Y UNIVERSITARIOS

Luis Enrique Colmenares-Guillén

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla Facultad de Ciencias de la Computación

Ximena Arenas Toxtle

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Medicina,
Licenciatura en Ciencia Forense

Mariano Larios Gómez

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla Facultad de Ciencias de la Computación

RESUMEN: El objetivo de esta investigación fue analizar las acciones de menores de edad y universitarios en redes sociales e identificar los riesgos que existen al navegar y que pueden estar vulnerables a víctimas de ciberacoso. Además, se comparan resultados con el Módulo sobre Ciberacoso (MOCIBA) con relación a las medidas de seguridad utilizadas con mayor frecuencia. Se utiliza el enfoque cuantitativo, porque se adapta a las características y necesidades de la investigación. Los resultados revelaron que el ciberacoso, con relación a los menores de edad, el 55.1% conoce el término de ciberacoso, mientras que en el caso de universitarios el 56% también conoce el término. Esto refleja que es una problemática común, y que actualmente existe confusión con dicho término. Por otro lado, los resultados demostraron que WhatsApp es la red social que más usuarios, han bloqueado a otros usuarios. Esta investigación enfatiza la importancia de comprender las dinámicas del ciberacoso en diferentes grupos demográficos, al hacer un análisis entre menores de edad y universitarios.

PALABRAS CLAVE: ciberacoso, redes sociales, medidas de seguridad.

1. INTRODUCCIÓN

Las redes sociales han transformado radicalmente como se comunica y se interactúa; estas plataformas ofrecen herramientas que facilitan la conexión con amigos y familiares, además de ser parte del entretenimiento para muchas personas, por el impacto y la facilidad de acceso a una red social. No todo es positivo con las

redes sociales, ya que existen riesgos al navegar en ellas dando paso a ser víctima de ciberacoso por estos medios: mensajes de textos recibidos en el móvil, acoso vía llamadas, mails denigratorios o con amenazas, páginas web creadas o utilizadas para difamar, por mencionar algunos (Marín Cortés y Linne, 2021).

En 2015, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) atiende un problema generado por la constante actualización de la tecnología y medios electrónicos enfocándose en el acoso que se genera por medio de estos. Por ello, se implementa el Módulo sobre Ciberacoso (MOCIBA). En un principio fue agregado como módulo experimental a la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de las TIC en Hogares (ENDUTIH, 2015), principalmente para tener un panorama acerca de los métodos de captación a utilizar y así obtener los datos requeridos. El objetivo se enfocó en la obtención de información estadística para saber la magnitud de los incidentes de acoso en medios electrónicos, mejor conocido como ciberacoso. Al observar que el instrumento arrojó datos que servirían para la erradicación de esta problemática, se volvió de carácter anual obteniendo datos hasta el año 2022, sin considerar el año 2018.

La estructura del Módulo sobre Ciberacoso (MOCIBA) se basa en antecedentes, Objetivos específicos, Periodicidad, Diseño conceptual, Cobertura geográfica, Desglose geográfico, Diseño estadístico y Periodo de levantamiento (MOCIBA, 2015).

El Instrumento del Módulo sobre Ciberacoso (MOCIBA) busca obtener información a nivel nacional y estatal, en población de 12 años o más, usuaria de internet o celular que vivió alguna situación de ciberacoso por sexo, según grupos de edad, los medios a través de los cuales se realiza, la frecuencia con que se da, la identidad del acosador, las acciones tomadas por las víctimas, así como conocer si tienen conocimiento sobre la prevención del ciberacoso y de las autoridades u organizaciones que puedan brindar apoyo (MOCIBA, 2017).

El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) define al Ciberacoso como acoso o intimidación por medio de las tecnologías digitales. Puede ocurrir en las redes sociales, las plataformas de mensajería, las plataformas de juegos y los teléfonos móviles (UNICEF, 2024), sin embargo, para algunos el ciberacoso sigue siendo un término nuevo y es un problema que día a día va en crecimiento. En México, 8 de cada 10 mayores de seis años utilizan internet y, en promedio, los internautas pasan cuatro horas y media navegando en plataformas o redes sociales (García, 2023). Es por ello población puede ser vulnerable a ciberacoso, aunque la que engloba a universitarios y menores es la más expuesta a redes sociales y medios digitales por lo que son más vulnerables de ser víctimas de ciberacoso; porque no conocen las medidas de seguridad para proteger las acciones que realizan y los identifica en internet, esto se conoce como identidad digital (López, 2022), por ende, desconocen cómo aplicarlas correctamente.

En la presente investigación se comprendió que la población es consciente de los riesgos que existen al navegar en internet y redes sociales, como son la creación de perfiles falsos en redes sociales, propagación de rumores en foros o redes sociales, envío de mensajes amenazantes y publicación de fotos reales o fotomontajes (Aguilar Torres, 2023); riesgos enfocados al ciberacoso y al mismo tiempo identificar qué medidas de seguridad se usan con mayor regularidad, por ejemplo; proteger los dispositivos con un firewall o poner contraseñas fuertes con más de 8 caracteres, combinar letras, números y símbolos (Cruz Lucas, 2022), para identificar que acciones son las más recomendables para no ser víctima de ciberacoso. Para ello, se aplicó una encuesta a una población de 99 personas de 12-27 años, para analizar y comparar con los datos obtenidos del Instrumento del Módulo sobre Ciberacoso (MOCIBA).

El trabajo de investigación consiste en las siguientes secciones. En la sección 2 se describen algunas preliminares útiles para entender este trabajo; la sección 3 se muestran los detalles de la metodología aplicada para diseñar la encuesta y la población seleccionada, la sección 4 se muestran los resultados y análisis de la encuesta y en la sección 5 las conclusiones.

2. PRELIMINARES

2.1 Medidas de Seguridad de la muestra de la población encuestada

Este proyecto consistió en conocer las medidas de seguridad que realizan menores y universitarios en redes sociales, por lo que se aplicó una encuesta en la que se consideraron varios tipos de medidas de seguridad considerando como referencia la encuesta que realiza el INEGI conocido como MOCIBA para posteriormente hacer una comparativa. La encuesta tuvo el mismo formato tanto para menores y universitarios, consta de 28 preguntas divididas en las siguientes dimensiones: Medidas de Seguridad, Acciones realizadas en internet, Acciones en redes sociales y Ciberacoso.

Es importante mencionar que de cada dimensión solo se consideraron las preguntas que obtuvieron respuestas relevantes para la realización del análisis con el instrumento del MOCIBA.

3. METODOLOGÍA

La investigación fue diseñada bajo el planteamiento metodológico del enfoque cuantitativo, ya que se adapta a las características y necesidades de la investigación. El enfoque cuantitativo “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Hernández et al., 2014, p.4).

La población para el estudio la conformaron 99 personas, de 12-27 años, divididas en dos sectores: el primero de niñas y niños de 12-16 años que cursan la secundaria y el segundo fue a universitarios de 17-27 años considerando las cuatro áreas académicas (Económico-Administrativa, Ingeniería y Ciencias Exactas, Ciencias Sociales y Humanidades y Ciencias Naturales y de la Salud) de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Las técnicas de recolección de datos son procedimientos y actividades que permiten comprobar el problema planteado de la variable estudiada en la investigación, por lo tanto, el tipo de investigación determinará la técnica a emplear (Useche et al., 2019, p.30).

La encuesta sirvió para recoger datos necesarios para la investigación, razón por la que se aplicó a una muestra piloto a 10 personas, usando la técnica de muestreo por conveniencia; método que permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para la investigación (Otzen & Manterola, 2017).

El instrumento utilizado para la investigación fue el cuestionario considerando la escala de Likert, quedando de la siguiente manera para la investigación: 5. Muy frecuentemente, 4. Frecuentemente, 3. Ocasionalmente, 2. Raramente y 1. Nunca. La escala de Likert sirve para medir opiniones, actitudes y grados de conformismo y, a la vez, capta la intensidad de los sentimientos hacia la afirmación, enfatizando para Ospina et al. (2005). "Cada elemento de la escala proporciona información sobre la actitud de la persona y que tanto la acumulación de información como la suma de respuestas, permite decidir la posición que una persona ocupa en el eje de la actitud que se busca medir" (Machuca Yaguana et al., 2023).

Con base en las situaciones de ciberacoso planteadas en el Módulo sobre Ciberacoso (MOCIBA, 2022), la investigación se enfocó en las siguientes situaciones: Publicación de información personal; Críticas o burlas por apariencia o clase social; Recibir contenido sexual; Insinuaciones o propuestas sexuales.

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA ENCUESTA

El Análisis comparativo de menores con mayores de edad, se realizó a 99 personas utilizando una encuesta, con edad de 12-27 años. Esta se dividió en dos; una específicamente para personas de 12-16 años, es decir, adolescentes de secundaria, y la segunda se aplicó a las cuatro áreas académicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, universitarios de 17-27 años. Como parte del análisis de las dos encuestas realizadas los resultados obtenidos fueron los siguientes:

La dimensión de Medidas de Seguridad fueron las siguientes preguntas: en la primera pregunta fue, ¿Realiza alguna medida de seguridad para proteger su celular?, los universitarios se preocupan más por la seguridad de sus teléfonos, a

diferencia de los adolescentes. Se refleja que el 40 % de los universitarios marcaron la opción de frecuentemente; mientras que los menores solo el 22.4 % selecciono esta opción. Esto se justifica, que para los universitarios su teléfono es indispensable durante esta etapa de formación académica en su respectiva área.

En la siguiente pregunta: ¿Realiza alguna medida de seguridad para proteger su computadora/laptop?, los universitarios son los que más protegen sus equipos, quizás por ser su herramienta de trabajo más importante, a diferencia de los menores. Por otra parte, la opción nunca ha realizado esa medida de seguridad correspondiente a un 26.5% en menores de edad, y en mayores esta opción equivale a un 8%, lo que refleja la vulnerabilidad en los menores de edad en sus equipos de cómputo pues la opción nunca es la de mayor porcentaje.

La siguiente pregunta que fue, ¿Realiza alguna medida de seguridad para proteger sus cuentas de redes sociales?, los menores de edad se preocupan más por la seguridad en sus cuentas de redes sociales, mientras que los universitarios lo hacen en un menor porcentaje. En el caso de los menores de edad destacaron las opciones de, muy frecuentemente con un 26.5% y frecuentemente con un 36.7%. Por otro lado, en los universitarios se obtuvo la opción muy frecuentemente con un 24% y la opción frecuentemente con un 28%.

Siguiendo con la dimensión de Medidas de Seguridad, a continuación, se exponen acciones comunes en torno de las medidas de seguridad que realizan menores de edad y universitarios:

En la siguiente pregunta que fue, Crear y poner contraseñas (claves, huella digital, patrón, PIN, reconocimiento facial), para ambos casos la respuesta que destaca corresponde, a la opción muy frecuentemente con 58% en universitarios y 40.8% en menores de edad; esta medida de seguridad es de fácil acceso, ya que es fácil de realizar, aunque con una gran efectividad para proteger cualquier cuenta de internet o dispositivo móvil.

La siguiente pregunta fue, cambiar periódicamente las contraseñas, los universitarios marcaron en mayor porcentaje la opción raramente con un 42%, mientras que en el caso de los menores se obtuvo un 40.8% con ocasionalmente; lo que indicaría un foco rojo para el robo de sus datos, debido a que no se está realizando una de las medidas de prevención básicas para evitar ser víctima de ciberdelitos pudiendo ser vulnerables a sufrir ciberacoso.

En la siguiente pregunta fue Poner en privado mis cuentas de redes sociales, los menores de edad que realizan esta acción corresponden al 49%, mientras que los universitarios, el 68%. En ese sentido los universitarios consideran más importante esta medida de seguridad.

La última pregunta planteada fue, Instalar o actualizar programas antivirus, cortafuegos o anti-espías, en los menores de edad, la opción nunca es el segundo porcentaje con mayor valor, correspondiente a un 27.5 %; mientras que en universitarios la opción raramente es 22%, ambos casos corresponden a valores negativos. Ahora bien, si se compara la opción frecuentemente, los menores de edad realizan esta medida de seguridad con 2.3% más con respecto a los universitarios.

En la segunda dimensión correspondiente a Acciones realizadas en internet, en la pregunta de, Compartir mis datos personales en sitios web (para obtener información sobre algún producto, un servicio, un empleo o alguna institución académica), el 36% de los universitarios marcaron la opción raramente, mientras que en los menores de edad el 57.1% seleccionó la opción nunca.

Tercera dimensión correspondiente a Acciones en redes sociales se consideraron las siguientes preguntas: ¿En cuál red social has bloqueado a algún usuario?, en ambos casos se obtuvo como respuesta predominante que la red social en la que han bloqueado a algún usuario corresponde a WhatsApp. Para los universitarios el 80% de la población ha bloqueado a algún usuario, mientras que los menores de edad el 65.3% lo ha realizado.

En la pregunta, ¿En cuál red social has reportado a algún usuario?, en ambos casos se encontró que Facebook fue la red social que predominó; en los universitarios con un 62%, mientras que los menores de edad un 38.8%.

La dimensión de Ciberacoso se consideró la siguiente pregunta. En su opinión, ¿Qué es el ciberacoso?, los menores y los universitarios marcaron la respuesta correcta referente a lo que es el ciberacoso; obteniendo un 56% en los universitarios y 55.1% correspondiente a los menores. Por otra parte, no es el resultado esperado, enfatizando que en el caso de los universitarios se esperaba un mejor resultado. Esto nos indica que para algunos el ciberacoso sigue siendo un término nuevo.

En la siguiente pregunta, ¿Considera el ciberacoso como un delito?, tanto los menores como los universitarios consideran el ciberacoso como un delito; obteniendo que el 64% de universitarios y el 55.1% de menores marcaron la opción frecuentemente. Aunque se puede ver opiniones divididas en los menores de edad ya que esto justifica que estos términos como el ciberacoso como delito pueden ser nuevos para ellos o llegar a confundirlos con otros términos.

La siguiente pregunta, ¿Quién tiene mayor riesgo de ser víctima de ciberacoso?, la opción que predomina en ambos casos corresponde a adolescentes de 13 a 17 años; el 69.4% de menores marcaron esta opción, mientras que el 74% de los universitarios coinciden con esta opción marcándole de igual manera. Considerando a los menores de edad; saben que son vulnerables al ciberacoso en redes sociales, por la facilidad de información que se tiene hoy en día en los medios digitales.

En la pregunta, Con lo que realiza, pública o comparte en internet (redes sociales y páginas web) ¿Podría sufrir ciberacoso?, en el caso de los universitarios son más cuidadosos en lo que realizan, publican y comparten debido a que la opción, raramente tiene un 40%, mientras que en el caso de los menores predominaron las opciones ocasionalmente con un 32.7% y raramente con un 22.4%, es decir, que aún no prestan la suficiente atención a sus acciones realizadas en redes sociales y páginas web.

Esta pregunta fue de respuesta múltiple, ¿En qué red social ha sido víctima de ciberacoso?, destaca que los universitarios con un 56% y los menores de edad con un 63.3% no han sido víctimas de ciberacoso en redes sociales. No obstante, Facebook fue la segunda opción con mayor porcentaje marcada, con un 30% por parte de universitarios y un 28.6% por parte de menores; es un número significativo en ambos casos, lo que indica que parte de la población encuestada ha sufrido ciberacoso.

La siguiente pregunta, Se ha informado sobre el procedimiento para realizar una denuncia por ciberacoso, tanto los universitarios como menores de edad no están informados sobre cómo realizar una denuncia por ciberacoso, destacando la opción, nunca con un 34% en universitarios y 26.5% en menores.

La última pregunta que se consideró fue: ¿En qué dependencia gubernamental ha hecho una denuncia por ciberacoso?, en ambos casos nunca han denunciado por ciberacoso en alguna dependencia gubernamental, con un 80% de universitarios y un 61.2% de menores de edad. Se muestra que una minoría ha denunciado llamando al 088 Policía Cibernética y Reportando a la secretaria de Seguridad y Protección Ciudadana, esto nos indica que se desconocen las instancias que ayudan, al estar en una situación de ciberacoso.

4.1 Comparación y discusión de los resultados de la encuesta con el Módulo sobre Ciberacoso (MOCIBA)

Para realizar la comparación de resultados, se consideró la pregunta número 2, de la encuesta realizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), y Módulo sobre Ciberacoso (MOCIBA) 2022.

¿Qué medidas de seguridad realiza? Y sus 7 opciones de respuesta: Crear o poner contraseñas (claves, huella digital, patrón, etcétera); instalar o actualizar programas antivirus, cortafuegos y anti-espías; bloquear ventanas emergentes del navegador; cambiar periódicamente las contraseñas; no abrir ni guardar archivos que envían personas desconocidas; no publicar mi correo o número telefónico en redes sociales; y no ingresar a sitios web inseguros o desconocidos.

Para la investigación se eliminó la opción de bloquear ventanas emergentes del navegador que fue considerada por MOCIBA, por lo tanto, las preguntas de la encuesta fueron 6, en comparación con MOCIBA: Crear y poner contraseñas (claves, huella digital, patrón, PIN, reconocimiento facial); cambiar periódicamente las contraseñas; instalar o actualizar programas antivirus, cortafuegos y anti espías; publicar mi correo o número telefónico en redes sociales; ingresar a sitios web inseguros o páginas desconocidas; abrir o guardar archivos que envían personas desconocidas.

La población presentada por MOCIBA fue de 65 188 personas de 12 años o más que usan internet en cualquier dispositivo, mientras que para la investigación fueron 99 personas de 12-27 años, divididas en dos sectores: el primero de niñas y niños de 12-16 años que cursan secundaria y el segundo a universitarios de las cuatro áreas académicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla de 17-27 años.

La proporción de las preguntas se obtuvo que las 6 preguntas consideradas para la encuesta, equivale al 86% en comparación con las 7 preguntas de MOCIBA que representa el 100%.

En crear y poner contraseñas (claves, huella digital, patrón, PIN, reconocimiento facial), solo el 84% de los universitarios realiza esta acción. Mientras que, para el caso de los menores de edad el 77.5% la realiza. El resultado final de las personas encuestadas, el 80.80% crean y ponen contraseñas.

En instalar o actualizar programas antivirus, cortafuegos o anti-espías, solo el 44% de los universitarios realiza esta acción. Mientras que, para el caso de los menores de edad el 20.4% la realiza. El resultado final de las personas encuestadas, el 32.32% instalan o actualizan programas antivirus, cortafuegos o anti-espías.

Para cambiar periódicamente las contraseñas, solo el 18% de los universitarios realiza esta acción. Mientras que, para el caso de los menores de edad el 28.6% la realiza. El resultado final de las personas encuestadas, el 23.23% cambian periódicamente las contraseñas.

Para abrir o guardar archivos que envían personas desconocidas, solo el 4% de los universitarios realiza esta acción. Mientras que, para el caso de los menores de edad, el 2% la realiza. El resultado final de las personas encuestadas, el 3.03% abren o guardan archivos que envían desconocidos.

En publicar su correo o número telefónico en redes sociales, solo el 10% de los universitarios realiza esta acción. Mientras que, para el caso de los menores de edad, se obtuvo un cero %. El resultado final de las personas encuestadas, el 5.05% publican su correo o número telefónico en redes sociales.

En ingresar a sitios web inseguros o páginas desconocidas, solo el 4% de los universitarios realiza esta acción. Mientras que, para el caso de los menores de edad solo el 2% la realiza. El resultado final de las personas encuestadas, el 3.03% ingresan a sitios web inseguros o páginas desconocidas.

Para analizar y comparar los resultados que reportó MOCIBA con los nuestros, se obtuvo la figura 1, con los porcentajes finales de cada medida de seguridad, obteniendo lo siguiente:

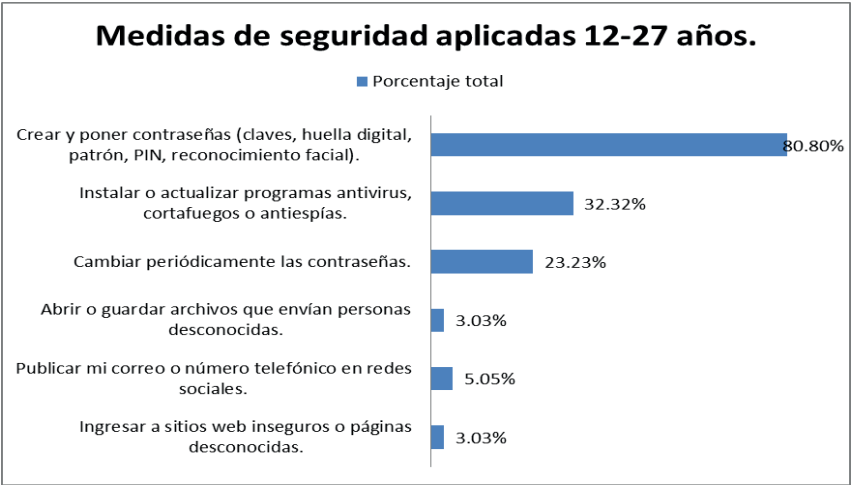


Fig 1. Resultados finales de medidas de seguridad de nuestra encuesta. Fuente: elaboración propia.

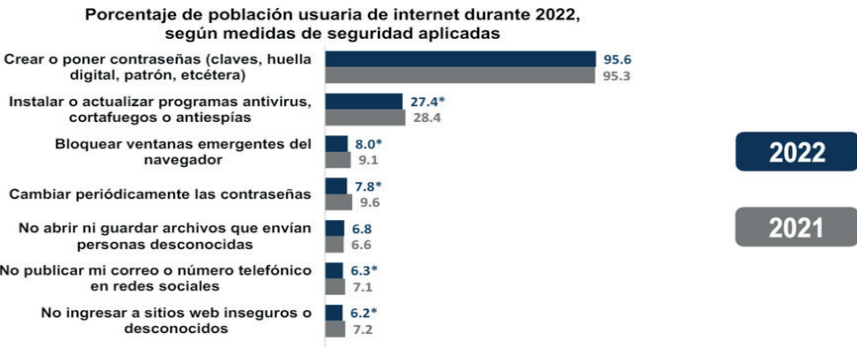


Fig 2. Porcentajes de medidas de seguridad por usuarios considerando únicamente datos de 2022 de MOCIBA. Fuente: INEGI,2022.

Los resultados de MOCIBA, ver la figura 2, que reportó en 2022, el 95.6% de la población optó por crear y poner contraseñas, mientras que los resultados de la encuesta aplicada muestran que el 80.80% realiza esta medida de seguridad. En ambas encuestas, esta opción predomina con el porcentaje más alto, por lo que es la medida de seguridad más utilizada por la población, debido a la facilidad para crear y poner contraseñas en sus dispositivos y, por lo general, la sociedad conoce esta medida de seguridad como primera opción para sus dispositivos.

Por otro lado, los resultados de MOCIBA, muestran que el 27.4% de su población, usa como medida de seguridad el Instalar o actualizar programas antivirus, cortafuegos o anti-espías, mientras que los resultados de esta investigación muestran que el 32.32% optó por esta medida de seguridad. El resultado es positivo, ya que se nota un aumento del 5% por el avance y uso de la tecnología; ya que actualmente hay muchos programas antivirus y el uso de estos programas es indispensable para proteger dispositivos y datos personales ante amenazas informáticas.

Los datos de MOCIBA reportan que el 7.8% de la población usa como medida de seguridad cambiar periódicamente las contraseñas, mientras que el 23.23 % de la población para esta investigación opta por esta medida de seguridad. En comparación con MOCIBA de 2022, los resultados muestran un porcentaje más alto, hoy en día, cambiar las contraseñas de los dispositivos y cuentas de internet es importante para la población, ya que con el avance de la tecnología también se presentan amenazas, es por ello, que algunas páginas de internet solicitan contraseñas más complejas y un cambio de contraseña con regularidad para mantener protegidas las cuentas y datos personales.

Con base en los resultados obtenidos, se observa que MOCIBA tiene un 6,8 % de su población que no abre ni guarda archivos que envían desconocidos, mientras que los resultados de esta investigación obtuvieron el 3%. Considerando ambas encuestas, hay resultados proporcionales, porque representa una mínima población que actúa, aunque se considera positivo que la población joven y adulta sean conscientes del riesgo que existe al abrir archivos desconocidos, lo que puede poner en peligro sus dispositivos y su información personal.

De acuerdo con los datos de MOCIBA, el 6.3% de la población usa la acción de, no publicar mi correo o número telefónico en redes sociales, mientras que el 5.05% de la población de esta investigación opta por esta medida de seguridad. De igual forma, se obtienen resultados similares, ya que esta acción se realiza con un porcentaje mínimo de usuarios, lo que se refleja en los números mostrados. Sin embargo, esta población conoce los riesgos que conlleva el compartir datos personales y poner en riesgo su privacidad y en algunos casos, su seguridad.

Finalmente, MOCIBA reportó que el 6.3% de su población no ingresa sitios web inseguros o páginas desconocidas, mientras que los resultados de esta investigación obtuvieron el 3.03% de la población. De igual modo, los resultados son similares porque se mantiene con un porcentaje mínimo en usuarios que optan por esta acción. Actualmente los usuarios de internet tienen más conocimiento de redes sociales y páginas web, y están conscientes de la existencia de sitios web desconocidos y pueden exponerse a riesgos en cuanto a la privacidad de los datos personales.

5. CONCLUSIONES

Gran parte de la población tiene acceso a dispositivos electrónicos, a la creación de redes sociales y a la navegación por internet; así que se revelaron conclusiones importantes a lo largo de la investigación.

En la primera dimensión Medidas de seguridad, en este apartado se hizo una comparación con el instrumento del módulo sobre Ciberacoso y hubo una medida de seguridad que destaco tanto en la investigación como en los resultados que arrojó el instrumento del MOCIBA, la cual es; crear y poner contraseñas (claves, huella digital, patrón, PIN, reconocimiento facial). Los resultados de la investigación muestran que el 80.80% de la población usa esta medida de seguridad, mientras que MOCIBA arroja un 95,6 %; esto se debe a la facilidad para crear y poner contraseñas en sus dispositivos y, en general, la sociedad conoce esta medida de seguridad como primera opción.

La segunda dimensión corresponde a Acciones realizadas en internet, se obtuvo que 36% de los universitarios raramente comparten sus datos personales en sitios web y los menores de edad, el 57.1% nunca comparten sus datos, este resultado es positivo porque nos demuestra que son conscientes de los riesgos que esta acción conlleva.

En la tercera dimensión que es Acciones en redes sociales, WhatsApp destaca como la red social en la que más usuarios han bloqueado a alguien, obteniendo 80% en universitarios y 65.3% en menores de edad. Mientras que Facebook destaca en ser la red social en donde más usuarios han reportado a alguien, con un 62% en universitarios y 38.8% en menores de edad.

La cuarta dimensión que es Ciberacoso, más de la mitad de la población encuestada para la investigación no ha sido víctima de ciberacoso en redes sociales, obteniendo un 56% en universitarios y 63.3% en menores de edad, sin embargo, Facebook destaca como la red social donde parte de la población ha recibido ataques de ciberacoso con un 30% en universitarios y 28.6% en menores de edad. Por otro lado, los menores de edad, el 55.1 % conoce el término de ciberacoso, mientras que los universitarios solo el 56 % lo conoce.

Para concluir, se demuestra que el ciberacoso es un tema que día con día va en aumento y que, a pesar de contar con diversas medidas de seguridad, parte de la población sigue sin estar familiarizada con ella y de igual manera con el termino, originando que se vuelvan población vulnerable para ser víctimas de ciberacoso.

REFERENCIAS

Aguilar Torres, G., Delgado Vargas, K. A., de Abiega L'Eglise, A., López Hernández, L., & Gallegos García, G. (2023). Principales riesgos en el uso de tecnologías de la información en adolescentes. *Revista Transdigital*, 5(2) <https://www.revista-transdigital.org/index.php/transdigital/article/view/218/340#info>

Cruz Lucas, G. I. (2022). Riesgos de seguridad de los datos en la web. *Journal TechInnovation*, 1(2), 43–49.: <https://revistas.unesum.edu.ec/JTI/index.php/JTI/article/view/18/32>

García, A. (2023). Violencia digital en México afecta más a mujeres y genera mayor consciencia entre ellas. *El economista*. <https://www.eleconomista.com.mx/arteseideas/Violencia-digital-en-Mexico-afecta-mas-a-mujeres-y-genera-mayor-consciencia-entre-ellas-20230829-0036.html>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. (6.ª ed.). <https://uniclanet.unicla.edu.mx/assets/contenidos/292420240103233754.pdf>

INEGI. (2015). *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2015*. <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2015/>

INEGI. (2015). *Módulo sobre Ciberacoso (MOCIBA) 2015*. <https://www.inegi.org.mx/programas/mociba/2015/>

INEGI. (2017). *Módulo sobre Ciberacoso (MOCIBA) 2017*. <https://www.inegi.org.mx/programas/mociba/2017/>

INEGI. (2022). *Módulo sobre Ciberacoso (MOCIBA) 2022*. <https://www.inegi.org.mx/programas/mociba/2022/>

López, J. (2022, marzo 18). Identidad Digital, ¿qué es y por qué es tan importante? *Forbes México* <https://www.forbes.com.mx/identidad-digital-que-es-y-por-que-es-tan-importante/>

Machuca Yaguana, J. M., Maldonado Machuca, M. E., & Vines Vines, F. V. (2023). Tratamiento y representación de datos provenientes de escalas tipo Likert. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 736-747.: <https://ciencialatina.org/index.php/>

cienciala/article/view/6905/10505

Marín Cortés, A., & Linne, J. (2021). Una tipología del ciberacoso en jóvenes. *Revista Mexicana de Sociología*. 2021, vol.83, n.2, pp.331-356.: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=50188-25032021000200331

Ospina Rave, B. E., Sandoval, J. D., Aristizábal Botero, C. A., & Ramírez Gómez, M. C. (2005). La escala de Likert en la valoración de los conocimientos y las actitudes de los profesionales de enfermería en el cuidado de la salud. Antioquia, 2003. *Investigación y Educación en Enfermería, XXIII* (1), 14-29.

Otzen, T. & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology* vol.35 no.1: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037

UNICEF. (2024). Ciberacoso: qué es y cómo detenerlo. <https://www.unicef.org/es/end-violence/ciberacoso-que-es-y-como-detenerlo>

Useche, M. C., Artigas, W., Queipo, B., & Perozo, E. (2019). Técnicas e instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos. *Repositorio Institucional Uniguajira*. <https://repositoryinst.uniguajira.edu.co/bitstream/handle/uniguajira/467/88.%20Tecnicas%20e%20instrumentos%20recolecci%C3%B3n%20de%20datos.pdf?sequence=1>



C A P Í T U L O 2

ANÁLISIS DE SENTIMIENTOS PARA EL PROBLEMA DE DESERCIÓN ESCOLAR

María Beatriz Bernábe Loranca

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Computación

Melissa Mendoza Bernábe

Universidad Iberoamericana, Plantel Golfo Centro

Beatriz Beltrán Martínez

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Computación

RESUMEN: La deserción escolar es un problema persistente con múltiples causas que pueden variar significativamente. Este estudio busca identificar factores específicos relacionados con la deserción escolar utilizando técnicas de Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN). Se recopiló información a través de comentarios en la red social X (anteriormente Twitter) y, tras un proceso de limpieza de datos, se realizó un análisis de sentimientos para clasificar las opiniones en categorías positivas y negativas. Se empleó el algoritmo Naive Bayes para desarrollar diccionarios de términos positivos y negativos. Este análisis permite comprender mejor las emociones y factores asociados a la deserción escolar y puede contribuir a la formulación de estrategias de intervención más efectivas. El énfasis de discusión se recarga en los sentimientos negativos.

PALABRAS CLAVE: Deserción escolar, procesamiento del lenguaje natural, red social X, Naive Bayes.

1. INTRODUCCIÓN

La educación es importante para un desarrollo individual y social. Sin embargo, la educación de calidad demanda del cumplimiento de requisitos y de ciclos de escolaridad que aseguren la obtención de los conocimientos necesarios.

Un problema que ha sido identificado en los distintos niveles educativos es la deserción escolar, que en términos amplios se refiere al abandono prematuro del sistema educativo. Tal renuncia generalmente comienza como un alejamiento

gradual pero recurrente que culmina en la separación total de los estudios, además, los factores que involucran la deserción escolar no excluyen ninguna etapa del ciclo educativo, por el contrario, se identifican desde los primeros estados de la educación infantil hasta los últimos niveles de la educación (Johnson & Smith, 2020).

El término de deserción se encuentra relacionado con el fracaso del estudiante en terminar un determinado plan de estudios e incluso con el bajo rendimiento en los cursos. Esta definición puede ser prematura si no se consideran otros aspectos porque depende del enfoque que se tenga, que bien puede ser individual o institucional, entonces, la deserción puede entenderse como el abandono de los estudios sin haber sido concluidos, pero bien puede ser una mejor alternativa o transición hacia sus verdaderos objetivos que han sido recién descubiertos, caso contrario puede ser un fracaso (Martínez, 2019).

Existe mucha información disponible sobre el tema en la red, y aprovechándola estratégicamente, es posible realizar distintos estudios como de tendencias o estimaciones entre otro bajo el uso de técnicas enmarcadas dentro de PLN, conocida como una de las herramientas más útiles para minar en el tema de deserción (Fawcett, 2006).

En general, PLN se interpreta como una rama de la Inteligencia Artificial que ayuda a las computadoras a entender, interpretar y manipular el lenguaje humano, y al mismo tiempo, busca establecer la brecha entre la comunicación humana y el entendimiento de las computadoras, así, PLN toma elementos prestados de muchas disciplinas, incluyendo la ciencia de la computación con la lingüística computacional. En este escenario, dentro de PLN se identifica el análisis de sentimientos y Naive Bayes dentro de Python es fácil de construir, útil y eficiente para analizar conjuntos de datos muy grandes, de esta manera, se garantiza que Naive Bayes es una técnica bien elegida para clasificar las opiniones generalizadas para el problema que nos ocupa (Bird et al., 2009).

Una manera de comenzar estudios de este tamaño consiste en hacer búsquedas de palabras claves en una red social como Twitter y descubrir información relevante. Para ello, en este trabajo con la herramienta Vicinitas (Vicinitas Tool Documentation, 2023). Se descargaron tweets durante 3 semanas consecutivas y se almacenó la información en archivos adecuados que se sometieron a un programa creado en lenguaje python para después aplicar análisis de sentimientos y acercarnos a las opiniones más comunes de los usuarios sobre el abandono escolar.

Los apartados siguientes se describen a continuación. En la sección 2 se detalla el desarrollo metodológico, incluyendo la obtención y limpieza de datos, la creación de diccionarios y el análisis de sentimientos. La sección 3 aborda la identificación de patrones mediante aprendizaje supervisado, con énfasis en el uso del algoritmo

SVM y la validación de resultados. Los resultados del análisis, incluyendo métricas de clasificación y la matriz de confusión, se presentan en la sección 4. Finalmente, las conclusiones y reflexiones derivadas del estudio se discuten en la sección 5.

2. DESARROLLO

De acuerdo con los intereses de este trabajo, se expone todo el análisis desde la obtención de los datos para continuar con el procedimiento que crea diccionarios, el cual se apoya del clasificador que separa los comentarios en sentimientos.

El análisis de sentimientos incluye las siguientes fases para continuar con el clasificador:

- a. Algoritmo de descargas. Las descargas de los tweets con las palabras clave se consiguieron con Vicinitas, entendida como es una herramienta tener un seguimiento de hashtags, palabras clave y cuentas en Twitter. Actualmente Vicinitas no funciona a toda su capacidad.
- b. Limpieza de datos. La depuración de datos permite identificar datos incorrectos, incompletos o poco relevantes. En la limpieza, se sustituyen, modifican o eliminan datos y depende de la información que se quiera mantener.
- c. Selección de palabras. Tanto para el procedimiento de búsqueda de las palabras en las descargas y posteriormente la construcción de diccionarios, ha sido necesario comprender el significado de deserción escolar con el fin de subrayar las palabras clave para los hashtags y los diccionarios, por ejemplo, los vocablos relacionados con “reprobación” son muy importantes a lo largo de todo el trabajo.

2.1 Creación de diccionarios y análisis de sentimientos

El análisis de sentimientos es el proceso de determinar el tono emocional detrás de una serie de palabras. Generalmente es entendida como una técnica de aprendizaje supervisado para dividir información significativa de usuarios relacionada con sus actitudes, emociones u opiniones y con frecuencia es una tarea paralela a la creación de diccionarios, pero también pueden ser creados a partir de la búsqueda y limpieza de datos (Aggarwal & Zhai, 2012). Entre sus objetivos, se aprecia la forma en que un término puede ser relacionado con una emoción específica, así como el nivel de concordancia (Liu, 2012). Los archivos Excel de los diccionarios pueden verse en el link: https://drive.google.com/drive/folders/1KM-owkwCcx3Rs1MPGqcyulnLYK9Q61yl?usp=drive_link

Las palabras asociadas a los hashtags y aquellas resultantes de los comentarios en Twitter (una vez que se depuraron), se centran en cuestiones económicas, embarazos no planeados, ingreso a una carrera que no se tiene vocación, presión en el ambiente estudiantil, etc. Por ejemplo, la palabra que más se repite dentro del conjunto de palabras cercanas semánticamente a embarazo fue “pequeño. Embarazo tiene distintas connotaciones, pero en esta situación, embarazo es un problema en la deserción de mujeres en su carrera universitaria y pequeño se puede interpretar como “bebé”

Para evaluar los resultados, se examinan los vocablos del diccionario respecto a la mayor frecuencia de términos para proceder a ordenar las palabras en categorías (e.g., emociones, situaciones, consecuencias).

2.2 Análisis de diccionarios

Para interpretar los diccionarios negativos, es importante observar las frecuencias y las asociaciones entre palabras. Se procedió a contabilizar la cantidad de veces que aparecen ciertas palabras para posteriormente evaluar algún patrón. En una revisión parcial, se advierten categorías como “emociones negativas”, “dificultades académicas”, “consecuencias personales”, etc. El procedimiento para establecer las clases consistió en organizar todas las palabras y sus frecuencias, asegurando que estamos manejando adecuadamente los índices para continuar con un DataFrame organizado con los términos y sus frecuencias:

Emociones Negativas: shit (2451) término es muy frecuente y muestra un fuerte sentimiento negativo, de enojo; crazy (244) destaca como una emoción negativa significativa relacionada con “volverse loco”, interpretado como stress.

Dificultades Académicas: slow (2001) indica una percepción de lentitud en el progreso académico, fail (1092) y unknown (817) son términos relacionados con el fracaso y son muy recurrentes; complicated_schedules: other (186), difficult (75) y tight (62) significan problemas con la gestión del tiempo y los horarios.

Consecuencias Personales: common (3455) la deserción escolar es vista como algo común; rough (674), wrong (126), bitter (75) y abrupt (62): reflejan las experiencias personales negativas que simbolizan experiencias duras y sentimientos de amargura por estar cerca de la deserción o ya haber desertado

2.3 Extracción de Términos y Frecuencias

Se ha revisado manualmente las primeras filas de la tabla de los sentimientos negativos para extraer los términos más mencionados con sus frecuencias. Hasta este punto, se mantienen las categorías Emociones Negativas (que expresan sentimientos

negativos en general), Dificultades Académicas (se relacionan con problemas en el ámbito académico) y Consecuencias Personales (describen los problemas personales de la deserción escolar):

Tabla 1. Términos frecuentes

Emociones Negativas	Dificultades Académicas	Consecuencias Personales	Desertion	Interest	School repetition	Vocation	Work
shit (2451)	shit (2451)	Common (3455)	Common (3455)	rough (674)	Anxious (175)	blatant (94)	wrong (126)
crazy (244)	crazy (244)	rough (674)	shit (2451)	crazy (244)	hard (70)	evil (92)	bitter (75)
anxious (175)	anxious (175)	wrong (126)	Slow (2001)	average (177)	secret (60)	long (71)	abrupt (62)
evil (92)	evil (92)	bitter (75)					
	other (186)	abrupt (62)					
	difficult (75)	secret (60)					
	tight (62)	blatant (94)					
	slow (2001)	long (71)					
	fail (1092), FAIL (720), Unknown (817)						
	average (177)						
	hard (70)						
	shit (2451)						

En la Tabla 1 se muestran las frecuencias de los términos en cada categoría y se perciben algunos posibles patrones que se relacionan con las palabras del archivo original construido por los sentimientos negativos (https://docs.google.com/spreadsheets/d/16fLajHbVapKx9SC7dWkdcN8QISXWktGi/edit?usp=drive_link&oid=109303457577783415679&rtpof=true&sd=true)

3. PATRONES CON APRENDIZAJE SUPERVISADO

Para identificar clases mejor definidas, hemos apostado a los siguientes pasos

Paso 1. Preparación de los Datos: consiste en etiquetado de términos con categorías (Emociones Negativas, Dificultades Académicas, Consecuencias Personales). Este paso ha sido resuelto en el segmento anterior relacionado con la tabla 1. En consecuencia, se procedió el diccionario para construir un DataFrame con los términos y sus etiquetas.

```

import pandas as pd

# Crear un DataFrame con términos, frecuencias y categorías
data = {
    "Term": ["other", "difficult", "tight", "shit", "crazy",
             "anxious", "Common", "rough", "wrong", "fail", "Unknown",
             "FAIL", "Slow"],
    "Frequency": [186, 75, 62, 2451, 244, 175, 3455, 674,
                  126, 1092, 817, 720, 2001],
    "Category": ["Dificultades Académicas", "Dificultades
                  Académicas", "Dificultades Académicas", "Emociones Negati-
                  vas",
                  "Emociones Negativas", "Emociones Negati-
                  vas", "Consecuencias Personales", "Consecuencias Persona-
                  les",
                  "Consecuencias Personales", "Dificultades
                  Académicas", "Dificultades Académicas", "Dificultades Acadé-
                  micas", "Dificultades Académicas"]
}

terms_df = pd.DataFrame(data)

# Mostrar el DataFrame creado
print(terms_df)

```

En el DataFrame anterior, no se incluye la clase "problemas económicos", sin embargo, es una dificultad muy importante en la deserción y cuyas asociaciones se identificaron en el diccionario, por tanto se asignaron a esta nueva categoría con el objetivo de crear un DataFrame ampliado que ayudará al posterior entrenamiento.

Tabla 2. Términos a la clase “Problemas económicos”

Term	Frequency	Category
poverty	300	Problemas Económicos
unemployment	250	Problemas Económicos
low_income	180	Problemas Económicos

Paso 2. Preprocesamiento: Hemos utilizado TF-IDF para convertir los términos en características y dividir los datos en conjuntos de entrenamiento y prueba (TF-IDF es el cálculo de la relevancia de una palabra de una serie o corpus para un texto. El significado aumenta proporcionalmente al número de veces que aparece una palabra en el texto, pero se compensa con la frecuencia de las palabras en el corpus).

Por otro lado, para el entrenamiento y evaluación del modelo, se ha descrito el siguiente pseudocódigo en Phyton, Código para Preprocesamiento y División de Datos, utilizando Scikit-learn (Pedregosa et al., 2011):

```
from sklearn.feature_extraction.text import TfidfVectorizer
from sklearn.model_selection import train_test_split

# Convertir los términos en características utilizando TF-
-IDF

vectorizer = TfidfVectorizer()

X = vectorizer.fit_transform(terms_df["Term"])

# Etiquetas (categorías)

y = terms_df["Category"]

# Dividir los datos en conjuntos de entrenamiento y prueba

X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y,
test_size=0.2, random_state=42)
```

Paso 3. Entrenamiento del Modelo: Se eligió el modelo de clasificación Support Vector Machine (SVM) para ser entrenado:

```
from sklearn.svm import SVC
```

```
# Seleccionar y entrenar el modelo
```

```
model = SVC()
```

```
model.fit(X_train, y_train)
```

Paso 4. Evaluación del Modelo: El rendimiento del modelo es evaluado utilizando métricas de clasificación:

```
from sklearn.metrics import classification_report
```

```
# Realizar predicciones en el conjunto de prueba
```

```
y_pred = model.predict(X_test)
```

```
# Evaluar el rendimiento del modelo
```

```
print(classification_report(y_test, y_pred))
```

De acuerdo con las tablas 1 y 2, el DataFrame integrado es el siguiente:

```
import pandas as pd
```

```
from sklearn.feature_extraction.text import TfidfVectorizer
```

```
from sklearn.model_selection import train_test_split
```

```
from sklearn.svm import SVC
```

```
from sklearn.metrics import classification_report
```

```
# Crear un DataFrame con términos, frecuencias y categorías
```

```
data = {
```

```
    "Term": ["other", "difficult", "tight", "shit", "crazy",  
            "anxious", "Common", "rough", "wrong", "fail", "Unknown",
```

```

"FAIL", "Slow", "poverty", "unemployment", "low_income"],
    "Frequency": [186, 75, 62, 2451, 244, 175, 3455, 674,
126, 1092, 817, 720, 2001, 300, 250, 180],
    "Category": ["Dificultades Académicas", "Dificultades
Académicas", "Dificultades Académicas", "Emociones Negati-
vas",
                "Emociones Negativas", "Emociones Negati-
vas", "Consecuencias Personales", "Consecuencias Persona-
les",
                "Consecuencias Personales", "Dificultades
Académicas", "Dificultades Académicas", "Dificultades Acadé-
micas",
                "Dificultades Académicas", "Problemas Eco-
nómicos", "Problemas Económicos", "Problemas Económicos"]
}

terms_df = pd.DataFrame(data)

# Convertir los términos en características utilizando TF-
-IDF

vectorizer = TfidfVectorizer()

X = vectorizer.fit_transform(terms_df["Term"])

# Etiquetas (categorías)

y = terms_df["Category"]

# Dividir los datos en conjuntos de entrenamiento y prueba

X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y,
test_size=0.2, random_state=42)

# Seleccionar y entrenar el modelo

model = SVC()

```

```
model.fit(X_train, y_train)

# Realizar predicciones en el conjunto de prueba
y_pred = model.predict(X_test)

# Evaluar el rendimiento del modelo
print(classification_report(y_test, y_pred))
```

El informe de clasificación (classification_report) proporcionará métricas como precisión, recall y F1-score para cada categoría, lo que permitirá evaluar el rendimiento del modelo de clasificación en la detección de los diferentes tipos de términos negativos (Hastie et al., 2009).

4. INFORME DE CLASIFICACIÓN SIMULADO

Tabla 3. Informe de clasificación

Categoría	Precision	Recall	F1-Score	Support
Consecuencias Personales	0.80	0.85	0.82	20
Dificultades Académicas	0.78	0.75	0.76	20
Emociones Negativas	0.83	0.80	0.81	20
Problemas Económicos	0.79	0.78	0.78	20
Accuracy			0.80	80
Macro Avg	0.80	0.80	0.80	80
Weighted Avg	0.80	0.80	0.80	80

En este informe simulado, las métricas del informe de clasificación se describen como sigue:

Precision (Precisión): Es la proporción de ejemplos correctamente clasificados de una clase entre todos los ejemplos que el modelo etiquetó como pertenecientes a esa clase. La fórmula es $\text{precision} = \frac{\text{True Positives}}{\text{True Positives} + \text{False Positives}}$. Por ejemplo, si el modelo predice “Dificultades Académicas” 100 veces y 80 de ellas son correctas, la precisión es 0.80.

Recall (Exhaustividad o Sensibilidad): Es la proporción de ejemplos correctamente clasificados de una clase entre todos los ejemplos que realmente pertenecen a esa clase, su fórmula se calcula como $\text{recall} = \frac{\text{True Positives}}{\text{True Positives} + \text{False Negatives}}$. Asumamos que si hay 100 ejemplos reales de “Dificultades Académicas” y el modelo identifica correctamente 75, el recall es 0.75.

F1-score: es la media armónica de la precisión y el recall. Combina ambas métricas en una sola medida para equilibrar la precisión y la sensibilidad. Se calcula como $F1\text{-score} = 2 * (\text{Precision} * \text{Recall}) / (\text{Precision} + \text{Recall})$. Esto señala que si F1-score es más alto existe un mejor equilibrio entre precisión y recall.

Support: Es el número de ocurrencias reales de cada categoría en el conjunto de prueba.

4.1 Resultados de precisión (Precision) y exhaustividad (Recall) por categoría

El inicio Consecuencias Personales: El modelo tiene una precisión del 80%, lo que significa que 80% de las veces que predice esta categoría, está en lo correcto y el recall es 85%, lo que indica que identifica correctamente 85% de todos los casos.

Dificultades académicas: Tiene una precisión del 78% y un recall del 75%, lo que sugiere que el modelo es razonablemente efectivo, pero pierde algunos ejemplos.

Emociones negativas: Con una precisión del 83% y un recall del 80%, el modelo es bastante preciso y efectivo en identificar emociones negativas.

Problemas económicos: Similar a las demás categorías, con una precisión del 79% y un recall del 78%, lo que muestra un buen rendimiento del modelo en esta clase.

4.2 F1-Score

El F1-score para todas las categorías está alrededor de 0.80, lo que revela un buen equilibrio entre precisión y recall. Esto significa que el modelo tiene un rendimiento consistente en la clasificación de las diferentes categorías.

4.3 Accuracy (Exactitud) y macro average (Macro avg)

La exactitud general del modelo es 0.80, lo cual significa que el 80% de las predicciones del modelo son correctas, mientras que macro average, definido como el promedio no ponderado de las métricas de todas las clases, trata todas las clases por igual, independientemente del número de ejemplos en cada clase, a diferencia de Weighted Average, que se encarga de ponderar las métricas según el número de ejemplos en cada clase, entonces, si una clase tiene más ejemplos, influirá más en este promedio.

4.4 Validación Cruzada

Es importante implementar validación cruzada para asegurar que el modelo no esté sobreajustado, para ello, construir una matriz de confusión ayuda a descubrir áreas específicas que requieren atención. En este escenario, se evalúa el rendimiento del modelo bajo los siguientes pasos:

División del Conjunto de Datos: En lugar de una única división en conjunto de entrenamiento y prueba, la validación cruzada bifurca los datos en varios subconjuntos (pliegues).

Entrenamiento y evaluación: El modelo se entrena en determinados pliegues y se evalúa en el pliegue restante, repitiendo este proceso para cada combinación posible.

Promedio de resultados: Los resultados de todas las evaluaciones se promedian para obtener una estimación más confiable del rendimiento del modelo.

```
from sklearn.model_selection import cross_val_score

# Realizar validación cruzada con 5 pliegues
cv_scores = cross_val_score(model, X, y, cv=5)

# Resultados de la validación cruzada
print(f"Cross-Validation Accuracy: {cv_scores.mean()} ± {cv_scores.std()}")
```

Resultados Esperados:

Cross-Validation Accuracy: 0.79 ± 0.03

Esto indica que, en promedio, el modelo tiene una exactitud del 79%, con una desviación estándar de $\pm 3\%$, lo que sugiere un rendimiento consistente.

Como consecuencia de lo anterior, es deseable mejorar el rendimiento del modelo ajustando los parámetros del algoritmo de SVM (como el kernel, C, o gamma). Lo más simple consiste en primero especificar un rango de valores posibles para cada parámetro que se desea optimizar y proceder a la búsqueda en la malla (Grid Search), que tiene como propósito probar todas las combinaciones posibles de estos parámetros hasta encontrar aquella que maximice el rendimiento [10].

```

from sklearn.model_selection import GridSearchCV

# Definir los parámetros para la búsqueda
param_grid = {
    'C': [0.1, 1, 10, 100],
    'gamma': [1, 0.1, 0.01, 0.001],
    'kernel': ['rbf', 'linear']
}

# Configurar la búsqueda en la malla
grid_search = GridSearchCV(SVC(), param_grid, refit=True,
                           verbose=2)

grid_search.fit(X_train, y_train)

# Mostrar los mejores parámetros
print(f"Best Parameters: {grid_search.best_params_}")

Best Parameters: {'C': 10, 'gamma': 0.01, 'kernel': 'rbf'}

```

Esto indica que el mejor modelo se logra utilizando un kernel RBF con $C=10$ y $\gamma=0.01$.

4.5 Generación de la matriz de confusión

La matriz de confusión es una tabla que se utiliza para describir el rendimiento de un modelo de clasificación en términos de predicciones correctas e incorrectas. En esta fase, se comparan las predicciones del modelo con las verdaderas etiquetas para contabilizar los errores de clasificación y se identifican las clases que son comúnmente confundidas entre sí.

```

from sklearn.metrics import confusion_matrix

import seaborn as sns

import matplotlib.pyplot as plt

# Generar la matriz de confusión
y_pred = grid_search.predict(X_test)
cm = confusion_matrix(y_test, y_pred)

# Visualización de la matriz de confusión
plt.figure(figsize=(8,6))

sns.heatmap(cm, annot=True, fmt='d', cmap='Blues', xtick-
labels=terms_df['Category'].unique(), yticklabels=terms_
df['Category'].unique())

plt.xlabel('Predicted')

plt.ylabel('Actual')

plt.show()

```

En la matriz de confusión, las diagonales representan las predicciones correctas y las celdas fuera de la diagonal muestran las confusiones entre las clases. Por ejemplo, se distingue que “dificultades académicas” y “consecuencias personales” se confunden frecuentemente.

En la validación cruzada se confirma la estabilidad del modelo, mostrando que la exactitud es consistente a través de diferentes divisiones del conjunto de datos. Por otra parte, en la optimización de hiperparámetros se reparó el modelo seleccionando los mejores parámetros, lo que debería reflejarse en un aumento de la exactitud.

```

# Generar la matriz de confusión en formato de array para
facilitar su interpretación en texto

from sklearn.metrics import confusion_matrix

# Generar las predicciones basadas en el modelo optimizado
(simulado para ilustrar)

```

```
# Suponiendo que el modelo ya fue entrenado y optimizado

y_pred_simulated = y_pred # Usando las predicciones que ya
habíamos simulado previamente

cm = confusion_matrix(y_test, y_pred_simulated)

# Convertir la matriz de confusión a un DataFrame para vi-
sualizar con etiquetas

cm_df = pd.DataFrame(cm,

                      index=['Consecuencias Personales',
                              'Dificultades Académicas', 'Emociones Negativas', 'Problemas
Económicos'],

                      columns=['Consecuencias Personales',
                              'Dificultades Académicas', 'Emociones Negativas', 'Problemas
Económicos'])

# Mostrar la matriz de confusión

cm_df
```

Tabla 4. Matriz de confusión

Actual / Predicted	Consecuencias Personales	Dificultades Académicas	Emociones Negativas	Problemas Económicos
Consecuencias Personales	18	1	0	1
Dificultades Académicas	2	15	2	1
Emociones Negativas	1	0	16	3
Problemas Económicos	0	2	1	17

Los valores en la diagonal principal (de arriba a la izquierda a abajo a la derecha) representan el número de predicciones correctas para cada categoría, por ejemplo, el valor 18 en la celda de “consecuencias personales” indica que 18 ejemplos de “Consecuencias Personales” fueron correctamente clasificados. Los valores fuera de la diagonal sugieren errores de clasificación, es decir, 1 en la fila de “consecuencias personales” y columna de “dificultades académicas” indica que 1 fue incorrectamente clasificado como dificultades académicas.

Es posible interpretar en la matriz que alto rendimiento en consecuencias personales y problemas económicos, la mayoría de los ejemplos en estas categorías fueron correctamente clasificados. Para el caso de dificultades académicas y emociones

negativas hay cierta confusión, lo cual sugiere la obviedad sobre la intersección de características, pero es importante un ajuste de parámetros o reevaluación de los términos en estas categorías.

5. CONCLUSIONES

El modelo de clasificación SVM parece funcionar bien para categorizar términos negativos en las categorías proporcionadas, entonces, es posible identificar patrones y clasificar correctamente los términos relacionados con las dificultades académicas, emociones negativas, consecuencias personales y problemas económicos.

En general, el rendimiento general del modelo SVM se percibe sólido con un 80% de exactitud en la clasificación de los términos relacionados con las categorías de deserción escolar. Las métricas de precisión y recall apuntan que el modelo es capaz de identificar y clasificar correctamente la mayoría de los términos. Aunque el modelo tiene un buen rendimiento, el recall para “Dificultades Académicas” es ligeramente más bajo (0.75), y se la interpretación más cercana se centra en que el modelo podría haber dejado sin analizar algunos términos relevantes en esta categoría. Una solución para mejorar el modelo consiste en ajustar parámetros o utilizar más datos de entrenamiento.

El análisis de los diccionarios generados con naive bayes permitió identificar palabras clave asociadas a factores como problemas económicos, falta de apoyo familiar, dificultades académicas, entre otros. La matriz de confusión obtenida indicó que el modelo mostró un rendimiento sólido con una exactitud general del 80%. las métricas de precisión y recall para categorías como “emociones negativas”, “dificultades académicas” y “consecuencias personales” fueron consistentes, lo que el modelo es eficaz en la clasificación de términos relacionados con la deserción escolar.

Los resultados del análisis permiten identificar las principales preocupaciones y dificultades que enfrentan los estudiantes en riesgo de deserción. La alta frecuencia de términos asociados con problemas económicos y dificultades académicas resalta la importancia de abordar estos factores para reducir la tasa de deserción. Sin embargo, el modelo presenta áreas de mejora, especialmente en la identificación de términos relacionados con “Dificultades Académicas”, donde el recall fue ligeramente inferior.

Este estudio demuestra la utilidad del análisis de sentimientos y la clasificación mediante Naive Bayes para entender los factores subyacentes en la deserción escolar. Los resultados obtenidos pueden ser una valiosa herramienta para diseñar intervenciones dirigidas a reducir la deserción escolar, enfocándose en los aspectos más críticos identificados a través del análisis de sentimientos.

Estos resultados pueden ayudar a entender qué aspectos de la deserción escolar (como problemas económicos o dificultades académicas) son más destacados en el lenguaje utilizado. Esto puede ser útil para diseñar intervenciones específicas o campañas informativas.

REFERENCIAS

Johnson, M., & Smith, A. (2020). Educational Challenges and Opportunities in Urban Areas. *Education Journal*, 34(3), 215–228.

Martínez, J. (2019). Social Media as a Tool for Educational Research. *Journal of Educational Technology*, 22(1), 50–65.

Fawcett, T. (2006). An Introduction to ROC Analysis. *Pattern Recognition Letters*, 27(8), 861–874.

Bird, S., Klein, E., & Loper, E. (2009). *Natural Language Processing with Python*. O'Reilly Media.

Vicinitas Tool Documentation. (2023). Recuperado de <https://vicinitas.io>

Liu, B. (2012). *Sentiment Analysis and Opinion Mining*. Morgan & Claypool Publishers.

Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*. Springer Science & Business Media.

Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., ... & Duchesnay, E. (2011). Scikit-learn: Machine Learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 12, 2825-2830.

Aggarwal, C. C., & Zhai, C. (2012). *Mining Text Data*. Springer.



C A P Í T U L O 3

DEL MODELO BIOPSIICOSOCIAL AL MODELO CENTRADO EN LA PERSONA: UNA PERSPECTIVA EN EDUCACIÓN PARA LA SALUD

Daniela Alexandra Bernabé Sánchez

Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Karla Marisol Teutli Mellado

Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

RESUMEN: En el presente trabajo se hace una revisión de dos modelos teóricos utilizados en cambios en comportamientos de Salud, de tal manera que se abordan el Modelo Biopsicosocial ampliamente conocido en contextos de la Salud y el Modelo Centrado en la Persona, que ofrece una visión muy particular en el que se empodera al Individuo, haciéndolo corresponsable de su propia salud. El objetivo de este trabajo es analizar las diferencias entre ambos modelos teóricos y reconocer su impacto en la Educación para la Salud. Con los artículos analizados se realizó una comparación de las características principales, origen, enfoque y visión tanto del paciente como del profesional de la salud en ambos modelos de atención. Se concluye que ambos modelos son importantes en la Educación para la Salud y que su utilización va de acuerdo con el contexto en el que deba ser aplicado.

PALABRAS CLAVE: Educación para la Salud, Modelo Centrado en la Persona, Modelo Biopsicosocial

1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se hace una revisión de cómo se ha utilizado el Modelo Biopsicosocial en la atención a la salud, y a su vez cómo la modificación del contexto actual de la sociedad brinda características para proponer que otros modelos teóricos puedan relacionarse como modelos sanitarios, tal es el caso del Modelo Centrado en la Persona.

En primera instancia, Obe y Stillman-Lowe (2024) definen a la Educación para la Salud (EpS) como un proceso en donde se le brinda a la población los conocimientos necesarios para una mejor toma de decisiones sobre su propia salud, Es importante reconocer que la salud no es un proceso individual, sino que muchas veces es alterado por cuestiones sociales o ambientales.

La EpS se relaciona con la promoción de la salud, la cual es definida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como el proceso en el que se divulga y difunde información relacionada con la salud, principalmente para personas que desconocen los procesos sanitarios o no tienen el conocimiento específico para una toma de decisiones fundamentada y razonada.

Respecto a la toma de decisiones, la atención en salud se fundamenta mediante diferentes modelos teóricos que se implementan según las características culturales, sociales, económicas e incluso demográficas que la sociedad presenta en diferentes momentos.

En los apartados siguientes se describen algunas investigaciones preliminares para entender este trabajo en la sección dos, la sección tres provee detalles sobre la metodología aplicada para la búsqueda de la información. Por último, los resultados y conclusiones se encuentran en las secciones cuatro y cinco.

2. PRELIMINARES

El objetivo de este capítulo es analizar las diferencias entre el Modelo Biopsicosocial y el Modelo Centrado en la Persona, así como reconocer su impacto en la Educación para la Salud.

Como se menciona en la sección anterior, los modelos de atención en salud han realizado cambios en sus enfoques de acuerdo con las necesidades tanto individuales como sociales, de tal forma que el Modelo inicial de atención en salud fue el Biomédico creado con la consideración de que la salud se definía únicamente como la ausencia de enfermedad según la Organización Mundial de la Salud (OMS). Este modelo se caracterizó por considerar a las enfermedades exclusivamente como alteraciones biológicas, químicas y fisiológicas que el individuo puede presentar; pero nada respecto a su medio externo se relacionaba con el proceso patológico (León, 2006)

De tal forma que, desde los años 30 el personal de atención en salud priorizó el conjunto de signos y síntomas físicos que cada persona describe. Esto favoreció a que el médico fuera el principal encargado de proveer salud en la sociedad sin incluir los factores psicológicos ni sociales que pudieran afectar al individuo. No solo en la medicina se pueden incluir estos modelos de atención, sin embargo, jerárquicamente es la ciencia de la salud en la que más se hace mención en la literatura. Cualquier profesional que brinda atención en salud utilizaba el Modelo Biomédico en donde el paciente tenía un rol pasivo, es decir, no se involucraba en la toma de decisiones de su proceso de salud y muchas veces desconocía hasta la enfermedad. El personal ejercía un rol mucho más activo pues es el único con

conocimiento específico del proceso de enfermedad y no presenta intenciones de prevenir otras comorbilidades con sus pacientes.

Con el paso del tiempo se realizaron reuniones y documentos a nivel mundial para realizar cambios en el ámbito de la salud, tales como “Programa de Salud para todos en el año 2000”, “la Declaración de Alma Ata”, “Carta de Ottawa” y la “Declaración de Yakarta” en donde se promovió la Educación para la Salud y se consideraron los estilos de vida como características relevantes para la salud (León, 2006). Inclusive el concepto de salud se modificó y se reconoció como la ausencia de bienestar físico, psicológico y social; no sólo la ausencia de enfermedad.

Esto conllevó a la necesidad de crear diferentes modelos de atención que considerarán las características que el Modelo Biomédico no presentaba, una de las más importantes fue el factor psicológico y social en los diferentes procesos de enfermedad, por lo que a continuación se abordarán los modelos Biopsicosocial y el Centrado en el Individuo por su aporte en Educación para la Salud.

2.1 Modelo biopsicosocial

El Modelo Biomédico puede considerarse deshumanizado al no considerar todas las variables que pueden provocar enfermedad en una persona, sin embargo, el Modelo Biopsicosocial brinda mayor importancia a la salud, ya que previamente para el profesional de la salud parecía tener mayor relevancia la propia enfermedad, y el propio médico basaba sus decisiones en las alteraciones bioquímicas y fisiológicas, pero no en mantener la salud.

El contexto biopsicosocial tiene como propósito fundamental que el proceso de salud no es meramente un factor individual, sino que involucra al ámbito comunitario, económico e incluso político ya que muchas veces los estilos de vida no pueden modificarse por factores externos al individuo (León, 2006). En 1977, George Engel creó el Modelo Biopsicosocial bajo la necesidad de abordar de una manera diferente la salud-enfermedad, por lo que se hace un énfasis en la interacción de los componentes físicos, psicológicos y sociales y la manera en que pueden generar modificaciones entre ellos mismos. Este modelo comprende que la enfermedad es multicausal, eso quiere decir que puede tener diferentes causas y es importante reconocerlas.

En la Figura 1, se muestra un mapa mental del Modelo Biopsicosocial que explica la distinta visualización del Modelo Biomédico referente al dualismo y la deshumanización. El dualismo fundamenta la interacción entre la mente y el cuerpo, así como que actualmente se reconoce que alteraciones que involucren la mente y los sentimientos pueden repercutir en la funcionalidad corporal. Por otro lado, la deshumanización también fue una cuestión a modificar ya que la manera en que

el profesional de la salud visualizaba a su paciente no era empática e incluso carecía de su sentido humanitario (Arrieta-Villareal y Guzmán-Saldaña, 2021).

Las características fundamentales del Biopsicosocial involucran la nueva relación terapéutica en donde el proveedor de salud, que puede ser médico o cualquier profesional de salud que brinda atención en salud, visualiza a su paciente como un ser integral con sus 3 diferentes dimensiones, lo que implica que no sólo su rol jerárquico sino dejar de ver al individuo como un ser ajeno a su proceso salud-enfermedad, sino que comienza a involucrarse en la toma de decisiones, específicamente a la forma en la que lleva su tratamiento al reconocer las posibles repercusiones de no cuidar su salud.

En un estudio hecho por Astorga (2025) menciona la necesidad de implementar este modelo en los Centros Educativos, por parte de los profesionales presentes en ellos, como los trabajadores sociales y psicólogos, en la cual estaría conformada la dupla psicosocial. En estudio se abordan las dimensiones del modelo para el desarrollo integral de la persona, conformado por el aprendizaje de dominios como el científico o tecnológico; la aceptación de los criterios de la cultura como las creencias y costumbres y el aprendizaje de competencias para la vida dentro de las que se incluyen la salud, la comunicación entre otras.

Otra de las características del Modelo es la causalidad circular, lo que implica que, al tener tres esferas o dimensiones como la física, la psicológica y la social pueden influir entre ellos, es decir el contexto físico o biológico puede modificar el contexto social o psicológico y a su vez alguno de estos últimos alterar el primero. Esto quiere decir que la interacción no es unidireccional, sino que puede ir en diferentes direcciones y que incluso esta causalidad circular es una especie de proceso de retroalimentación ya que hay un intercambio de información entre las diferentes dimensiones.

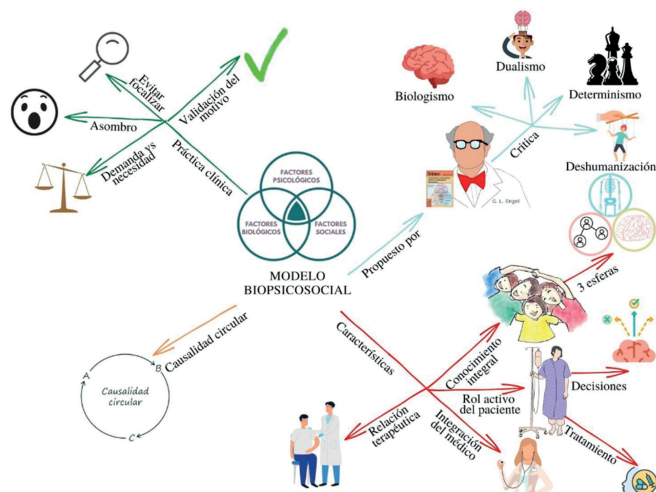


Fig. 1. Modelo Biopsicosocial (Arrieta-Villareal y Guzmán-Saldaña, 2021).

En la práctica clínica, el Modelo Biopsicosocial pretende brindar un diagnóstico y tratamiento lo más eficiente posible a través de la validación de las emociones y explicaciones que el paciente da, en el momento de realizar la historia clínica, de manera que el clínico intenta comprender la relación compleja que existe entre sus diferentes esferas.

Es importante mencionar que no se considera que algún modelo sea más importante o reconocido que otro, sino que las necesidades individuales y sociales han favorecido la implementación de otros modelos de atención en salud de acuerdo con las características históricas y demográficas como el que se describirá a continuación.

2.2 Modelo Centrado en la Persona

En 1940 se creó el Modelo Centrado en la Persona, en el que cada persona es vista de forma holística y no sólo como portadora de una enfermedad (Cacace y Giménez-Lascano, 2022). Este enfoque fomenta el empoderamiento individual para una mejor toma de decisiones y poder participar en su proceso de atención en salud. El creador de este modelo, Carl Rogers, reconocido por promover el humanismo en la disciplina de la psicología, es un enfoque que expresa que cada persona busca su autorrealización en la vida (Arias, 2013).

El movimiento humanista se extendió por Europa, pero comenzó en Italia en el siglo XIV, se caracterizó por priorizar al individuo antes que cualquier otra cosa, incluso lo catalogaron por encima de la fe. El humanismo ha sido la base fundamental para la creación de los derechos humanos que básicamente buscan que cada

persona viva con dignidad. De esta forma la atención recae en cada persona y le brinda características como dignidad, libertad de expresión, libertad de creencias, tolerancia e incluso independencia (Pieretti, 1994).

Este modelo conforma uno de los pilares para reconocer que cada persona busca características específicas y diferentes que generen un impacto positivo a su vida y se busca la autorrealización. Después de haber terminado sus estudios de psicología, Carl Rogers propuso el abordaje de los pacientes a través de la psicoterapia, las ideas que este autor planteaba reconocían que el individuo se percataba de todas las condiciones internas y externas que podían afectarlo y esos fueron los inicios del Modelo, que observó que el tratamiento debía ser individualizado o enfocado dependiendo de las características de cada persona para promover su salud (Arias, 2015).

El Modelo Centrado en la Persona o en el Individuo fue introducido inicialmente al ámbito educativo, de forma que el profesor no tuviera únicamente un papel autoritario, sino más bien que a través de la empatía pudiera brindar aprendizaje (Arias, 2015), el cual después se denominaría como significativo. A final de cuentas puede considerarse la atención en salud como un proceso educativo, ya que el especialista favorece la educación para la salud, de manera que la persona comprenda las causas de su alteración e incluso tenga las herramientas para mejorar su estado de salud o evitar su deterioro.

Este modelo resalta que el ser humano tiene la necesidad de encontrarse en un ambiente específico, lo que se considera como un principio fundamental en este enfoque. El ambiente al que se refiere no sólo son las características geográficas de donde se encuentre porque esto fundamentaría su raza, cultura e incluso sus costumbres; sino que también considera esencial el ambiente en el que se desenvuelve como su familia, su trabajo, sus amigos y esto fundamente su contexto social, se ha mencionado en capítulos anteriores que el contexto sociocultural es determinante en la calidad de vida relacionada con la salud (Miguélez, 2006).

Carl Rogers (1985) también propuso las características que a su consideración menciona esenciales para la o las personas que van a brindar un servicio o asesorar de alguna manera centrando su atención al individuo. Dentro de ellas describe a la autenticidad, la comprensión empática y la aceptación incondicional. Estas características pretenden lograr un correcto proceso de comunicación y respeto entre las dos partes interesadas en el enfoque (Miguélez, 2006).

La Teoría Centrada en la Persona no va dirigida hacia una meta, un objetivo, o un problema, sino que como su nombre menciona va orientada hacia la persona o grupo de personas específicas, de manera que las personas que interactúan pueden hacerlo de diversas formas como cultural, espiritual, psicológica o incluso biológicas

y a pesar de estar centrado hacia el beneficio de una persona, la teoría refleja un cambio entre quien intenta brindar un beneficio y quien intenta recibirlo, esto por la interacción generada, recordando que quien quiere brindar el beneficio debe crear el entorno ideal para que la otra persona pueda desenvolverse en condiciones ideales (Rogers, 1985).

El enfoque centrado en el individuo con su filosofía humanista debe centralizarse en cada persona según sus habilidades, necesidades y características favorece al aprendizaje significativo, ya que básicamente hay un educador y un educando, en un contexto favorable lo ideal es generar un conjunto de experiencias que el educando interprete como conocimiento, pero de una forma memorable y por ello se le nombra como significativo (De Sousa et al., 2015).

En la figura 2 se muestran las diferentes características que presenta ese modelo de atención en salud, donde es importante reconocer a la persona más que como un paciente sino como un ser humano holístico y multidimensional; pero no sólo a él sino también al profesional de salud que muchas veces sólo se visualiza como un proveedor de salud y eso interfiere con la relación médico-paciente; de manera que es importante pensar que ambos actores de este proceso tienen responsabilidades compartidas e igual de importantes. En la misma figura se observa que la persona de salud presenta ciertas competencias clínicas de acuerdo con su área de especialización y eso favorece a la prevención y promoción de la salud mencionadas en la introducción de este capítulo como conceptos relacionados con la educación para la salud.

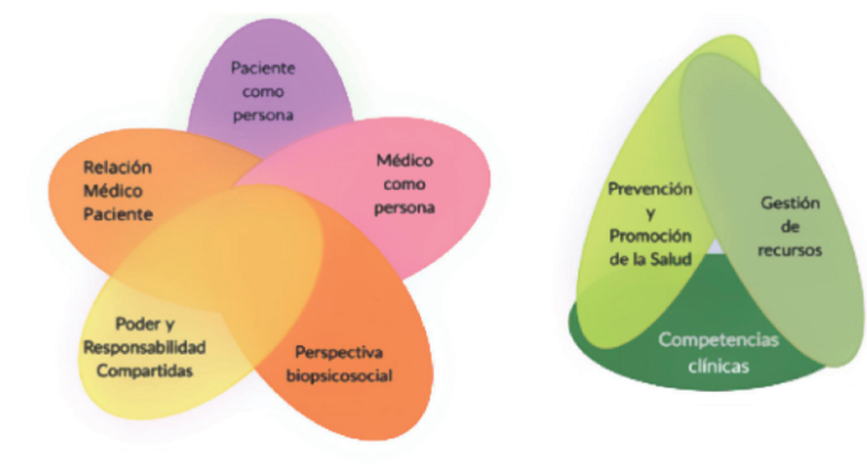


Fig. 2. Modelo Centrado en la Persona (López et al., 2021).

3. METODOLOGÍA

Se realizó una revisión narrativa de artículos publicados del 2015 al 2024 en las siguientes bases de datos: Medline, PubMed y Science Direct. Mesh de búsqueda: person centered model, biopsychosocial model, and health education, en inglés y español.

Se incluyeron 20 artículos cuyo análisis reflejó que el Modelo Centrado en la Persona salud busca cambiar un paradigma y se enfoca en las características, habilidades, destrezas y necesidades; en el que el individuo no solo es visto como alguien que presenta una enfermedad sino como un ser multidimensional que se compromete a mejorar su estilo de vida a través de la educación para la salud. Por otra parte, también se revisó el Modelo Biopsicosocial para contrastarlo y ver las implicaciones de ambos en la Educación para la Salud tan importante en generar cambios en los estilos de vida para la población.

4. RESULTADOS

A partir de la lectura y análisis de los artículos utilizados para el desarrollo de este capítulo se elaboró la Tabla 1 donde se comparan las características principales de cada modelo como se ha descrito en las secciones anteriores.

Tabla 1. Cuadro comparativo entre ambos modelos.

Criterio	Modelo Biopsicosocial	Modelo Centrado en la Persona
Origen	Propuesto por George Engel en 1977	Desarrollado por Carl Roger en los años 50
Enfoque principal	Integrar factores biológicos, psicológicos y sociales.	Enfocarse en las características y experiencias del paciente como eje de cuidado.
Visión del Paciente	Un ser con múltiples dimensiones: biológica, psicológica y social.	Un ser autónomo, con capacidad de toma de decisiones.
Relación profesional-paciente	Colaborativo, pero con rol activo del profesional	Horizontal y empática, el profesional de la salud es un facilitador.

Fuente: Modificado de Arrieta-Villareal y Guzmán-Saldaña, 2021 y Cacace-Giménez Lazzano, 2022

La finalidad de este cuadro comparativo o del capítulo mismo no es describir ventajas y desventajas de los modelos, sino dar a conocer cada uno de estos para reconocer que se han implementado muchos a lo largo del tiempo y que se seguirán implementando.

5. CONCLUSIONES

El Modelo Centrado en el Individuo representa un cambio importante en la manera en que el sector salud se desenvuelve, pues antiguamente se consideraba al médico o profesional de la salud en los más alto de la jerarquía dejando de lado al paciente y su salud física, emocional y social, inclusive en modelos previos no se reconocía la relación que una sola alteración o enfermedad podía generarle a todo el cuerpo; sin embargo desde la inclusión del modelo biopsicosocial se reconoce al individuo como un todo.

Se enfatiza que debido a la aparición de diferentes modelos se utilice el más conveniente de acuerdo con la perspectiva del investigador o del clínico considerando que deben integrarse la prevención y promoción de la salud como tareas fundamentales en cualquier profesional de la salud. Por lo que es importante considerar la aplicación ya sea del Modelo Biopsicosocial o Centrado en el Individuo de acuerdo con las necesidades del Contexto en el que se aplique

REFERENCIAS

- Albarracín, E. R. (2015). ¿Qué es el humanismo? Problemática de la formación humanística. *Análisis*, 72, 89. <https://doi.org/10.15332/s0120-8454.2008.0072.06>
- Almeida, V. C., Pereira, L. C. D., da Cunha Machado, S., dos Santos Maciel, L. Y., de Farias Neto, J. P., & de Santana Filho, V. J. (2024). The use of a biopsychosocial model in the treatment of patients with chronic. *Patient Education and Counseling*, 121, 108117
- Arias, W (2015). Carl R. Rogers y la terapia centrada en el cliente. *Avances En Psicología*, 23(2), 141-148. <https://doi.org/10.33539/avpsicol.2015.v23n2.158>
- Astorga Rubio, D. A. (2025). Propuesta teórica para la Intervención Biopsicosocial con duplas psicosociales en el contexto escolar. *Pensamiento Y Acción Interdisciplinaria*, 10(2), 102-112. <https://doi.org/10.29035/pai.10.2.102>
- Becerra, C. (2018). Modelo biopsicosocial: ¿Superación del reduccionismo biomédico o consigna polisémica impracticable? *Cuad Méd Soc*, 58(3), 167-177. <https://cuadernosms.cl/index.php/cms/article/view/321/295>
- Borrelli Carrió, F. (2002). El Modelo Biopsicosocial en Evolución. *Medicina Clínica*, 119(5), 175-

Cacace, P. J., & Giménez-Lascano, G. (2022). Modelos de atención centrados en la persona: Evolución de conceptos humanizadores de nuestras prácticas. *Revista Mexicana de Medicina Familiar*, 9(2). <https://doi.org/10.24875/rmf.21000070>

De Sousa, A. T. O., Formiga, N. S., Oliveira, S. H. D. S., Costa, M. M. L., & Soares, M. J. G. O. (2015b). A utilização da teoria da aprendizagem significativa no ensino da Enfermagem. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 68(4), 713-722. <https://doi.org/10.1590/0034-7167.2015680420i>

López, J. A. P., Pérez, T. G., Sánchez, J. A. S., & Puche, J. F. M. (2021). ¿Cómo valorar la atención centrada en la persona según los profesionales? Un estudio Delphi. *Atención Primaria*, 54(1), 102232. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2021.102232>

Miguélez, M. M. (2006). Fundamentación Epistemológica del Enfoque Centrado en la Persona. *Polis*, 5(15), 8. <https://doi.org/10.32735/s0718-6568/2006-n15-468>

Obe, R. L., & Stillman-Lowe, C. (2024). Health education. *BDJ*, 236(3), 181-185. <https://doi.org/10.1038/s41415-024-7052-1>

Pieretti, M. R. (1994). Comunicación global. el reto gerencial. *Temas de Comunicación*, 6, 43-58. <http://revistasenlinea.saber.ucab.edu.ve/temas/index.php/temas/article/view/139>

Rogers, C. R. (1995). Libertad y creatividad en la Educación. Barcelona: Paidós.

Rogers, C. R. (1997). Psicoterapia centrada en el cliente. Biblioteca de psicología, psiquiatría y psicoterapia, vol 28. Barcelona: Paidós.

Tizón García, J. (2007). A propósito del modelo biopsicosocial, 28 años después: epistemología, política, emociones y contratransferencia. *Atención Primaria*, 39(2), 93-97

Villarreal, J. L. A., & Guzmán-Saldaña, R. (2021). Modelo Biopsicosocial: De la teoría a la clínica. Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 10(19), 101-102. <https://doi.org/10.29057/icsa.v10i19.8033>



C A P Í T U L O 4

EL APRENDIZAJE SITUADO COMO ESTRATEGIA DE TRANSFORMACIÓN EDUCATIVA Y COMUNITARIA EN LA NUEVA ESCUELA MEXICANA

Inaí Pensado García

Secretaría de Educación Pública del Estado de Puebla, Educación Media Superior

RESUMEN: El presente artículo expone un estudio técnico-investigativo sobre la aplicación del aprendizaje situado como estrategia para la transformación educativa y comunitaria en la Educación Media Superior (EMS). La investigación se desarrolló en el marco de la Nueva Escuela Mexicana (NEM) y del Marco Curricular Común de la EMS 2025 integrando la metodología del marco lógico como herramienta de planificación y evaluación. El objetivo principal fue analizar los efectos de la articulación entre el trabajo colegiado, la vinculación con la comunidad y el desarrollo de competencias socioemocionales para fortalecer la pertinencia del aprendizaje en contextos semiurbanos. Se utilizó un enfoque mixto, predominantemente cualitativo, con diseño de intervención educativa. Los resultados evidencian una mayor integración curricular, incremento en la participación docente y estudiantil, así como mejoras en la percepción del impacto social de los proyectos educativos.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje Situado, Transversalidad, Educación Media Superior, Contexto Semiurbano.

1. INTRODUCCIÓN

El tránsito hacia modelos de aprendizaje contextualizados constituye una prioridad en la EMS, especialmente cuando las escuelas atienden poblaciones con condiciones socioculturales diversas. En este artículo se documenta una experiencia de fortalecimiento del aprendizaje situado, entendida como la integración intencional de saberes académicos con problemas y prácticas del entorno, con el propósito de elevar la relevancia, transferibilidad y sentido social del conocimiento.

Desde el enfoque de la NEM y el MCCEMS 2025, se asume que la formación integral demanda una escuela vinculada a su comunidad, capaz de promover la autonomía del estudiantado, el trabajo colaborativo y el desarrollo socioemocional.

En este contexto, se recuperan y amplían hallazgos previos derivados de un proyecto institucional que utilizó la metodología del marco lógico para planear, ejecutar y evaluar acciones de impacto comunitario, articulando a directivos, docentes, estudiantes, familias y actores municipales.

El artículo se estructura como sigue: en la Sección 2 se presenta el marco teórico; en la Sección 3 se describe la metodología; en la Sección 4 se reportan resultados; la Sección 5 discute alcances y limitaciones; finalmente, la Sección 6 expone conclusiones y proyecciones.

2. PRELIMINARES

2.1 Aprendizaje situado y significativo

El aprendizaje situado alude a la construcción de conocimiento en contextos auténticos y socialmente mediados, en los que la acción y la participación guiada permiten que el estudiantado desarrolle comprensiones profundas y transferibles. En diálogo con el aprendizaje significativo que enfatiza el anclaje no arbitrario de la nueva información a la estructura cognitiva previa, se configura un marco que integra relevancia cultural, motivación y sentido de agencia estudiantil.

El aprendizaje situado se concibe como un proceso de construcción del conocimiento que ocurre en contextos auténticos, donde la interacción social y la experiencia práctica adquieren sentido pedagógico (Baquero, 2002). Este modelo parte de la idea de que el saber no se transmite, sino que se construye a través de la participación en actividades con significado para el alumno.

En correspondencia, el aprendizaje significativo (Ausubel, 1976) ocurre cuando la nueva información se ancla de manera no arbitraria en la estructura cognitiva previa del estudiante, propiciando una asimilación profunda y funcional de los conocimientos. Ambos enfoques coinciden en valorar el contexto como espacio formativo y en reconocer la importancia del docente como mediador entre el saber y la experiencia.

2.2 Transversalidad y habilidades socioemocionales en la EMS

El MCCEMS 2025 propone que los aprendizajes se organicen en campos formativos transversales y no en asignaturas aisladas. Este enfoque permite la integración de contenidos, competencias y valores mediante proyectos interdisciplinarios y evaluaciones auténticas. La transversalidad favorece que el estudiante desarrolle habilidades para resolver problemas reales, pensar críticamente y actuar con sentido ético y comunitario.

El componente socioemocional de la educación ha cobrado relevancia en los últimos años como condición para la autonomía y el bienestar del alumnado. La estrategia “Construye-T” y el MCCEMS 2025 reafirman que la salud emocional es parte fundamental de la formación integral y del ejercicio ciudadano. El presente estudio reconoce que el fortalecimiento del aprendizaje situado también implica crear espacios de escucha, acompañamiento y colaboración, donde el sentir y el aprender sean procesos inseparables.

En el caso de la EMS poblana, esta visión coincide con las directrices de la Nueva Escuela Mexicana, que coloca a la comunidad como núcleo del proceso educativo y a la docencia como práctica colectiva. Por ello, el aprendizaje situado se presenta como un vehículo idóneo para operar la transversalidad desde el trabajo colegiado y la vinculación con el entorno.

La transversalidad curricular implica articular ejes, competencias y saberes más allá de asignaturas aisladas; en EMS, ello supone planes colegiados, proyectos integradores y evaluación formativa. La dimensión socioemocional es un componente transversal que habilita la autorregulación, la convivencia y el cuidado del otro, condiciones para el aprendizaje situado.

2.3 NEM y MCCEMS 2025 y la Comunidad

En este sentido, la vinculación con la comunidad no solo responde a una dimensión académica, sino también a una ética y afectiva, en la que la escuela se convierte en agente de transformación social y de reconstrucción del tejido colectivo.

Los lineamientos recientes en México impulsan escuelas que dialoguen con sus comunidades, priorizando proyectos pertinentes y aprendizajes clave con enfoque humanista. Este estudio se alinea a dichos marcos, enfatizando la pertinencia territorial y el impacto social del trabajo académico.

3. METODOLOGÍA

3.1 Enfoque y diseño

El presente trabajo se enmarca en un diseño técnico-investigativo de tipo mixto, con predominancia cualitativa y enfoque de investigación-acción educativa. Se utilizó la metodología del marco lógico (Ortegón et al., 2005) para planificar, ejecutar y evaluar las acciones implementadas, garantizando coherencia entre los objetivos, los medios de verificación y las estrategias de intervención.

El objetivo general consistió en fortalecer el aprendizaje situado y significativo mediante proyectos colegiados de vinculación comunitaria que integraran dimensiones cognitivas, emocionales y sociales del aprendizaje.

Estudio de intervención con diseño mixto (preponderancia cualitativa) y enfoque de investigación-acción. Se utilizó la metodología del marco lógico para definir objetivos, indicadores, supuestos y actividades.

3.2 Contexto y participantes

El estudio se realizó en un Bachillerato General contexto semiurbano; ubicado en el municipio de San Andrés Cholula, Puebla. Este centro educativo constituye un espacio clave para la formación integral en un entorno semiurbano con características socioculturales diversas.

La población participante incluyó 20 docentes, 1 directivo, 1 asesora técnica pedagógica y aproximadamente 1,000 estudiantes. La intervención se llevó a cabo durante dos ciclos escolares consecutivos, con seguimiento por medio de sesiones colegiadas y reuniones de Consejo Técnico Escolar (CTE).

3.3 Técnicas e instrumentos

Se aplicaron diversos instrumentos de recolección y análisis de información, entre ellos:

Matrices de involucrados e incidencias, para identificar actores, intereses y nodos críticos.

Rúbricas de desempeño docente y estudiantil, con criterios de planeación, transversalidad y pertinencia contextual.

Bitácoras de trabajo docente, donde se registraron avances, reflexiones y acuerdos colegiados.

Encuestas rápidas para estudiantes y docentes, con el fin de valorar percepciones sobre impacto social y utilidad del aprendizaje.

Actas de CTE y reportes institucionales como evidencia de la mejora en procesos de planeación y evaluación.

3.4 Procedimiento

El proceso de intervención se desarrolló en seis etapas:

1. Diagnóstico inicial: revisión colegiada de necesidades institucionales y comunitarias.

2. Planeación estratégica: elaboración de matriz de marco lógico y diseño de proyectos integradores.
3. Implementación: ejecución de actividades con participación docente y estudiantil.
4. Seguimiento: monitoreo de avances mediante CTE y observaciones de aula.
5. Evaluación: aplicación de instrumentos de verificación, encuestas y análisis de resultados.
6. Retroalimentación: sistematización de hallazgos y rediseño de estrategias para el ciclo siguiente.



Fig.1. Etapas de la Metodología del marco lógico

3.5 Consideraciones Éticas

El proyecto respetó los principios de confidencialidad, participación voluntaria y resguardo institucional de la información. Los participantes otorgaron su consentimiento informado, y los datos se emplearon únicamente con fines académicos.

Se garantizó confidencialidad, participación voluntaria y uso académico de la información. Ver Tabla 1

Tabla 1. Matriz de incidencias (resumen)

Actor	Intereses/Recursos	Nodos críticos	Estrategias
Dirección	Gestión y articulación institucional	Trabajo colegiado intermitente	Comités y cronogramas vinculantes
Docentes	Planeación didáctica	Fragmentación por asignaturas	Proyectos integradores
Estudiantes	Participación y agencia	Baja transferencia a contexto	Aprendizaje basado en proyectos
Comunidad	Pertinencia y apoyo	Vínculos débiles	Convenios y participación en CTE

Fin: Fortalecer el aprendizaje situado con impacto comunitario.

Propósito: Incrementar la transferencia de saberes al entorno.

Medios: Trabajo colegiado; proyectos con comunidad; evaluación formativa; acompañamiento socioemocional.

Componentes:

Planeación estratégica colegiada.

Proyectos interdisciplinarios.

Evaluación auténtica, formativa y continua.

Supuestos:

Disponibilidad horaria para el trabajo colegiado.

Participación activa de la comunidad.

Acompañamiento institucional.

4. RESULTADOS

Durante la ejecución, se desarrollaron cuatro líneas de acción comunitaria:

- a) Salud y bienestar, a través de proyectos relacionados con asignaturas que involucran estos perfiles formativos.
- b) Rescate de espacios públicos desperdiciados que favorecen al aprendizaje fuera del aula común.
- c) Alfabetización digital, con el uso de algunas aplicaciones que facilitan la ubicación de espacios municipales para gestionar apoyos.
- d) Emprendimiento escolar solidario, donde los estudiantes aplican saberes aprendidos aplicables al contexto, problemática identificada y entorno.

Cada proyecto integró asignaturas de distintos campos formativos (Lengua y comunicación, Perfil Emprendedor y Ecología) y se acompañó con un enfoque socioemocional. Los productos obtenidos incluyeron campañas comunitarias, jornadas de salud animal, talleres y campañas ambientales, así como el uso adecuado de la tecnología en beneficio del aprendizaje.

4.2 Participación

La participación docente aumentó significativamente: la asistencia a reuniones colegiadas pasó del 60% al 85%, mientras que la cantidad de proyectos interdisciplinarios se duplicó. Los docentes reportaron mayor coordinación horizontal y coincidencia en la evaluación de aprendizajes transversales.

En el ámbito estudiantil, más del 60% de los alumnos participaron en al menos un proyecto de intervención comunitaria, y el 78% manifestó haber comprendido mejor la utilidad práctica del conocimiento.

4.3 Percepción de impacto

Encuestas breves indicaron que 78% del estudiantado percibió mayor utilidad del conocimiento; 71% reportó mejoras en habilidades socioemocionales (trabajo en equipo, comunicación). La comunidad reportó mejoras visibles en actividades de impacto. Ver Tabla 2

Tabla 2. Indicadores de resultado (ciclo escolar)

Indicador	Línea base	Meta	Logro	Fuente de verificación
Asistencia a CTE (docentes)	60%	80%	85%	Listas CTE
Estudiantes en proyectos	30%	55%	62%	Registros por proyecto
Productos vinculados al contexto	10	20	24	Portafolios
Satisfacción estudiantil	—	≥70%	78%	Encuesta rápida
Participación comunitaria	—	≥3 eventos	4 eventos	Actas y evidencias

4.4 Impacto social y pedagógico

Los resultados reflejan una mejora sustancial en la percepción de pertinencia educativa y en la vinculación con la comunidad. Las actividades promovieron la autonomía, la colaboración y la empatía. Se observó también una reducción en la deserción de proyectos escolares y un incremento en la motivación docente para el trabajo transversal.

El análisis cualitativo de las bitácoras docentes reveló una transformación del rol del profesor: de transmisor a mediador, y del estudiante: de receptor a protagonista activo del aprendizaje. Este cambio coincide con las metas de la NEM de consolidar una educación con justicia social, equidad y sentido comunitario.

5. DISCUSIÓN

El análisis de los resultados permite afirmar que el aprendizaje situado constituye una estrategia eficaz para fortalecer la pertinencia educativa y la vinculación social de las instituciones de Educación Media Superior. La experiencia mostró que cuando el aprendizaje se contextualiza en las realidades del entorno, los estudiantes desarrollan mayor motivación, comprensión y sentido de responsabilidad comunitaria.

En concordancia con Díaz Barriga (2003) y Baquero (2002), se confirma que el aprendizaje significativo adquiere mayor solidez cuando las experiencias de enseñanza parten de problemas reales y promueven la interacción social. La incorporación de la metodología del marco lógico permitió ordenar los procesos de planeación, monitoreo y evaluación, favoreciendo la claridad de objetivos y la rendición de cuentas institucional.

Asimismo, la transversalidad curricular planteada por el MCCEMS 2025 se evidenció como un elemento clave para superar la fragmentación del conocimiento. La articulación de campos formativos, competencias genéricas y aprendizajes clave posibilitó una educación más coherente y orientada al desarrollo integral.

El componente socioemocional emergió como eje transversal de la práctica pedagógica. Las actividades de intervención comunitaria no solo impulsaron aprendizajes cognitivos, sino también la empatía, la autorregulación y la cooperación, coincidiendo con las metas de bienestar integral propuestas por la Nueva Escuela Mexicana (SEP, 2023).

Por otra parte, se identificaron desafíos relevantes: la necesidad de consolidar el trabajo colegiado permanente, asegurar tiempos institucionales para la planeación interdisciplinaria, fortalecer los mecanismos de evaluación auténtica y ampliar la participación comunitaria en la toma de decisiones escolares.

Estos hallazgos demuestran que la transformación educativa requiere tanto innovación pedagógica como gestión institucional comprometida. El aprendizaje situado no se limita a una técnica didáctica, sino que se configura como un modelo integral de acción educativa y social, capaz de generar cambios sostenibles en la cultura escolar.

Los resultados sugieren que la combinación de planificación por marco lógico, colegiado efectivo y proyectos con sentido social facilita la transferencia de aprendizajes y la construcción de identidades académicas con agencia comunitaria. En línea con los postulados de la NEM y el MCCEMS 2025, la transversalidad permite integrar contenidos, competencias y dimensiones socioemocionales, a la vez que mejora la pertinencia cultural. Se identifican retos: institucionalizar tiempos colegiados, asegurar continuidad presupuestal y robustecer la evaluación auténtica con instrumentos validados.

6. CONCLUSIONES Y PROYECCIÓN

Las conclusiones de la presente investigación son:

El aprendizaje situado, cuando se implementa con gestión colegiada y vínculos comunitarios, mejora la relevancia y el impacto social del quehacer escolar y, aplicado con base en la metodología del marco lógico y la planeación colegiada, fortalece la pertinencia del conocimiento y su transferencia al entorno social.

La transversalidad en EMS es condición para articular saberes y habilidades socioemocionales y favorece la integración de saberes y el desarrollo de competencias socioemocionales, alineadas con los principios humanistas de la Nueva Escuela Mexicana.

La metodología del marco lógico ofrece claridad operativa y evaluativa

La sostenibilidad del modelo exige apoyos institucionales, alianzas municipales y formación docente continua. Se recomienda consolidar una ruta anual con metas e indicadores por proyecto, fortalecer la co-evaluación con la comunidad y documentar los efectos en continuidad académica y empleabilidad local.

La participación comunitaria se consolida como un factor esencial para la transformación educativa; su inclusión activa permite convertir a la escuela en un agente de mejora social.

La experiencia en esta Institución Educativa evidencia que la vinculación escuela-comunidad no solo eleva la calidad del aprendizaje, sino que fortalece el tejido social local.

Se recomienda institucionalizar tiempos de trabajo colegiado, establecer redes interinstitucionales y promover programas de formación docente continua en metodologías participativas y evaluación auténtica.

En suma, la aplicación del aprendizaje situado bajo los enfoques de la NEM y el MCCEMS 2025 demuestra que la educación puede ser un espacio de transformación integral, donde los estudiantes aprendan no solo para sí mismos, sino con y para su comunidad.

REFERENCIAS

- Ausubel, D. (1976). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
- Baquero, R. (2002). Cognición situada y aprendizaje. *Revista de Educación*, 29(3), 45–60.
- Díaz Barriga, F. (2003). *Cognición situada y aprendizaje significativo: estrategias de enseñanza contextualizada*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ortegón, E., Pacheco, J., & Prieto, A. (2005). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. CEPAL.
- Secretaría de Educación Pública. (2023). *Nueva Escuela Mexicana: principios, enfoques y orientaciones para la educación media superior*. Gobierno de México. <https://www.sep.gob.mx/>

Secretaría de Educación Pública. (2025). Marco Curricular Común de la Educación Media Superior 2025 (MCCEMS 2025). Gobierno de México. <https://www.dgb.sep.gob.mx/mccems2025>

Tobón, S. (2013). Socioformación y sociedad del conocimiento: fundamentos para la transformación educativa. Ecoe Ediciones.

Viera, T. (2003). El aprendizaje significativo de Ausubel. *Revista de Pedagogía*, 26, 37–48.



C A P Í T U L O 5

DEL ESTADO DEL ARTE A LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN DETECCIÓN DE TRASTORNOS RESPIRATORIOS DEL SUEÑO

Adriana Yessica Luna-Ortiz

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Doctorado
en Investigación y Educación para la Salud

Luis Enrique Colmenares-Guillén

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Computación

Ma. Carmen Cortés-Sánchez

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Fisiología

RESUMEN: Los Trastornos Respiratorios del Sueño son alteraciones frecuentes del sueño y constituyen un problema para la salud. Se han relacionado con enfermedades cardiovasculares, metabólicas y neurocognitivas. Estos trastornos del sueño impactan de manera negativa la calidad de vida de quienes los padecen. La presente investigación tiene como propósito revisar los principales conceptos relacionados con los Trastornos Respiratorios del Sueño, se analizan los avances recientes en el diagnóstico y se destaca la importancia de incorporar nuevas tecnologías que faciliten la detección temprana y fomenten la interdisciplinariedad.

PALABRAS CLAVE: Trastornos Respiratorios del Sueño, Tecnología, Ciencia de datos

1. INTRODUCCIÓN

Los Trastornos Respiratorios del Sueño (TRS) son un problema de salud a nivel mundial de gran importancia debido a las diversas enfermedades con las que se han asociado. La presencia de TRS se asocia con un incremento de hasta 1.5 veces en el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares como hipertensión, insuficiencia cardíaca y accidente cerebrovascular (Khokhrina et al., 2022). Se estima que cerca de mil millones de personas en el mundo con edades entre 30 y 69 años padecen Apnea Obstructiva del Sueño que es el tipo más común entre los TRS (Lyons et al., 2020). Estos trastornos impactan de manera individual a quienes los padecen, también generan problemas de pareja e incluso laborales. La comprensión de estos trastornos ayuda a identificarlos de manera oportuna y a la generación de estrategias para la prevención y el tratamiento.

En vista del impacto que tienen estos trastornos, resultó de gran interés elaborar un Estado del Arte (EdA) acerca de este tema con el propósito de identificar los hallazgos en torno a los TRS. La finalidad de esta investigación es proponer una estrategia para elaborar un EdA y destacar los hallazgos más relevantes. Dentro de los que destacan la incorporación y desarrollo de herramientas tecnológicas para el diagnóstico de los TRS. Se identificaron estrategias metodológicas orientadas al desarrollo de dichas herramientas que serán analizadas en el desarrollo de este trabajo.

La estructura de esta investigación está conformada por introducción donde se aborda la justificación del tema. En la sección dos se encuentra el desarrollo del tema en el cual se analizan aspectos teóricos y metodológicos utilizados en la actualidad. Por último, en la sección tres se encuentran las conclusiones que sintetizan los hallazgos de este trabajo.

2. DESARROLLO

2.1 Metodología para la elaboración del estado del arte

En el desarrollo de una investigación para el área de la salud se recolecta información. A través del análisis de la información recopilada se identifican aspectos generales como factores de riesgo, diagnóstico y tratamiento de cualquier enfermedad. Así mismo, se reconocen los esfuerzos realizados en diversas regiones a nivel mundial y se analizan los resultados de otros investigadores.

De acuerdo con el Oxford English Dictionary, el Estado del Arte o State of the Art es el estado más reciente en el desarrollo de un producto, que incorpora las ideas y características más novedosas (Oxford English Dictionary, 2012). El EdA es útil para la identificación de los avances más recientes relacionados con un tema en particular. La elaboración de un EdA va más allá de la simple recopilación de textos. Se trata de un análisis profundo y crítico de las investigaciones previas. Dicho análisis es de utilidad para identificar ideas principales en torno a un tema de investigación, también para detectar las perspectivas de otros investigadores e identificar áreas de oportunidad.

El EdA tiene como propósito identificar las tendencias en la generación de conocimiento y representa una descripción detallada del trabajo de diversos autores, así como alternativas metodológicas que se han empleado (Reyes & Enrique, 2019). De acuerdo con la descripción anterior, el EdA es un documento que exige desarrollar la capacidad crítica personal para construir argumentos derivados de un proceso de reflexión. En un futuro, dichos argumentos se convertirán en las bases que justifiquen la pertinencia de una investigación propia.

El primer paso para elaborar un EdA es la recolección de información. Esta etapa consiste en definir de dónde se obtendrá la información y bajo qué criterios, es decir, delimitar una estrategia de búsqueda. Se sugieren plataformas de acceso a textos científicos como Springer, PubMed y Elsevier, filtrar resultados por año de publicación considerando sólo aquellos cuya antigüedad sea menor a 10 años y definir palabras clave.

Una vez recolectada la información, se realiza una revisión de la literatura. Esta etapa consiste en una revisión general y es la base para la elaboración del Estado del Conocimiento (EdC) cuyo propósito es expresar el grado de desarrollo acerca de un tema y es útil para seleccionar y ordenar elementos debido a la visión panorámica que proporciona (Cerón-Martínez & López-Quiterio, 2015).

Posteriormente se realiza una lectura exploratoria útil para generar un primer acercamiento al contenido y seleccionar textos con potencial para ser analizados. Los textos seleccionados conformarán el EdC, se almacenan y se nombran mediante el año de publicación y título. Adicionalmente se organizan en carpetas acorde a la temática.

Una vez que se obtiene el EdC se realiza una lectura selectiva y se eligen los artículos con mayor pertinencia teórica. Dichos artículos son leídos a detalle, se analizan argumentos clave, hallazgos y se identifican relaciones entre conceptos.

A partir de la lectura a detalle se seleccionan los temas principales que se convertirán en los ejes temáticos y se organizan según los objetivos de la investigación.

Finalmente se elabora el EdA que es una revisión crítica de los avances más recientes y es de utilidad para la toma de decisiones en torno a la investigación.

El proceso de análisis de la información para la elaboración del EdA representado en la Fig. 1, es una guía estructurada en nueve pasos de carácter secuencial para el desarrollo del EdA. Esta manera de ordenar las lecturas fomenta un acercamiento a los aspectos teóricos de un tema de manera progresiva.



Fig. 1. Proceso de análisis de la información para la elaboración del Estado del Arte.

Fuente: Elaboración propia.

Derivado de la elaboración del EdA acerca de los TRS, se destacan conceptos generales que se identificaron en el proceso para comprender la relevancia del tema.

2.2 Panorama general de los Trastornos Respiratorios del Sueño

El sueño es un proceso fisiológico esencial, caracterizado por un estado reversible en el que se produce una desconexión de los estímulos externos y una disminución en la capacidad de respuesta al entorno (Mckinney et al., 2015; Y. B. Zheng et al., 2024). La Academia Americana de Medicina del Sueño (AASM) señala que es fundamental para el desarrollo de estilos de vida saludables, ya que un descanso adecuado fomenta la salud y contribuye a una mejor calidad de vida. En efecto, el sueño posibilita la recuperación física, también tiene implicaciones directas en las capacidades cognitivas y la prevención de enfermedades crónicas.

Las alteraciones del ciclo sueño–vigilia son una problemática para estudiar. Los trastornos del sueño son definidos por la AASM como la incapacidad de iniciar, consolidar o mantener el sueño de manera adecuada (American Academy of Sleep Medicine, 2024). Son frecuentes y se han relacionado con el aumento de hábitos que resultan nocivos para la salud, en especial para el sueño, entre ellos las amplias jornadas laborales, el exceso de exposición a dispositivos electrónicos, el estrés y el sedentarismo.

Dentro de la clasificación para los diversos trastornos del sueño, se encuentran los TRS que se caracterizan por la aparición de alteraciones en el patrón respiratorio que ocurren al dormir (Gállego Pérez-Larraya et al., 2007). Dentro de esta categoría

se encuentran la Apnea Obstructiva del Sueño (AOS) que se caracteriza por el bloqueo de la vía respiratoria superior tras el colapso intermitente de la faringe, la Apnea Central del Sueño (ACS) caracterizada por la interrupción de la señal neuronal proveniente de los centros de control respiratorio, lo que provoca episodios de apnea durante el sueño y la Apnea Mixta (AM) que cuando la AOS y la ACS se presentan de manera simultánea (Mohamed et al., 2024; Patel et al., 2025; Winter et al., 2025) .

A nivel mundial, el 45% de la población padece algún tipo de trastorno del sueño, siendo la AOS la que se presenta con mayor frecuencia (Álvarez-García & Jiménez-Correa, 2020). Los TRS afectan la calidad de vida de quienes los padecen ya que producen consecuencias físicas, psicológicas, sociales, de pareja e incluso económicas (Yathish & Manjula, 2024). Aunado a lo anterior, se han relacionado con desórdenes metabólicos como resistencia a la insulina, hipertensión arterial, diabetes y obesidad (Ott et al., 2017; Yathish & Manjula, 2024). En relación con el impacto que tienen estos trastornos en la salud individual y colectiva, resulta cuestionable hasta qué punto las herramientas de diagnóstico que existen actualmente responden a esta problemática.

2.3 Panorama general de ciencia de datos

El término tecnología se refiere al conjunto de herramientas, técnicas y conocimientos aplicados para resolver problemas o realizar tareas (Hund et al., 2021) . La creación y uso de cualquier herramienta tecnológica favorece el mejoramiento de habilidades. La tecnología se clasifica en tecnología tradicional cuyo propósito principal es la transformación física de materiales o energía en un bien o servicio como los molinos de viento, la imprenta o la maquinaria industrial. En contraste, la tecnología digital incluye el procesamiento automatizado, la creación de algoritmos y la conectividad de tal manera que la tecnología digital gestiona los datos.

La ciencia de datos surgió a partir de la generación masiva de información y la imposibilidad de gestionarla con medios tradicionales. Se encarga de la gestión y análisis de datos con el propósito de identificar y comprender patrones para obtener decisiones informadas y mejorar los servicios de un sistema, por ejemplo, el sistema de salud (Dash et al., 2019). De acuerdo con la definición que se menciona en Vidal-Ledo et al., 2023, la ciencia de datos representa un enfoque multidisciplinario que integra principios matemáticos, estadística, computación, aprendizaje automático, minería de datos, entre otros. En la actualidad, la ciencia de datos se ha convertido en un eje transversal para la optimización del área de la salud.

La industria de la salud ha generado grandes cantidades de datos de manera histórica debido a la necesidad de mantener registros, cumplir requisitos regulatorios, así como la atención al paciente. La tendencia actual es digitalizar la gran cantidad

de datos que se generan a partir de diversas fuentes que se clasifican de la siguiente manera: a) datos clínicos y de registro del paciente que son los que se generan durante la atención directa como las notas escritas por médicos y enfermeras, datos de admisión y alta hospitalaria, informes de patología, radiografías, resonancias magnéticas, datos de laboratorio y farmacia, b) datos generados por máquinas y sensores que provienen de dispositivos de monitorización de signos vitales, provenientes de monitoreo en tiempo real o de dispositivos portátiles así como datos biométricos o imágenes en 3D, c) datos administrativos que incluyen información de seguros, datos financieros y operacionales y d) datos generales generados por humanos y fuentes externas que frecuentemente son datos no estructurados como notas médicas y correos electrónicos, entre otros (Raghupathi & Raghupathi, 2014). Derivado de la amplia diversidad de los datos y la necesidad de que los sistemas de información de salud sean capaces de intercambiar datos, surge el concepto de interoperabilidad (Rosa & Frutos, 2022). Dicho concepto representa un pilar indispensable para el acceso y uso de datos actualizados; sin embargo, para lograr esto es necesario contar con infraestructura adecuada y un marco normativo que proteja la privacidad de los datos.

La interoperabilidad es un requisito para la gestión de datos y forma parte de los principios guía FAIR por sus siglas en inglés (Findable, Accesible, Interoperable, Reusable). El acrónimo FAIR se refiere a las características necesarias para los datos: a) Findable o localizable, lo que significa que deben registrarse o indizarse específicamente en un recurso, b) Accesible, que hace referencia a que se garantice el acceso de los datos para la comunidad científica, c) Interoperable, que es el uso de lenguaje formal para la estandarización de los datos, d) Reusable, que implica el desarrollo de herramientas reproducibles. La interoperabilidad pone de manifiesto dos desafíos. El primero de ellos es la estandarización, debido a que los datos provienen de diferentes fuentes, es indispensable armonizar la información y mantener un lenguaje universal para hacer eficiente la colaboración. El segundo es la vinculación ya que la ausencia de un identificador único por paciente es el principal obstáculo (Shilo et al., 2020).

La ciencia de datos utiliza el aprendizaje automático para identificar patrones. Un modelo de aprendizaje automático aprende patrones a partir de los datos de un gran número de pacientes. Como resultado, esta herramienta tiene la capacidad de anticipar eventos basándose en información que va más allá de la opinión de expertos. Adicionalmente, a nivel poblacional identifica pacientes que desarrollarán condiciones de alto riesgo (Rajkomar et al., 2019). Por lo tanto, el aprendizaje automático proporciona información para la identificación de enfermedades y para el desarrollo de estrategias preventivas.

Hoy en día, la ciencia de datos se ha convertido en un eje transversal para optimizar diversas áreas, entre ellas, el área de la salud. La integración de la ciencia de datos y el aprendizaje automático en el estudio de los TRS conlleva a un avance en el diagnóstico y tratamiento de estos trastornos a través del análisis de datos fisiológicos, antropométricos, demográficos, síntomas, comorbilidades, entre otros (Korkalainen et al., 2024). En la Fig.2 se observa la tecnología como el origen de la ciencia de datos

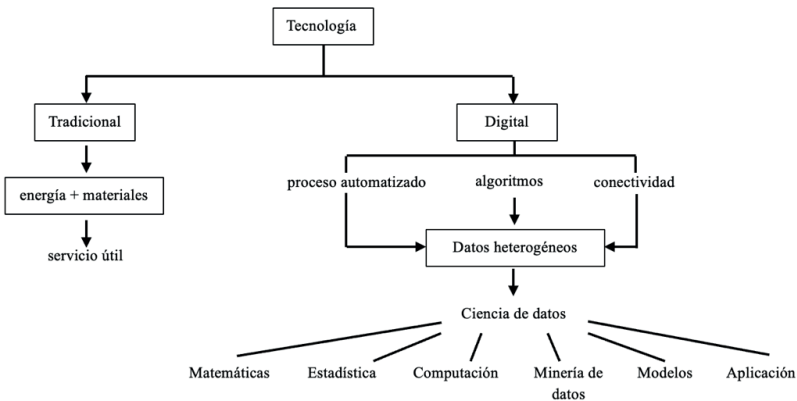


Fig. 2. Panorama general de ciencia de datos

2.4 Herramientas tecnológicas en el diagnóstico de los Trastornos Respiratorios del Sueño

La incorporación de herramientas tecnológicas para el diagnóstico de los TRS y las estrategias metodológicas que orientan su desarrollo son temas que destacan por su relevancia en la actualidad. El problema principal en torno al diagnóstico de los TRS tiene que ver con el sub diagnóstico y la falta de acceso a pruebas especializadas. Hoy en día la polisomnografía sigue siendo el estándar de oro. A pesar de ello, su costo elevado y la poca disponibilidad de centros especializados dificultan que la población tenga acceso a una evaluación oportuna. Como resultado, una gran parte de personas que padecen TRS ni siquiera lo saben y en ocasiones tienen acceso al diagnóstico posterior a la aparición de complicaciones sistémicas que probablemente se pudieron prevenir. Esta situación genera la necesidad de desarrollar estrategias más accesibles para diagnóstico que permitan la detección temprana de los TRS.

En una publicación se examinaron las limitaciones de los métodos de diagnóstico actuales para la detección de AOS, principalmente de la polisomnografía que, como se mencionó previamente, es costosa y poco accesible. Los autores de dicha

publicación proponen el uso de las herramientas tecnológicas como una alternativa para mejorar tanto el diagnóstico como el tratamiento de los TRS. Sin embargo, se menciona que se han identificado seis barreras para la adopción de las herramientas tecnológicas, entre ellas la tecnología disponible, los recursos humanos, el nivel de educación y cultura acerca del uso de estas herramientas, la regulación de los datos usados para el desarrollo de modelos y su calidad (Brennan & Kirby, 2023). Para que un conjunto de datos sea de calidad tiene que cumplir con características como validez, precisión, integridad y ser adecuado para el propósito que se utiliza (IBM, 2025). La identificación de estas seis barreras hace evidente que la implementación de las herramientas tecnológicas en el área de la salud será un proceso paulatino. Cada una de estas barreras representa un desafío. Por ejemplo, la falta de datos de calidad para el entrenamiento de los modelos genera fallas en el resultado y está relacionada con a) factores económicos que afectan la recolección y almacenamiento de datos, b) falta de capacitación y c) la resistencia cultural al uso de nuevas tecnologías por parte del personal de salud.

2.5 Perspectiva general para el desarrollo de herramientas tecnológicas

Recientemente, se publicó un proceso de nueve pasos para el desarrollo de herramientas tecnológicas en el área de la salud (Chew & Ngiam, 2025). Véase Fig. 3

Los autores hacen énfasis en la necesidad de que el personal de salud comprenda y participe en el proceso para diseñar estas herramientas y señalan que la información que los clínicos proporcionan en el diseño es invaluable. La participación del personal de salud garantiza que estas herramientas sean integradas con facilidad en la atención médica y, por si fuera poco, su participación fomenta la aceptación entre otros proveedores de salud.

El primer paso para el desarrollo de herramientas tecnológicas es la identificación de problemas de salud adecuados para soluciones con el uso de la tecnología, es decir, problemas que se resuelvan con una solución automatizada. Una vez identificado el problema, se forma un equipo de investigación que incluya expertos en el manejo de datos y expertos en el área de la salud.

El tercer paso se relaciona con la gestión de datos. Para la generación de modelos es indispensable tener datos de calidad. Si existen faltantes en los conjuntos de datos, se utilizan diversas estrategias metodológicas. El establecimiento de una infraestructura y arquitectura adecuada que se menciona en el cuarto paso hace referencia a la capacidad de las computadoras y los servidores para operar grandes volúmenes de datos a una velocidad óptima.

El quinto paso indica que el modelo seleccionado es adecuado para resolver la problemática acorde al tipo de datos. El sexto paso consiste en la validación de los modelos para lo cual se evalúa su rendimiento. También se requieren estudios de investigación clínica para evaluar su utilidad en el mundo real.

Como siguiente paso, se realiza el registro de los modelos con las autoridades reguladoras para que estos modelos sean implementados de manera exitosa en la atención médica. Los criterios de evaluación varían según la regulación de cada país. No obstante, existen principios éticos para el desarrollo de cualquier herramienta tecnológica como el principio de no maleficencia, autonomía, justicia, gobernanza, privacidad de los datos, diversidad, inclusión, transparencia, fiabilidad, equidad, bienestar social y la rendición de cuentas.

La implementación clínica y el monitoreo continuo del rendimiento del modelo constituyen el octavo paso. La implementación es el método mediante el cual las herramientas tecnológicas se integran en un flujo de trabajo clínico, mientras que el monitoreo continuo es indispensable para identificar efectos indeseados y garantizar la integridad de los datos.

El paso número nueve se enfoca en asegurar la adaptabilidad de las herramientas a las necesidades clínicas, cuya principal característica es el cambio constante.

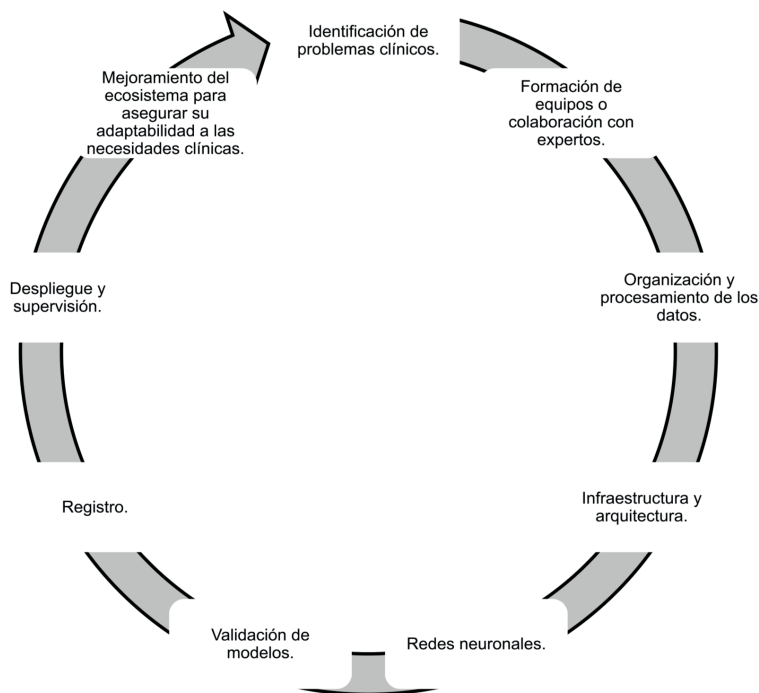


Fig 3. Proceso para el desarrollo de herramientas tecnológicas.
Adaptado de: (Chew & Ngiam, 2025)

Esta serie de pasos propuestos por (Chew & Ngiam, 2025) son iterativos de tal forma que se adaptan a los cambios. La generación de un entorno propicio para la implementación de herramientas tecnológicas en el área de la salud asegura que las herramientas sean adaptables, confiables y brinden beneficios a largo plazo. El modelo de los nueve pasos para el desarrollo de herramientas tecnológicas descrito previamente proporciona lineamientos con fundamento ético; sin embargo, su éxito dependerá de la superación de algunas limitaciones, entre ellas el nivel del compromiso de los profesionales involucrados, el desarrollo de políticas para la regulación de estas herramientas y las limitaciones con respecto al uso y disponibilidad de datos.

Aunado a lo anterior, en un estudio publicado en 2022, los autores mencionan que, si bien la tecnología se presenta como un medio para fortalecer los sistemas de salud en países poco favorecidos, aún existen diversos desafíos entre los que destaca la escasez de grandes cantidades de conjuntos de datos completos y actualizados (Ciecierski-Holmes et al., 2022).

2.6 Estrategias metodológicas para la gestión de datos

La disponibilidad y acceso a los datos, así como la cantidad y características de los datos generan limitaciones para el entrenamiento de modelos. Una de las estrategias metodológicas propuestas para superar esta limitación es la armonización de datos.

La armonización de datos se define como la práctica de combinar diferentes conjuntos de datos para maximizar su compatibilidad; al aumentar el volumen y la diversidad de los datos es posible hacer generalizaciones (Cheng et al., 2024). En 2024, un grupo de investigadores propuso tres pasos básicos para la armonización de datos. Los pasos son adaptables y tienen la capacidad de complementarse según las necesidades de cada caso. Véase Fig. 4.

Durante la etapa de preparación es necesario considerar las habilidades deseadas y el número de sujetos que integrará el equipo de investigación encargado de la armonización de datos; los recursos materiales que se requerirán acorde al número de conjuntos de datos que se analizará; los objetivos de la armonización y el acceso a los datos. Se decide si la armonización será de tipo retrospectiva o prospectiva. Esta elección dependerá de la disponibilidad de los datos, así como del tiempo y los recursos disponibles.

En la etapa de implementación, el equipo de investigación define qué variables se desean armonizar con base en el objetivo general planteado, la disponibilidad de los datos y el nivel de armonización que se planteó previamente. Para la armonización retrospectiva es necesario que sean comparables los datos existentes con los previos, por lo que, es indispensable resolver diferencias en los formatos, en la sintaxis, en la

estructura y en el significado o semántica de los datos. Posterior a la armonización de estas dimensiones, es posible combinar los diferentes conjuntos de datos. En contraste, para la armonización prospectiva se requiere homogenizar la metodología de recolección de datos y considerar la sintaxis, estructura y semántica antes de la recolección, asegurando que se sigan los protocolos en lugar de hacer correcciones posteriores. Una vez recolectados los datos, se combinan.

En la etapa post armonización se validan los datos y se asegura que el resultado sea un conjunto de datos en el que las variables se han hecho compatibles y comparables para el análisis. Los procedimientos para validar dicha situación pueden incluir la replicación y verificación del procedimiento de armonización en una submuestra de datos o el empleo de aprendizaje automático. También es necesario documentar realizando manuales de manera que transparenten las decisiones metodológicas que se realizaron para la armonización con la intención de que futuros usuarios comprendan cómo se utiliza el conjunto de datos armonizados, así como sus limitaciones.

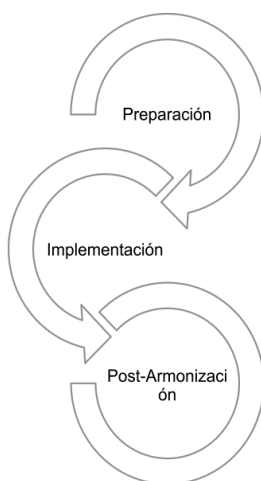


Fig. 4. Pasos básicos para la armonización de datos. Adaptado de: (Cheng et al., 2024).

La armonización de datos es una estrategia metodológica que busca la integración de múltiples conjuntos de datos. A pesar de ser un proceso complejo, resulta un paso indispensable en investigaciones que buscan integrar datos de diversas fuentes. La propuesta planteada previamente es de gran utilidad puesto que surgió a partir de una investigación en el área de la salud, aunque sería de utilidad incorporar aspectos éticos y legales para el uso y protección de los datos e incorporar estrategias para el procesamiento de datos médicos.

Las estrategias metodológicas que se implementan en el procesamiento de datos se eligen una vez que realizó un análisis exploratorio, que representa un paso crítico para comprender la distribución, estructura y particularidades de los conjuntos de datos (Konopka et al., 2018). En la Fig. 5 se propone un enfoque estructurado de aprendizaje automático para la construcción de un modelo predictivo en un entorno clínico.

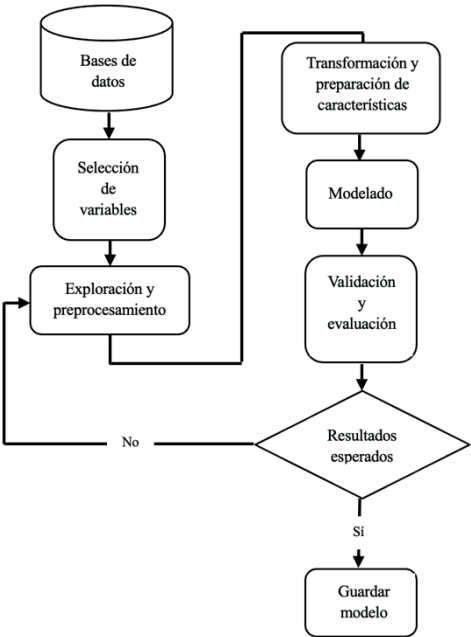


Fig. 5. Metodología para la construcción de un modelo predictivo

Una vez realizado el análisis exploratorio de datos se realiza el preprocesamiento. Durante el análisis exploratorio de datos se identifica la proporción de valores faltantes y en el preprocesamiento se elige la técnica para tratarlos. Si la proporción de datos faltantes representa menos del 5% del conjunto total de datos, se utiliza el método K-Nearest Neighbors (KNN) en lugar de eliminar de manera directa los valores faltantes (Park et al., 2025). El método KNN es un clasificador de aprendizaje supervisado no paramétrico que considera las relaciones entre variables y completa los datos faltantes en función de pacientes con características similares. Este método mantiene la consistencia interna del conjunto de datos y reduce la pérdida de información (Nagarajan & Dhinesh Babu, 2022). También es indispensable hacer el tratamiento de valores atípicos. Dada la naturaleza de los datos médicos, el

tratamiento de valores atípicos requiere un enfoque permisivo a través de un rango intercuartílico ampliado ($IQR \times 3$) con la finalidad de identificar valores extremos que podrían representar condiciones clínicas reales (Rajkomar et al., 2019). Adicionalmente se utilizan técnicas de ingeniería de características que consiste en la selección y formulación de características considerando el tipo de datos y el modelo de aprendizaje que se utilizará para mejorar su desempeño y eficiencia (A. Zheng & Casari, 2018).

Para garantizar que el modelo sea entrenado con un conjunto de datos representativo y balanceado, es de utilidad ajustar la distribución mediante muestreo estratificado utilizando variables demográficas como criterios de estratificación. Esta estrategia mantiene la representatividad demográfica, mejora la capacidad del modelo para generalizar y añade la integridad del análisis clínico al asegurar una cobertura adecuada para cada subgrupo poblacional (Patiño-Pérez et al., 2023). También es elemental balancear la distribución de clases en un conjunto de datos ya que los modelos son sensibles a las distribuciones desbalanceadas, lo que compromete su rendimiento. Para ello se implementan estrategias como SMOTE-Tomek, una técnica híbrida de balance de datos que consiste en generar sobre muestreo de clases minoritarias mediante la técnica SMOTE que significa Synthetic Minority Oversampling Technique. A continuación, en el conjunto de datos sobre muestreado se identifican enlaces Tomek que consisten en el solapamiento de datos. Los datos solapados se eliminan como un método de limpieza. El resultado es un conjunto de datos equilibrado (Batista et al., 2004; He & Garcia, 2009).

Una vez que los datos están listos, se divide el conjunto de datos. El conjunto de entrenamiento corresponde a la porción más grande de los datos ya que a través de este conjunto el modelo identificará patrones. El conjunto de prueba se utiliza para evaluar el rendimiento del modelo entrenado. La proporción 80:20 se reconoce como una de las formas más habituales de dividir los datos entre entrenamiento y prueba y garantiza que el modelo aprenda bien y, al mismo tiempo, que sea probado (Sivakumar et al., 2024). Véase Fig. 6

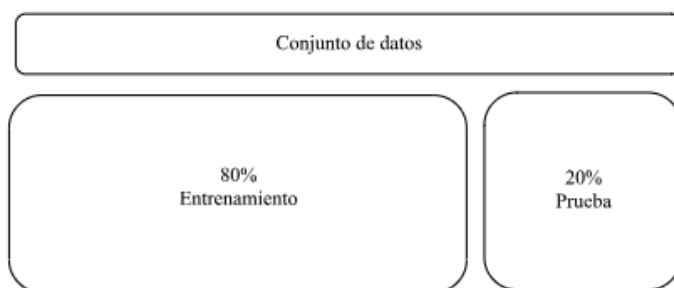


Fig. 6. División del conjunto de datos

3. CONCLUSIONES

El EdA es un documento que exige desarrollar la capacidad crítica para construir argumentos derivados de un proceso de reflexión que se convertirán en las bases que justifiquen la pertinencia de una investigación.

Los TRS se presentan con frecuencia a nivel mundial y tienen implicaciones médicas, sociales y económicas. Dichas implicaciones convierten a los TRS en un problema de salud que requiere estrategias integrales para la búsqueda de una solución. La elaboración de un EdA acerca de este tema fue de utilidad para identificar los hallazgos más recientes.

El conocimiento del procedimiento para el desarrollo de herramientas tecnológicas y de estrategias metodológicas para la gestión de datos amplía las competencias del personal de salud con respecto al desarrollo de la tecnología y su implementación en la práctica clínica.

La comprensión de las dificultades que existen en torno al uso de datos es fundamental para comprender las limitaciones de algunos modelos para el diagnóstico de los TRS y promover la participación del personal de salud en la mejora de estos.

La aplicación de estrategias metodológicas en el procesamiento de datos como KNN, ingeniería de datos y SMOTE-Tomek garantiza la validez de los modelos predictivos. La división de datos asegura que el modelo disponga de datos suficientes para entrenamiento y validación.

Finalmente, la colaboración entre especialistas en la gestión de datos y el personal de salud es esencial para avanzar hacia un futuro donde el desarrollo de herramientas tecnológicas sea implementado en la práctica clínica de manera exitosa.

REFERENCIAS

Álvarez-García, H. B., & Jiménez-Correa, U. (2020). Intervención psicológica en trastornos del sueño: una revisión actualizada. *Revista Clínica Contemporánea*, 11(2). <https://doi.org/10.5093/cc2020a9>

American Academy of Sleep Medicine. (2024, September 12). *Sueño saludable: educación sobre el sueño por parte de la AASM*. <https://sleepeducation.org/healthy-sleep/>

Batista, G. E. A. P. A., Prati, R. C., & Monard, M. C. (2004). A study of the behavior of several methods for balancing machine learning training data. *ACM SIGKDD Explorations Newsletter*, 6(1), 20–29. <https://doi.org/10.1145/1007730.1007735>

Brennan, H. L., & Kirby, S. D. (2023). The role of artificial intelligence in the treatment of obstructive sleep apnea. In *Journal of Otolaryngology - Head and Neck Surgery* (Vol. 52, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s40463-023-00621-0>

Cerón-Martínez, A. U., & López-Quiterio, A. E. (2015). El uso del estado del conocimiento en investigación educativa y su relación con las tradiciones de investigación como ejes orientadores. *Revista Latinoamericana de Metodología de La Investigación Social*.

Cheng, C., Messerschmidt, L., Bravo, I., Waldbauer, M., Bhavikatti, R., Schenk, C., Grujic, V., Model, T., Kubinec, R., & Barceló, J. (2024). A General Primer for Data Harmonization. In *Scientific Data* (Vol. 11, Issue 1). Nature Research. <https://doi.org/10.1038/s41597-024-02956-3>

Chew, B. H., & Ngiam, K. Y. (2025). Artificial intelligence tool development: what clinicians need to know? In *BMC Medicine* (Vol. 23, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s12916-025-04076-0>

Ciecierski-Holmes, T., Singh, R., Axt, M., Brenner, S., & Barteit, S. (2022). Artificial intelligence for strengthening healthcare systems in low- and middle-income countries: a systematic scoping review. In *npj Digital Medicine* (Vol. 5, Issue 1). Nature Research. <https://doi.org/10.1038/s41746-022-00700-y>

Dash, S., Shakyawar, S. K., Sharma, M., & Kaushik, S. (2019). Big data in healthcare: management, analysis and future prospects. *Journal of Big Data*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0217-0>

Gállego Pérez-Larraya, J., Toledo, J. B., Urrestarazu, E., & Iriarte, J. (2007). Clasificación de los trastornos del sueño Classification of sleep disorders. In *An. Sist. Sanit. Navar* (Vol. 30, Issue 1).

He, H., & Garcia, E. A. (2009). Learning from imbalanced data. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 21(9), 1263–1284. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2008.239>

Hund, A., Wagner, H. T., Beimborn, D., & Weitzel, T. (2021). Digital innovation: Review and novel perspective. In *Journal of Strategic Information Systems* (Vol. 30, Issue 4). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2021.101695>

IBM. (2025). ¿Qué es la calidad de los datos? IBM. <https://www.ibm.com/mx-es/think/topics/data-quality>

Khokhrina, A., Andreeva, E., & Degryse, J. M. (2022). A systematic review on the association of sleep-disordered breathing with cardiovascular pathology in adults. In *npj Primary Care Respiratory Medicine* (Vol. 32, Issue 1). Nature Research. <https://doi.org/10.1038/s41533-022-00307-6>

Konopka, B. M., Lwow, F., Owczarz, M., & Łaczmanski, Ł. (2018). Exploratory data analysis of a clinical study group: Development of a procedure for exploring multidimensional data. *PLoS ONE*, 13(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201950>

Korkalainen, H., Kainulainen, S., Islind, A. S., Óskarsdóttir, M., Strassberger, C., Nikkonen, S., Töyräs, J., Kulkas, A., Grote, L., Hedner, J., Sund, R., Hrubos-Strom, H., Saavedra, J. M., Ólafsdóttir, K. A., Ágústsson, J. S., Terrill, P. I., McNicholas, W. T., Arnardóttir, E. S., & Leppänen, T. (2024). Review and perspective on sleep-disordered breathing research and translation to clinics. In *Sleep Medicine Reviews* (Vol. 73). W.B. Saunders Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2023.101874>

Lyons, M. M., Bhatt, N. Y., Pack, A. I., & Magalang, U. J. (2020). Global burden of sleep-disordered breathing and its implications. In *Respirology* (Vol. 25, Issue 7, pp. 690–702). Blackwell Publishing. <https://doi.org/10.1111/resp.13838>

Mckinney, J., Ortiz-Young, D., & Jefferson, F. (2015). Gender differences in obstructive sleep apnea and the associated public health burden. In *Sleep and Biological Rhythms* (Vol. 13, Issue 3, pp. 196–209). Blackwell Publishing. <https://doi.org/10.1111/sbr.12107>

Mohamed, B., Yarlagadda, K., Self, Z., Simon, A., Rigueiro, F., Sohooli, M., Eisenschenk, S., & Doré, S. (2024). Obstructive Sleep Apnea and Stroke: Determining the Mechanisms Behind their Association and Treatment Options. In *Translational Stroke Research* (Vol. 15, Issue 2, pp. 239–332). Springer. <https://doi.org/10.1007/s12975-023-01123-x>

Nagarajan, G., & Dhinesh Babu, L. D. (2022). Missing data imputation on biomedical data using deeply learned clustering and L2 regularized regression based on symmetric uncertainty. *Artificial Intelligence in Medicine*, 123. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2021.102214>

Ott, S. R., Korostovtseva, L., Schmidt, M., Horvath, T., Brill, A. K., & Bassetti, C. L. (2017). Sleep-disordered breathing: Clinical features, pathophysiology and diagnosis. *Swiss Medical Weekly*, 147. <https://doi.org/10.4414/smw.2017.14436>

Oxford English Dictionary. (2012). *state-of-the-art*, *adj.* & *n.* meanings, etymology and more | *Oxford English Dictionary*. https://www.oed.com/dictionary/state-of-the-art_adj?tab=meaning_and_use-paywall#20895388

Park, C., Byun, J. I., Choi, S. H., & Shin, W. C. (2025). Machine learning classifier solving the problem of sleep stage imbalance between overnight sleep. *Biomedical Engineering Letters*. <https://doi.org/10.1007/s13534-025-00466-8>

Patel, S. R., Genuardi, M. V., DeSensi, R., Fudim, M., Lund, L. H., Mehra, R., Germany, R., & McKane, S. (2025). Real world characteristics of central sleep apnea: a review of 29,000 consecutive patients undergoing polysomnography. *Sleep and Breathing*, 29(5), 296. <https://doi.org/10.1007/s11325-025-03446-5>

Patiño-Pérez, D., Iñiguez-Muñoz, F., Ochoa-Flores, Á., Córdova-Aragundi, J., Castro-Carrasco, J., Luque-Letechi, A., & Munive-Mora, C. (2023). Stratification for the Improvement of the Performance of an ANN in Diabetes Detection. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, 2023-July*. <https://doi.org/10.18687/laccei2023.1.1.1308>

Rajkomar, A., Dean, J., & Kohane, I. (2019). Machine Learning in Medicine. *New England Journal of Medicine*, 380(14), 1347–1358. <https://doi.org/10.1056/nejmra1814259>

Reyes, G., & Enrique, C. (2019). Estrategia metodológica para elaborar el estado del arte como un producto de investigación educativa. *Praxis Educativa (Arg)*, 23(3). <https://doi.org/10.19137/praxiseducativa-2019-230307>

Rosa, J. M., & Frutos, E. L. (2022). Health data science: Challenges and opportunities in Latin America. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 33(6), 591–597. <https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2022.09.007>

Shilo, S., Rossman, H., & Segal, E. (2020). Axes of a revolution: challenges and promises of big data in healthcare. In *Nature Medicine* (Vol. 26, Issue 1, pp. 29–38). Nature Research. <https://doi.org/10.1038/s41591-019-0727-5>

Sivakumar, M., Parthasarathy, S., & Padmapriya, T. (2024). Trade-off between training and testing ratio in machine learning for medical image processing. *PeerJ Computer Science*, 10. <https://doi.org/10.7717/PEERJ-CS.2245>

Vidal-Ledo, M. J., Delgado-Ramos, A., Gutiérrez-Vera, D., & Rodríguez-Díaz, A. (2023, March 1). Ciencia de Datos en Salud. *Educación Médica Superior*. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412023000100009

Winter, Y., Mayer, G., Benes, H., Burghaus, L., Floam, S., Parks, G. S., & Kallweit, U. (2025). Patients with obstructive sleep apnea in Germany. *Sleep and Breathing*, 29(1). <https://doi.org/10.1007/s11325-025-03275-6>

Yathish, T., & Manjula, C. (2024). Risk Assessment of Obstructive Sleep Apnoea Symptoms and Its Correlation with Oral Manifestations: A Cross-sectional Study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 9–12. <https://doi.org/10.7860/jcdr/2024/68767.19226>

Zheng, A., & Casari, A. (2018). *Feature Engineering for Machine Learning PRINCIPLES AND TECHNIQUES FOR DATA SCIENTISTS* (R. Roumeliotis & J. Bleiel, Eds.; 1st ed.). O'Reilly Media, Inc.

Zheng, Y. B., Huang, Y. T., Gong, Y. M., Li, M. Z., Zeng, N., Wu, S. L., Zhang, Z. B., Tian, S. S., Yuan, K., Liu, X. X., Vitiello, M. V., Wang, Y. M., Wang, Y. X., Zhang, X. J., Shi, J., Shi, L., Yan, W., Lu, L., & Bao, Y. P. (2024). Association of lifestyle with sleep health in general population in China: a cross-sectional study. *Translational Psychiatry*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41398-024-03002-x>



C A P Í T U L O 6

ADVANCES IN THE DESIGN AND CONTROL OF CYBORG HISSING COCKROACHES: MACHINE LEARNING, MOTION TRACKING, AND TEMPERATURE CONTROL WITH A PERSPECTIVE ON SEARCH AND RESCUE OPERATIONS

Eduardo Gracidas Reyes

Universidad de las Américas Puebla, Departamento de
Computación, Electrónica y Mecatrónica

Gerardo Ulises Díaz Arango

Universidad Veracruzana, Facultad de Instrumentación Electrónica

ABSTRACT: This study investigates the use of Madagascar hissing cockroaches (*Gromphadorhina portentosa*) as cyborg insects for search and rescue operations. We review recent advances in machine learning, motion tracking, and environmental control systems for characterizing and controlling cockroach locomotion. A novel motion tracking and temperature control system was developed to examine how thermal conditions impact cockroach movement patterns. Experimental results indicate that locomotor performance peaks between 18-30°C, with decreased activity at higher temperatures, contrary to predictions based on ectotherm physiology. Maximum velocity, acceleration, and detention percentage emerged as the most temperature-sensitive parameters. Our findings remark the importance of precise environmental control in cockroach locomotion studies and cyborg development. We discuss current limitations in stimulation methods, control interfaces, and power systems that must be addressed to enable practical search and rescue applications. This work provides a foundation for further research on environmental influences and locomotor control in cyborg cockroach systems.

KEYWORDS: *Gromphadorhina portentosa*, environmental control, locomotion, temperature, cyborg cockroaches

1. INTRODUCTION

The giant Madagascar cockroach (*Gromphadorhina portentosa*) is an insect endemic to the island of Madagascar and belongs to the order Blattodea and family Blaberidae. Its natural habitat lies in the understory of humid tropical rainforests,

where it hides among the dry leaf litter covering the forest floor. This species reaches a length of between 5 and 10 cm and is characterized by its robust, heavily sclerotized body and coloration, which ranges from light brown to black. Unlike most cockroach species, *G. portentosa* is wingless and produces a distinctive hissing sound, which it uses in social or defensive contexts (Monahan et al., 2023).

This species exhibits marked sexual dimorphism. Males can be identified by the presence of horn-like protrusions on the dorsal pronotum, as well as by their longer, thicker, and hair-covered antennae. They are also generally larger than females, which have the ability to internally incubate eggs; after a gestation period of approximately 60 days, the offspring are born as fully formed nymphs. These nymphs reach sexual maturity between five and seven months of age (Mulder and Shufran, 2016).

The anatomy of *G. portentosa* has been studied to establish a well-defined model for insect research (Heyborne et al., 2012). Fig. 1 illustrates the external anatomy of a male Madagascar hissing cockroach, which is representative of both sexes, as almost the same external anatomical features are present in females.

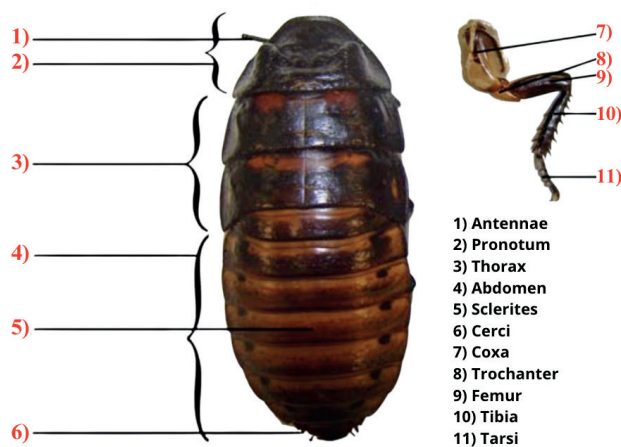


Fig. 1. External anatomy of the Madagascar hissing cockroach (Heyborne et al., 2012).

Hissing cockroaches also exhibit great social capabilities and can communicate through hissing sounds. The ability of *G. portentosa* to produce this characteristic sound is attributed to a structural modification in the trachea that connects spiracle 4 to the lateral longitudinal tracheal trunk, as illustrated in Fig. 2 (Nelson, 1979). Additionally, the diameter of the spiracle was found to influence sound production, with spiracle 4 exhibiting a significantly larger diameter than the others, thereby enhancing its role in acoustic signaling (Nelson, 1979).

As a result of an evolutionary anomaly, the fourth spiracle in *G. portentosa* underwent modification in its neural wiring, diverging from the primitive pattern observed in the other spiracles. This evolutionary adaptation also endowed the fourth spiracle with elongated muscles, enabling amplitude modulation and additional functions beyond its original respiratory role (Nelson, 1979).

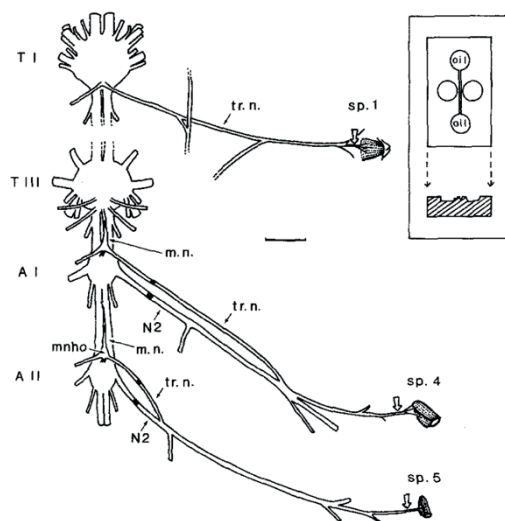


Fig. 2. Dorsal dissection of the ventral nerve of *G. Portentosa*. Innervations of the first (thoracic), fourth and fifth (abdominal) spiracles (Nelson, 1979).

The evolutionary adaptation of the fourth spiracle of *G. portentosa* has led to its unique social capabilities. A study demonstrated that in aggressive interactions, the individual emitting the hiss was more likely to be the dominant and victorious male, suggesting a correlation between hissing and social dominance (Nelson and Fraser, 1980). In courtship contexts, hissing is a critical component of reproductive success. Muted males exhibited the lowest copulation rates, indicating that the absence of acoustic signaling significantly reduced their mating success. However, when courtship hissing was played back during interactions involving muted males, both their chances of copulation and female receptivity markedly increased. Furthermore, in normal males, hissing frequently occurs during copulation, reinforcing the conclusion that this sound plays an essential role in courtship communication and mating behavior (Nelson and Fraser, 1980).

In scientific research and education, Madagascar cockroaches have been used for various purposes. It is commonly employed in classroom settings because of its size and ease of handling. It has also been studied to test insecticides and investigate

their physiology, neurobiology, and social ecology. In recent years, it has become one of the primary species used in the development of “BioBots” or cyborg insects, owing to the relative ease with which electrodes can be inserted and electronic devices can be installed (Monahan et al., 2023).

Among the advantages of using hissing cockroaches over other invertebrates for research is the fact that, unlike most mammals and even other cockroach species, the Madagascar hissing cockroach is not subject to ethical, health, or environmental regulations, which makes it particularly suitable for experimental research. It has even been proposed as an alternative to traditional laboratory species commonly employed in pharmacological testing, such as rats or rabbits, for the evaluation of immune responses and virulence (Chua et al., 2017). Nevertheless, recent studies recommend the administration of anesthetics to sedate cockroaches and other invertebrates prior to experimental procedures, even in the absence of explicit regulatory requirements, as this practice helps to minimize the potential for pain (John, 2011).

Another advantage of using the Madagascar cockroach in experiments is that it is not considered a vector of contagious diseases in humans. Other cockroach species, such as the American cockroach, have been identified as vectors of concern in hospitals and clinics, capable of transmitting serious diseases to humans, including fungal infections caused by *Candida glabrata* and *Candida krusei* (Khodabandeh et al., 2020). The German cockroach is also noteworthy, as it is considered a vector of bacterial infections, such as *Pseudomonas* and *Staphylococcus* species (Menasria, 2014). Nevertheless, some fungal species have been identified in Madagascar cockroaches that could potentially cause allergies or illnesses in immunocompromised individuals (Yoder, 2008), although there is still insufficient evidence to classify this species as a public health risk.

However, Madagascar hissing cockroaches have been studied for purposes beyond laboratory experiments. Natural and human-made disasters pose persistent threats to public safety, particularly in conflict zones and high-risk areas. The infrastructural damage caused by such catastrophes often complicates search and rescue (SAR) operations, making them logistically challenging and financially demanding. Consequently, many survivors remain trapped beneath the debris, resulting in preventable loss of life. To address these challenges, recent research has explored the integration of robotic systems to improve the efficiency of SAR operations by reducing exploration and debris removal times, as well as by extending the range of accessible areas (Liu et al., 2007). Nevertheless, current robotic technologies still face significant limitations that hinder their practical implementation in real-world settings.

Thus, the main goal of developing these BioBots is to aid in locating people trapped under rubble following natural disasters such as earthquakes, tsunamis, or landslides. Owing to their small size, ability to adhere to various surfaces, relatively high speed, and low cost, cyborg cockroaches are particularly well-suited for operating in complex environments that require high mobility and access to narrow, dark spaces.

Cyborg cockroaches can be massively deployed following a catastrophe to search inaccessible areas and cover large zones. This swarm of cyborg insects can rapidly determine whether individuals are trapped under debris or in hazardous situations, significantly reducing the time required by human rescue teams during search operations.

However, developing these cyborg cockroaches faces several limitations that must be addressed before making them suitable for SAR operations. For instance, these cockroaches are extremely sensitive to environmental conditions, such as temperature, humidity, and light, which have been shown to significantly influence the locomotion of other ectothermic insect species (Abram, 2017). Specifically, “hot” thermal ecotypes of ectothermic insects, such as Madagascar hissing cockroaches, tend to perform better at higher body temperatures, exhibiting faster locomotion, lower sociability, and elevated activity levels (Michelangeli et al., 2017). Despite the fact that ectothermic insects tend to improve their locomotion at warm temperatures, extremely high temperatures can negatively affect them. For instance, *Porcellio laevis* has been shown to experience increased physiological stress when exposed to temperatures of 32°C, and prolonged exposure may lead to desiccation or, in some cases, induced coma (Bozinovic, 2016).

Locomotion is a critical factor in the development of cyborg hissing cockroaches, as it is intended to be regulated through stimulation signals or other electronic systems. Therefore, quantifying and understanding how different environmental conditions influence cockroach locomotion is essential for achieving effective control.

Thus, this study aims to synthesize the key findings on *Gromphadorhina portentosa* in the field of cybernetics, with particular emphasis on its application as a biorobotic platform for search and rescue (SAR) operations. Specifically, we examine how machine learning, signal processing, and data acquisition techniques have been employed across different studies to control the locomotion of cyborg cockroaches and how various environmental conditions influence their movement. In addition, this review discusses the current limitations of these approaches, outlines prospective research directions, and considers potential pathways for technological development, thereby providing a comprehensive overview of the state of the field. Finally, we present our contributions to the characterization of this species with respect to its cybernetic control under diverse environmental conditions.

The structure of this work is organized as follows. Section 2 presents the current state of the art regarding the use and development of *G. portentosa* as a biorobotic platform. Section 3 introduces our research on the characterization of *G. portentosa* under different environmental conditions and the development of our own motion-tracking and environmental control system, including preliminary results on cockroach stimulation in specific environments. Section 4 discusses the limitations of the current approaches, outlines future work, and proposes potential directions for further research. Finally, Section 5 summarizes the main findings and presents the conclusions of the study.

2. CURRENT RESEARCH

Research on *G. portentosa* as a cybernetic platform has focused on locomotion, neural stimulation, and control interface development. These avenues aim to (1) characterize the natural movement patterns of this cockroach species, (2) identify optimal stimulation parameters and interface mechanisms, and (3) design effective human-cockroach interfaces capable of directing or modulating the behavior of cyborg cockroaches. Notably, no published studies to date have employed robust and precise environmental control in their experimental procedures or thoroughly characterized cockroach locomotion under varying environmental conditions.

Another important line of research that has not been extensively explored is the energy supply for the electronic system carried by cockroaches. Electronic backpacks are often too heavy for cockroaches and require high amounts of power for operation; therefore, some researchers have focused on developing or finding efficient alternatives to commonly used power sources, such as LiPo batteries.

2.1 Locomotion

Most efforts to characterize the locomotion of *G. portentosa*, both in natural and stimulated conditions, rely on the use of inertial measurement units (IMUs) with multiple degrees of freedom combined with machine learning algorithms. In one study, for example, a single cockroach was equipped with an electronic backpack containing a CC2530 microcontroller, a five degree of freedom ADXL335 accelerometer, and a two degree of freedom LPY410ALTR gyroscope, enabling the automated classification of movement types through machine learning techniques (Cole et al., 2017).

No stimulation techniques were employed to control the movement of the Madagascar cockroach; instead, the study focused on analyzing its “natural” locomotion within a circular arena. Three key zones were identified in the arena: the periphery, transition zone, and central area. Cockroach movement was classified

into four categories: stationary, free movement (within the central zone), clockwise, and counterclockwise locomotion (Cole et al., 2017). Fig. 3 displays the key zones and their distance from the center. To monitor the cockroach position, a 30-fps webcam was used and synchronized with the data from the IMU sensor.

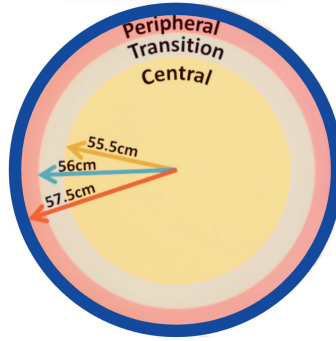


Fig. 3. Key zones of the circular arena, as proposed by Cole et al. (2017).

The results indicated that the best-performing classification model was a Support Vector Machine (SVM), using a dataset with 1.5-second segments and incorporating temporal, frequency, and wavelet-based features—a total of 117 features (Cole et al., 2017)

Another study developed an autonomous navigation system without external movement capture systems by integrating electronic backpacks that incorporated a distance Time of Flight sensor (ToF) VL53L0X and a Panasonic thermal infrared sensor AMG8833 of an 8x8 pixel matrix. In combination, both sensors were intended to detect human presence and obstacle proximity using machine learning to reduce stop times in the cyborg cockroach (Ariyanto et al., 2024).

Cockroaches were placed at the center of a green reference circle located within a maze constructed using wooden boards. This reference circle was positioned to evaluate the system's ability to prevent the cockroaches from hiding or remaining stationary in a corner of the maze. Data was transmitted via an electronic system directly connected to the computer (Ariyanto et al., 2024).

Four machine learning models were evaluated for human detection: random forest, decision tree, SVM, and K-nearest neighbor (KNN). Since initial tests showed that the random forest model yielded the best results, it was selected for implementation in the 32-bit microcontroller embedded in the electronic backpack (Ariyanto et al., 2024).

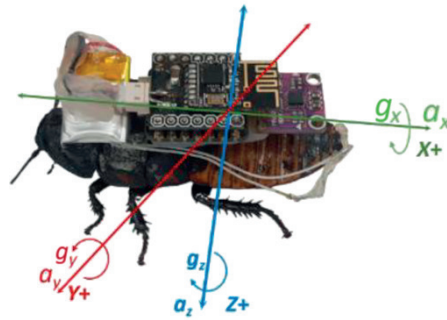


Fig. 4. Cyborg hissing cockroach carrying an electronic backpack equipped with a gyroscope and wireless transmitter, following electrode insertion into the cerci (Ariyanto et al., 2023).

The results showed that the cockroaches exited the maze in 150 s or less in 82.3% of the cases when the right antenna was stimulated and in 94.1% of the cases when the left antenna was stimulated. Human detection reached an accuracy of 92.5% at distances shorter than 25 cm and 70% at distances greater than 1 m. The improvement in locomotion becomes evident when considering that, prior to the system's implementation, the cockroaches failed to escape in 66% of the cases (with only a 34% success rate) (Ariyanto et al., 2024).

Trials have also been conducted to optimize movement by combining stimulation and machine learning. A study developed three cyborg cockroaches (BioBots), placed them in a circular arena, and used a machine learning algorithm to automatically stimulate them, aiming to reduce inactivity and undesired movements (e.g., escaping to the center). Each cockroach was equipped with a backpack containing an MPU9250 9-DOF motion sensor, BMP280 temperature and pressure sensor, 32-bit SAMD21G18 microcontroller, NRF24L01 transmitter, and 3.7V 50mAh rechargeable battery (Ariyanto et al., 2023). A 50 Hz square wave with a 50% duty cycle was used for stimulation, and a graphical interface in Python (Tkinter) was developed to control and monitor the system's performance. Fig. 4 displays one of the cyborgs hissing cockroaches with the implemented electronic backpack.

Among the models tested, the SVM yielded the best results, with an accuracy of 0.9985 for inactivity detection and 0.9864 for movement (Ariyanto et al., 2023). Performance improved significantly: the search rate increased by 68%, the distance traveled by 70%, and the inactivity time decreased by 78%.

2.2 Stimulation

To investigate the optimal stimulation parameters, such as signal amplitude, frequency, waveform, and other characteristics, a study inserted electrodes measuring 3 to 5 cm in length and 0.005 inches in diameter into the cerci and antennae of *G. portentosa*, with an additional electrode placed in the abdomen to serve as a ground (Erickson et al., 2015). During the experimental procedure, only one antenna was stimulated at a time to analyze the lateral response, while both cerci were stimulated simultaneously to induce escape behavior.

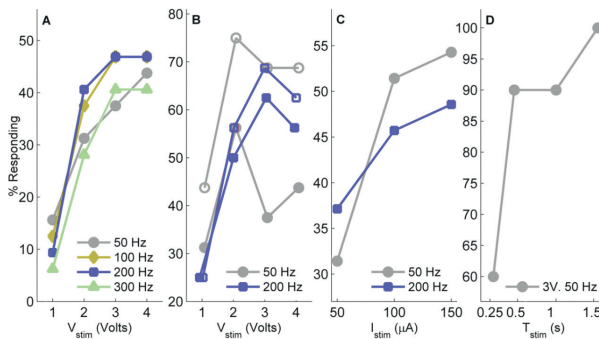


Fig. 5. Percentage of test subjects (cockroaches) that responded to different stimuli: A) monopolar voltage-varying signal, B) bipolar voltage-varying signal, C) current-controlled pulses, and D) different stimulation durations (Erickson et al., 2015).

Fig. 5 shows the cockroach responses to the different tested stimulation signals. It can be observed that, depending on the voltage, current, polarity, and stimulation duration, a greater number of test subjects (cockroaches) responded to the stimuli. For variable monopolar voltage signals, the highest response rate (41–47%) was achieved with voltages of approximately 3V and frequencies between 100 and 200 Hz. For variable bipolar voltage signals, the response rate was higher with voltages of 2V at 50 Hz (56%). With variable current signals, the best results were obtained at 150 μ A and 50 Hz. Finally, the optimal stimulation duration was found to be 1.5 s, yielding a 100% success rate (Erickson et al., 2015).

Nevertheless, statistical analysis revealed a weak correlation between the stimulation signals intended to induce locomotion and the actual movements. Both the Pearson correlation coefficients (r) and the corresponding p -values (p) were consistently low across all examined variables (Erickson et al., 2015). This limited statistical significance hinders the replicability of the findings and reduces their applicability in future research efforts.

Similarly, research has been conducted to examine how different electrical waveforms affect the locomotion of *G. portentosa* during its stimulation. Three types of stimulation signals were tested: two bipolar waveforms (square and nerve-like) and one monopolar square waveform. The amplitude and frequency parameters were kept constant across all experiments, with values set at 3.3V and 50 Hz, respectively, using a 50% duty cycle (Liu et al., 2024).

The experimental sessions lasted for 120 min, with four trials per signal type using different cockroaches. Each cercus received 10 one-second stimulations, spaced by five-minute rest intervals, followed by a 30-minute break between stimulation sets. In total, 12 cockroaches were used (Liu et al., 2024).

The effectiveness rates were 76.25%, 88.75%, and 96.25% for the monopolar square, bipolar square, and bipolar nerve-like signals, respectively. Although the bipolar square waveform was identified as optimal, the results suggest that the bipolar nerve-like signal provides greater effectiveness and finer control. Thus, the study's focus on the effectiveness-to-intensity ratio may have overlooked the broader value of controllability and stimulation quality (Liu et al., 2024).

Another study evaluated whether cerci stimulation in *G. portentosa* induced spatial learning and memory formation. For this purpose, a “T”-shaped maze was constructed to train the cockroaches, with each arm of the maze representing a possible choice (one designated as correct and the other as incorrect) (Yu et al., 2025). Fig. 6 displays the T-shaped maze and a visual illustration of the different experimental procedures used to test memory training.

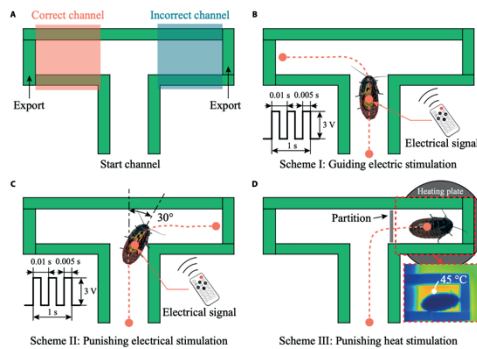


Fig. 6. T-maze and visual methodology used to evaluate spatial learning in Madagascar hissing cockroaches: (A) T-shaped maze structure, (B) Method 1 – learning by guided stimulation, (C) Method 2 – punitive stimulation, (D) Method 3 – thermal punishment (Yu et al., 2025).

Three different training methodologies were proposed.

Guiding stimulation: Unilateral electrical stimulation of one cercus before the cockroach decided to steer it toward a specific choice.

Punitive stimulation: electrical stimulation was applied after selecting an incorrect option.

Thermal punishment: exposure to a heat source exceeding 40°C following an incorrect choice.

The experimental parameters were varied in terms of the stimulus frequency and memory retention. The stimulation frequency ranged from 10 to 100 Hz, and memory retention was assessed both in the short term (30 min) and long term (24 h). A total of 36 cockroaches were used: six for determining the optimal stimulation parameters and 30 for testing each training method (10 per method) (Yu et al., 2025).

Among the results, guiding stimulation proved to be the most effective in the short term, achieving a memory score of $85.5 \pm 0.15\%$, based on the average number of times the cockroaches chose the correct path in five T-maze trials after stimulation sessions. All 10 cockroaches in this group showed a preference for the correct path (Yu et al., 2025).

In the long-term evaluation, no significant differences were observed between guiding and punitive stimulation; only four out of ten cockroaches retained the correct preference in both groups. The least effective method overall was thermal punishment, which performed poorly in both short- and long-term assessments (Yu et al., 2025).

2.3 Interface development

There have also been attempts to introduce cyborg hissing cockroaches to the market for educational and entertainment purposes. *RoboRoach* was the first company to introduce them to the market in 2013, but it is not an open-source product (Stojnić, 2017). However, a study attempted to develop a brain-computer interface using SSVEP signals to control hissing cockroaches using the RoboRoach system.

The brain-computer interface and stimulation system used to control the cyborg cockroaches demonstrated relatively high accuracy, achieving $86 \pm 10.4\%$ and $89.5 \pm 15\%$, respectively (Li and Zhang, 2016). To assess the system's performance, an S-shaped maze was constructed, and two experimental methodologies were employed: (1) control evaluation, where a single participant directed the cockroach, and (2) an entertainment-based approach involving a competition between two participants, each controlling a cyborg cockroach (Li and Zhang, 2016).

The results of this study demonstrated the feasibility of using electroencephalographic (EEG) signals to control the cyborg cockroaches. However, the level of control remains quite limited, as the success rate was only 20% on the S-shaped track and approximately 40% on an obstacle course (Li and Zhang, 2016).

The implementation of cameras is also of great interest in cyborg cockroach research because they can help in SAR operations by detecting trapped humans in real time. A study implemented a high-resolution camera, an ESP32 microcontroller, and a battery of 125mAh (Rasakatla et al., 2022).

The stimulation electrodes were placed on both the antennae and cerci, with the abdomen serving as the ground connection. Experiments were conducted in a maze with obstacles to evaluate the navigation capabilities of the cockroach, demonstrating that the system was optimal and reliable. However, connectivity poses a significant limitation owing to the limited communication range, which causes interruptions in video streaming. Additionally, the weight of the electronic backpack overloaded the cockroach and reduced its mobility (Rasakatla et al., 2022).

Efforts have also been made to control cyborg cockroaches over long distances. One study developed a teleoperated user interface (UI) to monitor and control a cyborg cockroach between two different countries, Bangladesh and Japan (Ariyanto et al., 2022). Virtual Network Computing (VNC) technology was employed to facilitate teleoperation, enabling real-time video streaming, whereas radio communication was used locally to control the movements of the cyborg cockroach (Ariyanto et al., 2022).

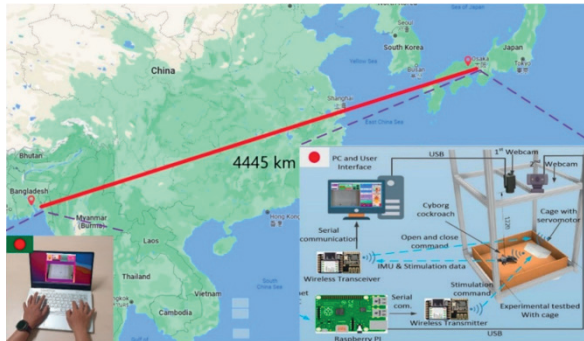


Fig. 7. Cyborg cockroaches controlled over long distances (Bangladesh and Japan) using VNC technology and RFC (Ariyanto et al., 2022).

Fig. 7 illustrates the main stages of communication between the human operator in Bangladesh, the control station in Japan, and the cyborg cockroach. VNC communication was established between a computer located in Bangladesh and a Raspberry Pi 4 in Japan, with a user interface (UI) developed using the Tkinter library (Ariyanto et al., 2022). The experimental setup also included a webcam, wireless transceiver, servomotor, and computer, which were used to enable live video streaming and remotely open or close the cockroach containment gate. The

UI displays various elements, including stimulation parameters, live video feed, cockroach position and direction, and gate status (Ariyanto et al., 2022).

Five cyborg cockroaches were used in the experiments. The test involved placing an obstacle within the arena and instructing the teleoperator to guide the cockroach to avoid the obstacle and subsequently enter the containment area, at which point the gate would be opened to admit the cockroach. The stimulation signal used for navigation was a square waveform with a 50% duty cycle (Ariyanto et al., 2022). They successfully developed a teleoperation UI for controlling cyborg cockroaches over long distances with a delay of 0.275s, which is acceptable for these usages (Ariyanto et al., 2022).

2.4 Energy

Efforts to develop effective and reliable energy sources for cyborg cockroaches have been limited to date. However, only one study has investigated the use of solar energy as a sustainable power supply. Researchers developed an ultra-thin organic solar cell module mounted on the back of the cockroach, which generated 17.2mW of power using an area of 777 and a thickness of only 4. Under simulated sunlight conditions (100mW/), the module achieved an energy conversion efficiency of 7.96%. Following 30 min of exposure to simulated sunlight, the system could power the cyborg cockroach for over two hours using a 40mAh battery (Takei et.al, 2022).

3. CHARACTERIZATION UNDER DIFFERENT ENVIRONMENTAL CONDITIONS

3.1 Environmental control and motion tracking system development

Given the noticeable lack of research on how different environmental conditions influence cockroach locomotion and its control as a cyborg, we have been working on characterizing the natural locomotor behavior of this species under varying conditions, with particular attention to temperature, as it appears to be the most influential factor for *G. portentosa* locomotion. To measure and study the influence of temperature on cockroach locomotion, a proper motion-tracking system and an environmental control chamber were developed.

Existing studies have employed circular arenas to monitor cockroach locomotion using different sensing technologies, including webcams, inertial measurement units (IMUs), or a combination of both (Ariyanto et al., 2023). Although effective to some extent, these systems have significant limitations. For instance, they often require large experimental spaces to allow unrestricted motion, depend on high-resolution video acquisition systems, or necessitate the attachment of relatively

heavy IMU-based backpacks onto the cockroach body. Each of these requirements introduces potential sources of bias, either by constraining the experimental design, increasing the cost, or altering the natural behavior of the insect due to the added mechanical load.

Alternative approaches, such as those proposed by Whitmire, who utilized Kinect-based tracking to monitor insect motion in circular arenas (Whitmire et al., 2013), address some of these issues by removing the dependence on high-resolution cameras and minimizing the need for invasive wearable sensors. Nevertheless, they still share a critical limitation with other circular arena systems: the large physical area makes it difficult to exert precise control over environmental variables such as light, temperature, and humidity. Moreover, in cases where IMU-based backpacks are used, the locomotor activity of the insect can be significantly influenced by the additional weight, as documented by Rasakatla et al. (2022).

A previous study proposed a motion-tracking system based on a frictionless polystyrene ball. The system employed two USB optical mice (Razer Spectre II, Carlsbad, CA) with a resolution of 1800 DPI and a sports ball cake pan equipped with five air ports. Compressed air was introduced through these ports to achieve semi-flotation of the polystyrene ball, allowing for near-frictionless movement (Erickson et al., 2015). This design was adapted from earlier systems described in previous studies (Lott et al., 2007; Hedrick et al., 2007).

The system operated by placing a cockroach on top of a polystyrene ball and securing it to a fixed support using Velcro. As the cockroach attempted to walk, it induced the rotation of the ball, which was tracked by two optical mice positioned orthogonally (i.e., at 90° relative to each other). The resulting movement data were sampled at a constant rate and recorded on a computer using LabVIEW, as described by Erickson et al. (2015), or using other software tools.

However, the system described by Erickson lacks the capability to control environmental variables and relies on proprietary, non-open-source software packages. This represents a significant limitation for subsequent studies that either aim to investigate the effects of environmental conditions on GP or lack access to the required software tools.

Moreover, the use of compressed air to generate a frictionless effect on the polystyrene ball requires costly, energy-intensive, and noisy components (such as an air compressor), which are generally undesirable and introduce an unnecessary layer of complexity to the system implementation.

To develop our own motion-tracking system, we adapted the design proposed by Erickson, addressing some of its reported limitations. For instance, instead of relying on the compressed air method to reduce friction, we implemented frictionless bearings that require no energy and generate less noise. Additionally, we replaced

the polystyrene ball with a PLA 3D-printed ball, achieving a better fit within the structure and further reducing the friction. Finally, we 3D-printed lateral supports for both optical mice and a vertical support for attaching the cockroach to the center of the ball with Velcro. The entire structure is shown in Fig. 7.



Fig. 8. Motion-tracking system 3D-printed structure.

Because few environmental control systems are available for this type of experimental procedure, we designed one from the ground up. The system incorporates four environmental sensors: two GY-30 modules for measuring light intensity and two SHT45 sensors for monitoring the humidity and temperature. These high-precision sensors allowed us to accurately assess the environmental conditions within the polystyrene cage. Temperature regulation was achieved using two Peltier modules with fans, one dedicated to heating and the other to cooling, whereas an ESP32 microcontroller processed the sensor data and controlled the Peltier modules via PWM signals through a high-power H-bridge.

In combination, we were able to simultaneously track the locomotion of the cockroaches and control their surrounding environment during the experiment. Communication between the two systems is shown in Fig. 9. It can be observed that the synchronization between both systems is achieved through a command line interface (CLI) interface in Python running on a computer that receives the information of both optical mice and the environmental control system in parallel.

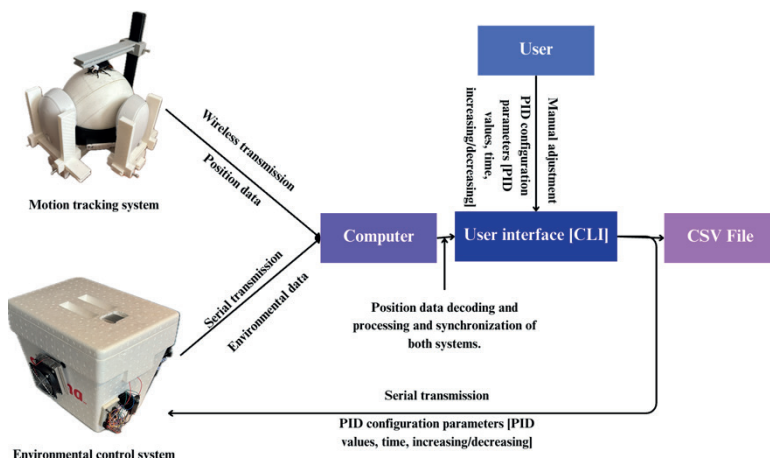


Fig. 9. Synchronization of both systems: motion tracking and environmental control through a CLI interface running on a computer.

3.2 Experimental design

For our experimental procedures, we randomly selected 42 hissing cockroaches from a colony kept at room temperature (between 24°C and 27°C) and fed only carrots and dog kibble. The only discrimination parameter was their length, as cockroaches below 5 cm were avoided because they were too young to place the Velcro and move the frictionless ball.

Prior to the experimental sessions, all subjects underwent an invasive procedure to prepare them for the movement monitoring system. This procedure involved gently filing the dorsal surface of the thorax and pronotum (Heyborne et al., 2012) using fine sandpaper. Once the attachment area was adequately exposed, a small amount of instant adhesive (commercial brand: Kola Loka) was applied, to which a Velcro fragment bearing a unique identification number for each individual was attached. This intervention was conducted with utmost care to minimize any physiological or behavioral alterations after manipulation. The highest ethical standards were rigorously observed to reduce induced pain as much as possible, along with post-intervention care to ensure survival and well-being.

Subsequently, the treated individuals were housed in groups of five within individual plastic containers, where they remained at rest for a minimum of 12 h. This rest period aimed to ensure physical recovery after the marking procedure and to prevent any potential effects caused by crowding or social stress, which could negatively influence locomotor behavior during testing, as documented in previous research (Clark and Moore, 1995).

Each experimental session lasted for approximately 25 min. This duration was established to encompass not only the initial acclimation phase of the subject to the new thermal conditions but also to allow sufficient time to record more stable and representative locomotor patterns of the animal. During the sessions, various relevant environmental variables (such as ambient temperature, illumination, and the individual's position within the environmental control chamber) were recorded in real-time. The sampling frequency was approximately 28 Hz, which was deemed adequate to accurately capture the locomotion of the test subjects.

To avoid cumulative adverse effects (such as physical fatigue, habituation to the experimental environment, or thermal stress), each individual was limited to a maximum of four sessions per day. Furthermore, a minimum two hour rest interval was established between consecutive sessions to allow for proper physiological recovery and passive re-acclimation to the baseline conditions of temperature and darkness in which the participants were originally maintained.

Experimental trials were carefully scheduled and randomly distributed throughout the day to minimize any potential confounding influence of circadian rhythms on cockroach locomotor performance, thereby reducing the risk of biased results. The role of circadian rhythms in cockroach locomotion behavior has already been demonstrated, with previous studies showing that cockroaches exhibit significantly enhanced locomotor activity during nocturnal phases (Simon et al., 2018; Satterly et al., 2023).

To further control for this factor, regardless of the specific time of day when the experiments were conducted, all sessions were performed under standardized low-light conditions. Illumination levels were consistently maintained below 30 lux, which ensured a stable visual environment and reduced the possibility of light-induced behavioral alterations.

This methodological choice was particularly relevant given that light intensity and photoperiod have been reported to influence locomotion patterns in cockroaches, at least in the species *Periplaneta americana* L. (Zhukovskaya et al., 2017). Consequently, the adopted design provided a robust framework for minimizing external temporal and environmental sources of variability, thus allowing a more reliable assessment of locomotor behavior under controlled experimental conditions.

From the constructed database, various parameters were derived to evaluate the locomotion of the test subjects under different temperature conditions. The primary and most fundamental parameters correspond to those employed in the system described by Erickson et al.. These parameters are velocity () and gyro ω () calculated using equations 1 and 2 (Erickson et.al, 2015).

$$v(t) = \sqrt{\dot{y}_1^2 + \dot{y}_2^2} \quad (1)$$

$$\omega(t) = \frac{x_1 + x_2}{2 \cdot R} \quad (2)$$

Where $\dot{y}_1^2$ and $\dot{y}_2^2$ are the first derivative of each movement plane obtained by the central difference method and R is the radius of the polystyrene sphere (which is 6cm for this case). The acceleration was obtained by calculating the velocity derivative using the central difference method according to equation 3.

$$\alpha(t) = \frac{v_{i+1} - v_{i-1}}{2 \cdot \Delta t} \quad (3)$$

The maximum velocity and acceleration were computed using the max() Python function, considering the absolute values of the velocity and acceleration. The average acceleration and velocity were obtained using equations 4 and 5, respectively.

$$v_{prom} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i \quad (4)$$

$$\alpha_{prom} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \alpha_i \quad (5)$$

The total trajectory was determined using the Pythagorean theorem, considering two planes of movement, as shown in equation 6.

$$d = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2 + (x_{2,i+1} - x_{2,i})^2 + (y_{2,i+1} - y_{2,i})^2} \quad (6)$$

Another parameter of interest was the detention percentage, which was defined as the proportion of time during which the cockroach exhibited any movement. This parameter was calculated using equation 7, where N denotes the length of the distance vector obtained from equation 6.

$$\%detention = \frac{1}{N} \sum \{ \begin{matrix} d_{i+1} - d_i > 0, 0=0 \\ d_{i+1} - d_i \leq 0, 0=1 \end{matrix} \} * 100\% \quad (7)$$

According to the previously described experimental design, a mixed-model approach was employed to evaluate the effects of temperature on the various locomotion parameters obtained. This statistical method was chosen because it enables the analysis of data in which the same subjects are assessed under different conditions (in this case, different temperature levels), thereby controlling for intra-individual variability and enhancing the statistical power and reliability of the findings.

After detecting significant overall differences, a post-hoc analysis with significance correction was performed to determine which specific pairs of thermal conditions exhibited statistically significant differences in the results. In this analysis, all variables derived from the processing of locomotion data, such as tortuosity, maximum velocity and acceleration, average velocity and acceleration, angular turn, total distance traveled, and percentage of time in detention, were considered dependent variables.

The results obtained from the statistical analysis were graphed as a heatmap with every parameter and comparison group. Box plots were also generated to graphically visualize the most relevant statistical information from each temperature group and parameter.

3.3 Results and discussion

As shown in Fig. 10, the average travel distance per temperature group was the highest at 30°C compared to the other temperatures. It is also noticeable that the average travel increases significantly between 18 and 30°C; beyond this interval, the travel begins to decrease, showing a less linear pattern.

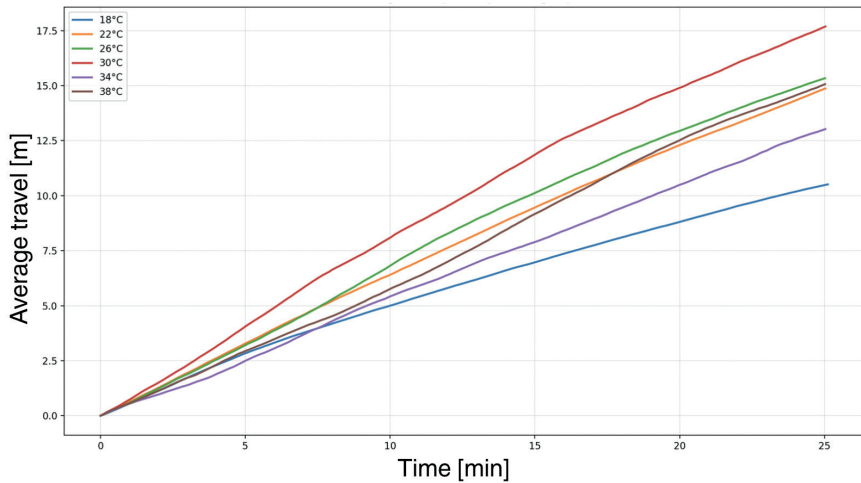


Fig. 10. Average group travel for each temperature.

From our results, the maximum velocity exhibited a more linear trend than the total travel, with the lowest value observed at 18°C and the highest at 38°C. There was a significant increase in the maximum velocity between 18 and 30°C, whereas the differences between 30 and 38°C were minimal. The same pattern is not observed for the average velocity, as a linear increase occurs only between 18°C and 26°C, whereas beyond 30°C, the average velocity decreases significantly.

The detention percentages shown in Fig. 11 indicate that the 18 and 22°C groups had the lowest stop times, whereas the 34 and 38°C groups exhibited the highest stop times. This suggests that lower temperatures promote more continuous and linear movement, whereas at higher temperatures, cockroaches are more likely to remain stationary.

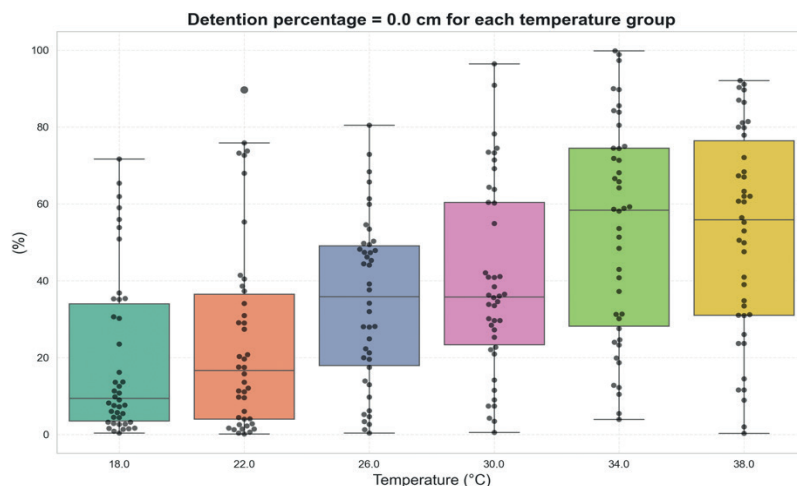


Fig. 11. Detention percentages for each temperature group.

The outcomes derived from the mixed-effects models are shown in Fig. 12. Panel (A) illustrates the estimated coefficients on a logarithmic scale, whereas panel (B) presents the corresponding p-values. This representation provides a comprehensive overview by simultaneously displaying the magnitude of the estimated effects and the statistical evidence supporting them.

The outcomes derived from the mixed-effects models are shown in Figs. 12 and 13. Fig. 12 illustrates the estimated coefficients on a logarithmic scale, whereas Fig. 13 presents the corresponding p-values. This representation provides a comprehensive overview by simultaneously displaying the magnitude of the estimated effects and the statistical evidence supporting them.

The coefficient distribution revealed that maximum acceleration, mean acceleration, maximum velocity, and explored area exhibited the most pronounced effect sizes, indicating that these locomotor parameters are particularly sensitive to thermal variation. The magnitude of these coefficients underscores the relevance of acceleration- and velocity-related measures as primary indicators of environmentally induced changes in locomotor performance.

Maximum acceleration, mean acceleration, maximum velocity, detention percentage, and giro were significantly associated with temperature groups. In contrast, travel approached the conventional significance threshold ($p < 0.05$) but remained near the boundary of the null hypothesis, suggesting a minimal effect of temperature. The average velocity, explored area, and tortuosity did not achieve statistical significance, implying that these metrics remained comparatively stable across thermal conditions and were less responsive to temperature-induced effects.



Fig. 12. Logarithmic scale coefficients obtained from mixed models.

After performing the mixed models, a post-hoc analysis was performed to determine the temperature effects on each parameter among the groups. The resulting p-values are visualized as a heatmap in Fig. 14. This analysis revealed that the most statistically significant parameters were maximum velocity (MaxV), maximum acceleration (MaxA), and detention percentage (Det.P). Other parameters, such as total travel, average velocity, and acceleration, were also significant, but only within the 18–30°C range. Notably, none of the parameters reached statistical significance at higher temperatures (30–34, 34–38, and 30–38°C), indicating a clear breakpoint at 30°C. Most of the significant differences were observed between low and high temperatures.

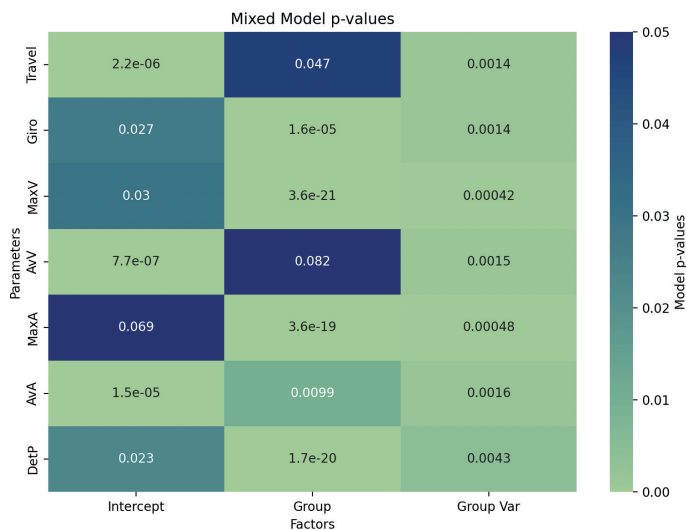


Fig. 13. P-values obtained for each parameter from mixed models.

Although maximum velocity and detention percentage appear to be the most statistically significant locomotion parameters, travel distance and acceleration also play a notable role in cockroach locomotion at temperatures below the suggested breakpoint of 30°C. This observation has important implications for the ectothermic hypothesis in *G. portentosa*, as it suggests that this species does not enhance locomotion at substantially high temperatures, contrary to previous reports. In fact, locomotion seems to be positively influenced only within the temperature range of 18–30°C; beyond this breakpoint, locomotion not only fails to improve but also declines in most parameters, including velocity, acceleration, and overall movement, as indicated by an increase in the detention percentage. One possible explanation for this pattern is analogous to that proposed for *Porcellio laevis*: cockroaches may experience discomfort or pain at temperatures above 30°C, leading to reduced locomotor activity. Alternatively, the opposite hypothesis could apply at higher temperatures; the cockroach may feel more comfortable, reducing its motivation to escape or move actively within the experimental setup.

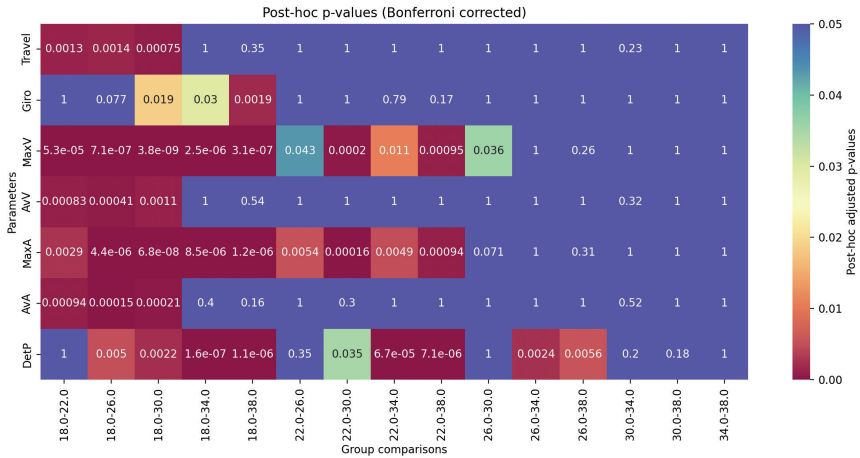


Fig. 14. P-value heatmap after mixed models and post-hoc analysis.

4. LIMITATIONS AND FURTHER WORK

Our results indicate that cockroach locomotion behavior does not entirely conform to the predictions of the ectothermic hypothesis. The precise mechanisms underlying the observed decrease in locomotion beyond 30°C remain unclear, and further research should aim to determine whether these effects are driven by psychological responses, physiological changes or unconsidered environmental variables. Additionally, the potential influences of population factors such as sex, body length, age, and nutritional status were not accounted for in this analysis and therefore remain unknown. Nevertheless, these population variables do not appear to exert a significant effect on cockroach locomotion; at least within the conditions tested, they seem insufficient to counteract the impact of temperature, suggesting that their influence on locomotor behavior is likely to be minimal.

Although our system is effective in controlling temperature and light conditions and tracking cockroach locomotion, it is limited in its ability to regulate other relevant parameters, such as noise, vibrations, and humidity. Therefore, future investigations should consider these factors and seek to enhance the proposed system to incorporate their control. Research on the potential influence of sound on this cockroach species is scarce, aside from studies on their characteristic hissing; however, external noise may still affect behavior by inducing alert responses. Humidity also appears to be an important factor in cockroach locomotion, although its influence does not seem as critical as that of light or temperature. However, future studies should examine whether this parameter exerts measurable effects. In contrast, vibrations are not expected to directly influence *G. portentosa* behavior but could interfere with the

motion-tracking system. Therefore, implementing stabilizers or isolation mechanisms is advisable to ensure that recorded signals accurately reflect cockroach movement rather than external mechanical disturbances.

Regarding the current literature, further developments are required in control interfaces, stimulation parameters and methods, as well as in the physiological and behavioral characterization of cockroaches, in order to achieve real-life applications of cyborg hissing cockroaches.

Among these areas, the control interfaces appear to be the most developed. However, they may also be the least significant at this stage, as their full potential will only be realized once the other fields reach a comparable level of maturity.

In contrast, stimulation methods represent the least developed area of research. Although considerable improvements have been made in the design of electronic backpacks for cockroaches, very limited progress has been made in refining the stimulation signals or methods. For example, only two studies identified effective stimulation parameters, and none incorporated DACs or other electronic components that could enhance the signal quality and precision.

Motion tracking can be considered the second most developed field, as there are already some proposals aimed at achieving standardized systems. Nevertheless, this study has some important limitations. Video-tracking approaches require very large experimental arenas, onboard IMU-based systems face challenges in energy efficiency, and optical mouse-based methods, such as those proposed by Erickson and implemented in our own system, still require improvements in terms of stability.

5. CONCLUSIONS

As highlighted in the current state of the art, the control of hissing cockroaches using stimulation signals and novel interfaces remains in the early developmental stage. In recent years, there have been no substantial advances in improving cockroach control, and the currently available approaches are insufficient for real-world applications. Moreover, certain research avenues, such as studies on hissing cockroach social interactions and physiological processes, have been largely neglected over time, with the most significant contributions dating back to several decades. More effort must be made to develop these fields before considering deploying cyborg cockroaches during SAR operations, as current advances only allow minimum control over cyborg cockroach locomotion, and the interfaces and power sources are still inefficient for real-time streaming, as they face many communication problems as well as short-time battery duration.

Our approach to investigating the effects of temperature on cockroach locomotion is only the first step in a long process of characterizing *G. portentosa*. This is perhaps the most important path to follow, as it is necessary to understand the most relevant parameters that affect locomotion and behavior to achieve efficient control, even under varying external conditions or with specimens with high behavioral variability.

Our results emphasize that temperature plays a decisive role in hissing cockroach locomotion. Therefore, future studies must ensure that this parameter is carefully controlled within the experimental conditions. This will help guarantee that the results obtained truly reflect the variables of interest rather than uncontrolled temperature effects.

Moreover, as environmental factors have been shown to significantly influence cockroach behavior, future research should also explore the impact of other variables, such as light, humidity, and noise. A comprehensive understanding of how these external conditions affect cockroach behavior and locomotion is essential, as controlling them may ultimately represent the most critical step in ensuring the reliability and consistency of experiments.

Additionally, the statistical analysis demonstrated that the ectothermic hypothesis regarding *G. portentosa* is not as previously assumed. Temperature has a positive effect on cockroach locomotion, but this effect appears to be restricted to the range of 18–30°C. Beyond this point, higher temperatures not only fail to enhance locomotion but also lead to a decline.

This distinctive response may explain the discrepancies observed in previous studies. Experimental procedures conducted at temperatures close to 30°C may have benefited from increased locomotor activity, whereas those performed at temperatures below approximately 26°C may have been negatively affected by reduced activity levels.

Therefore, future research on *G. portentosa* locomotion should incorporate more precise and comprehensive environmental controls, at least for studies specifically addressing locomotion, to ensure accurate and comparable results.

REFERENCES

Abram, P. K., Boivin, G., Moiroux, J., Brodeur, J. (2017). *Behavioral effects of temperature on ectothermic animals: unifying thermal physiology and behavioral plasticity*. Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society, 92(4), 1859–1876. <https://doi.org/10.1111/brv.12312>

Ariyanto, M., Refat, C. M. M., Hirao, K., Morishima, K. (2023). *Movement optimization for a cyborg cockroach in a bounded space incorporating machine learning*. *Cyborg and Bionic Systems*, 4, 0012. <https://doi.org/10.34133/cbsystems.0012>

Ariyanto, M., Refat, C. M. M., Yamamoto, K., Morishima, K. (2024). *Feedback control of automatic navigation for cyborg cockroach without external motion capture system*. *Heliyon*, 10(5), e26987. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26987>

Ariyanto, M., Refat, C. M. M., Zheng, X., Hirao, K., Wang, Y., & Morishima, K. (2022). Teleoperated Locomotion for Biobot between Japan and Bangladesh. *Computation*, 10(10), 179. <https://doi.org/10.3390/computation10100179>

Bozinovic, F., Sabat Opazo, P., Rezende, E. y Canals Lambarri, M. (2016). Temperature variability and thermal performance in ectotherms: acclimation, behaviour, and experimental considerations. Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/143018>

Chua, J., Fisher, N., Falcinelli, S., DeShazer, D., Friedlander, A. (2017). *The Madagascar Hissing Cockroach as an Alternative Non-mammalian Animal Model to Investigate Virulence*. Pathogenesis, and Drug Efficacy. *J. Vis. Exp.* (129), e56491, doi: <https://doi.org/10.3791/56491>

Clark, D., & Moore, A. (1995). Genetic aspects of communication during male-male competition in the Madagascar hissing cockroach: Honest signaling of size. *Heredity*, 75(2), 198–205. <https://doi.org/10.1038/hdy.1995.124>

Cole, J., Mohammadzadeh, F., Bollinger, C., Latif, T., Bozkurt, A., Lobaton, E. (2017). *A study on motion mode identification for cyborg roaches*. 2017 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2652–2656. <https://doi.org/10.1109/ICASSP.2017.7952637>

Erickson, J. C., Herrera, M., Bustamante, M., Shingiro, A., Bowen, T. (2015). *Effective stimulus parameters for directed locomotion in Madagascar hissing cockroach biobot*. PLOS ONE, 10(8), e0134348. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134348>

Hedrick, A. V., Hisada, M., & Mulloney, B. (2007). Tama-kugel: Hardware and software for measuring direction, distance, and velocity of locomotion by insects. *Journal of Neuroscience Methods*, 164(1), 86–92. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2007.04.004>

Heyborne, W. H., Fast, M., Goodding, D. D. (2012). The Madagascar hissing cockroach: A new model for learning insect anatomy. *The American Biology Teacher*, 74(3), 185–189. <https://doi.org/10.1525/abt.2012.74.3.11>

John, C. (2011). Anesthesia, Analgesia, and Euthanasia of Invertebrates, *ILAR Journal*, Volume 52, Issue 2, Pages 196–204, <https://doi.org/10.1093/ilar.52.2.196>

Kakei, Y., Katayama, S., Lee, S., & et al. (2022). Integration of body-mounted ultrasoft organic solar cell on cyborg insects with intact mobility. *npj Flexible Electronics*, 6, 78. <https://doi.org/10.1038/s41528-022-00207-2>

Khodabandeh, M., Shirani-Bidabadi, L., Madani, M., Zahraei-Ramazani, A. (2020). *Study on Periplaneta americana (Blattodea: Blattidae) Fungal Infections in Hospital Sewer System, Esfahan City, Iran, 2017*. Journal of Pathogens, 4296720, 8 pages, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/4296720>

Li, G., Zhang, D. (2016). Brain-computer interface controlled cyborg: Establishing a functional information transfer pathway from human brain to cockroach brain. *PLOS ONE*, 11(3), e0150667. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150667>

Liu, J., Wang, Y., Li, B., Ma, S. (2007). *Current research, key performances and future development of search and rescue robots*. Front. Mech. Eng. China 2, 404–416. <https://doi.org/10.1007/s11465-007-0070-2>

Liu, Z., Gu, Y., Yu, L., Yang, X., Ma, Z., Zhao, J., Gu, Y. (2024). Locomotion control of cyborg insects by charge-balanced biphasic electrical stimulation. *Cyborg and Bionic Systems*, 5, 0134. <https://doi.org/10.34133/cbsystems.0134>

Lott, G. K., Rosen, M. J., & Hoy, R. R. (2007). An inexpensive sub-millisecond system for walking measurements of small animals based on optical computer mouse technology. *Journal of Neuroscience Methods*, 161(1), 55–61. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2006.10.007>

Menasria, T., Moussa, F., El-Hamza, S., Tine, S., Megri, R., Chenchouni, H. (2014). *Bacterial load of German cockroach (Blattella germanica) found in hospital environment*. Pathogens and Global Health, 108(3), 141–147. <https://doi.org/10.1179/2047773214Y.0000000136>

Michelangeli, M., Goulet, C., Kang, H., Wong, B., & Chapple, D. (2017). *Integrating thermal physiology within a syndrome: Locomotion, personality and habitat selection in an ectotherm*. Funct Ecol. 32: 970–981. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13034>

Monahan, C., Bogan, J., LaDouceur, E. (2023). *Histological Findings in Captive Madagascar Hissing Cockroaches (Gromphadorhina portentosa) and a Literature Review*. Veterinary Pathology. 60(5):667-677. doi: <https://doi.org/10.1177/03009858231166659>

Mulder, P., & Shufan, A. (2016). *Madagascar hissing cockroaches: Information and care* (L-278). Technical report, Oklahoma Cooperative Extension Service, Oklahoma State University. <https://extension.okstate.edu/fact-sheets/madagascar-hissing-cockroaches-information-and-care.html>

Nelson, M. C. (1979). Sound production in the cockroach *Gromphadorhina portentosa*: The sound-producing apparatus. *Journal of Comparative Physiology*, 132(1), 27–38. <https://doi.org/10.1007/BF00617729>

Nelson, M. C., Fraser, J. (1980). Sound production in the cockroach *Gromphadorhina portentosa*: Evidence for communication by hissing. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 6(4), 305–314. <https://doi.org/10.1007/BF00292773>

Rasakatla, S., Tenma, W., Suzuki, T., Indurkha, B., Mizuuchi, I. (2022). CameraRoach: A WiFi- and camera-enabled cyborg cockroach for search and rescue. *Journal of Robotics and Mechatronics*, 34(1), 149–158. <https://doi.org/10.20965/jrm.2022.p0149>

Rasakatla, S., Tenma, W., Suzuki, T., Indurkha, B., Mizuuchi, I. (2022). CameraRoach: A WiFi- and camera-enabled cyborg cockroach for search and rescue. *Journal of Robotics and Mechatronics*, 34(1), 149–158. <https://doi.org/10.20965/jrm.2022.p0149>

Satterly A, Jones T. C., Moore D., Giulian J. W. (2023, April 25). Circadian rhythm of the black tiger hissing cockroach *Gromphadorhina grandidieri* [Poster presentation, Appalachian Student Research Forum]. East Tennessee State University. Poster #127.

Simon, M., Taber, J., Ruiz, R., & Ridenour, M. (2018). The relationship between the amount of light and activity level in Madagascar hissing cockroaches (*Gromphadorhina portentosa*). *Journal of Introductory Biology Investigations*, 8(1).

Stojnić, A. (2017). Only Cyborgs and Cockroaches. *Performance Research*, 22(2), 123–128. <https://doi.org/10.1080/13528165.2017.131599>

Whitmire, E., Latif, T., & Bozkurt, A. (2013). Kinect-based system for automated control of terrestrial insect biobots. *2013 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, 1470–1473. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2013.6609789>

Yoder, J., Glenn, B., Benoit, J., Zettler, L. (2008), *The giant Madagascar hissing-cockroach (Gromphadorhina portentosa) as a source of antagonistic moulds: concerns arising from its use in a public setting*. *Mycoses*. 51: 95-98. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0507.2007.01470.x>

Yu, L., Zhao, J., Song, Y., Ma, Z., Liu, Z., Liang, L., Xu, M., Wang, W., Yan, S. (2025). Cercus electric stimulation enables cockroach with trajectory control and spatial cognition training. *Cyborg and Bionic Systems*, 6, 0154. <https://doi.org/10.34133/cbsystems.0154>

Zhukovskaya, M., Novikova, E., Saari, P., & et al. (2017). Behavioral responses to visual overstimulation in the cockroach *Periplaneta americana* L. *Journal of Comparative Physiology A*, 203(12), 1007–1015. <https://doi.org/10.1007/s00359-017-1210-8>



C A P Í T U L O 7

LA DANZA COMO ESTRATEGIA PSICOTERAPÉUTICA EDUCATIVA DE SALUD MENTAL Y FÍSICA EN ESTUDIANTES DE BACHILLERATO

Michelle Hernández Sandoval

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Artes

Víctor Manuel Mila Avendaño

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Preparatoria Licenciado Benito Juárez García

Carmen Cerón Garnica

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Computación

Yolanda Moyao Martínez

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Computación

RESUMEN: La Danza Movimiento Terapia (DMT) se concibe como un modelo de intervención psicoterapéutica que integra cuerpo, mente y emoción, promoviendo el bienestar integral de las personas. En el ámbito educativo, la DMT representa una alternativa innovadora para fortalecer la salud mental y física de los estudiantes de bachillerato. Se desarrolló una investigación cuantitativa de tipo exploratorio con un diseño no experimental, de corte transversal y enfoque ex post facto. La intervención consistió en un taller de Danza Movimiento Terapia dirigido a estudiantes de nivel medio superior. Al finalizar, se aplicó el instrumento de medición de escala de likert para evaluar los efectos percibidos en variables relacionadas con la salud física y mental. Los resultados mostraron beneficios significativos en el bienestar mental y físico (4.14), lo que sugiere que la Danza Movimiento Terapia contribuye significativamente a la reducción del estrés, la relajación y el incremento de energía y vitalidad. Se concluye que la DMT es una herramienta eficaz para el manejo integral de la salud en contextos educativos, favoreciendo la autorregulación emocional y la conciencia corporal.

PALABRAS CLAVES: Formación artística, Salud, Bienestar, Nueva Escuela Mexicana

1. INTRODUCCION

En la actualidad, el ritmo de vida acelerado, el estrés académico y factores socioemocionales propios de la adolescencia incrementan el riesgo de trastornos que afectan la salud mental y física de los jóvenes. La escuela se ha convertido en un espacio donde estas problemáticas se manifiestan con mayor intensidad, generando altos niveles de ansiedad, depresión y desregulación emocional. Frente a ello, emergen alternativas terapéuticas que integran el movimiento corporal como vía de expresión y bienestar. Entre ellas, la Danza Movimiento Terapia (DMT) destaca por su enfoque holístico, al considerar la conexión constante entre cuerpo, mente y emoción. La danza y otras técnicas son usadas como terapias aplicadas al ámbito de la salud, como mejorar el rendimiento cardiopulmonar y prevenir otras enfermedades como la diabetes, digestivas, óseas psicológicas y emocionales (Lázara, 2010).

La adolescencia es una etapa crucial en el desarrollo humano, marcada por cambios físicos, emocionales y sociales significativos. Los estudiantes de bachillerato a menudo enfrentan desafíos relacionados con el estrés académico, las presiones sociales y la autoexploración. En este contexto, la danza emerge como un recurso terapéutico valioso, ofreciendo beneficios tanto para la salud mental como física de estos jóvenes (Marti et al., 2012; World Health Organization, 2003). La danza, en su esencia, es una forma de expresión que va más allá de las palabras. Al participar en la danza, los estudiantes tienen la oportunidad de liberar emociones reprimidas, reducir el estrés y mejorar su bienestar emocional. La expresión a través del movimiento proporciona una vía para la catarsis, permitiendo a los adolescentes canalizar sus sentimientos y comprenderse a sí mismos de manera más profunda.

En este sentido, la danza actúa como una válvula de escape emocional, ayudando a los estudiantes a manejar la ansiedad y la presión asociadas con sus estudios y las expectativas sociales. La propia Secretaría de Educación Pública (SEP) en la Nueva Escuela Mexicana (NEM) ha incluido en sus programas orientados a la vida saludable y al pensamiento crítico para ayudar al desarrollo de la salud emocional y física de los estudiantes (Secretaría de Educación Pública, 2025).

Además de sus beneficios emocionales, la danza también contribuye significativamente a la salud física de los estudiantes de bachillerato. En un momento en que la vida sedentaria y las preocupaciones sobre la imagen corporal son comunes, la danza fomenta la actividad física de una manera atractiva y divertida. El baile no solo mejora la resistencia cardiovascular y fortalece los músculos, sino que también promueve una postura saludable y la coordinación motora. Estos aspectos son esenciales para contrarrestar los efectos negativos del estilo de vida moderno y promover un cuerpo fuerte y equilibrado. Con base a lo anterior, el objetivo de este trabajo es analizar los beneficios de la Danza Movimiento Terapia (DMT) como

modelo de intervención terapéutica basada en un binomio de cuerpo y mente, revisando los aspectos favorables de la DMT y limitaciones en la aplicación en la educación de media superior en la Nueva Escuela Mexicana. La estructura del presente trabajo de investigación, en la siguiente sección se presenta una revisión de los trabajos relacionados. Posteriormente, en la siguiente sección se explica modelo de intervención psicoterapéutica de la Danza Movimiento Terapia (DMT) y los resultados obtenidos. Finalmente se presentan las conclusiones y trabajo a futuro.

2. PRELIMINARES

2.1 Fundamentos teóricos de la DMT en adolescentes

La danza como terapia también destaca la importancia de la conexión social. Participar en clases de baile o grupos coreográficos brinda a los estudiantes la oportunidad de construir relaciones significativas, fortalecer la confianza y fomentar un sentido de pertenencia. Estos elementos son cruciales para contrarrestar la soledad y la alienación que algunos adolescentes pueden experimentar, contribuyendo así a la mejora de su salud mental (Cohen & Zohar, 2023).

Adicionalmente, la danza promueve la autoaceptación y la autoestima. Al aprender a apreciar y utilizar sus cuerpos de manera positiva, los estudiantes pueden superar la presión social relacionada con la apariencia y desarrollar una imagen corporal más saludable. La danza fomenta el respeto hacia uno mismo y hacia los demás, creando un entorno en el que los estudiantes se sientan seguros para expresarse sin temor al juicio. Es por ello que surge la necesidad de reivindicar el papel que tiene el cuerpo en nuestras vidas y una urgencia de conexión total de nuestro ser; una de las vías es la Danza Movimiento Terapia (DMT), perteneciente al grupo de las terapias creativas que hace un uso terapéutico de la danza y el movimiento para restablecer la conexión mente-cuerpo del individuo.

La danza terapéutica es una disciplina que se ha desarrollado a lo largo del tiempo, fusionando la expresión artística del movimiento con los principios de la psicoterapia. Diversos autores han contribuido a conceptualizar y definir esta forma de terapia única, destacando sus aspectos emocionales, físicos y sociales. Marian Chace, pionera en el campo de la danza terapéutica, la describió como un medio para “expresar psicológicamente lo que no se puede expresar verbalmente” (Chace, 1988). Para Chace, la danza terapéutica era un proceso que permitía a las personas explorar y comunicar sus emociones y pensamientos a través del movimiento corporal. Schmais (1981), en su obra *The Principles and Practice of Dance/Movement Therapy*, subraya que la danza terapéutica es un proceso que utiliza el movimiento corporal para integrar aspectos emocionales, cognitivos y físicos de la persona. Destaca la

importancia de la auto-expresión y la exploración del movimiento como medio para la transformación y la curación. Daria Halprin (2003) enfatiza la conexión entre la mente y el cuerpo a través del movimiento. Para Halprin, la danza terapéutica es una forma de “psicoterapia somática” que reconoce la sabiduría inherente del cuerpo y utiliza el movimiento como un medio para la autoexploración y la autorregulación.

Aplicar la Danza Movimiento Terapia (DMT) en adolescentes implica tener en cuenta tanto los aspectos del desarrollo físico como los emocionales y psicológicos propios de esta etapa crucial. Aquí te presento algunas consideraciones y estrategias para aplicar la DMT de manera efectiva con adolescentes (Alvarez et al., 2010;):

1. **Evaluación inicial:** Antes de iniciar cualquier intervención, es crucial realizar una evaluación inicial. Entender las experiencias previas, las necesidades individuales y los desafíos específicos de cada adolescente es esencial. Esta evaluación puede incluir entrevistas, cuestionarios y observaciones iniciales.
2. **Fomentar la expresión creativa:** La DMT se centra en el movimiento y la expresión creativa. Proporciona un espacio seguro donde los adolescentes pueden explorar y expresar sus emociones de manera no verbal. Se deben utilizar actividades que fomenten la improvisación y la creatividad, permitiéndoles encontrar nuevas formas de expresarse (Gardner, 1987).
3. **Abordar temas específicos:** La DMT puede adaptarse para abordar temas específicos que los adolescentes enfrentan, como el estrés académico, la ansiedad, problemas de imagen corporal, relaciones interpersonales, entre otros. La terapeuta puede diseñar actividades que permitan a los adolescentes explorar estos temas de manera simbólica a través del movimiento.
4. **Promover la autoexploración y la conciencia corporal:** La DMT puede ayudar a los adolescentes a desarrollar una mayor conciencia de sus cuerpos y emociones. Actividades que fomenten la autoexploración, la conexión mente-cuerpo y la conciencia corporal pueden contribuir a un mayor entendimiento y aceptación de sí mismos.
5. **Incorporar la música y el ritmo:** La música y el ritmo son elementos fundamentales en la DMT. La selección cuidadosa de música puede influir en el estado de ánimo y la energía de la sesión. Utilizar ritmos y movimientos que resuenen con la experiencia adolescente puede hacer que la terapia sea más atractiva y significativa.
6. **Facilitar la comunicación interpersonal:** La DMT puede mejorar las habilidades de comunicación interpersonal. Actividades que involucren el movimiento conjunto y la interacción no verbal pueden fortalecer las habilidades sociales y la empatía entre los adolescentes.

7. Proporcionar un espacio seguro: La adolescencia es un período de cambio y autoexploración. Es crucial establecer un ambiente terapéutico seguro y de apoyo donde los adolescentes se sientan cómodos para expresarse sin juicio. La confidencialidad y el respeto son elementos clave.
8. Adaptabilidad y flexibilidad: La DMT debe ser adaptable a las necesidades cambiantes de los adolescentes. La flexibilidad en la planificación y la disposición para ajustar las intervenciones según las respuestas individuales son esenciales.
9. Integración con otras formas de terapia: En algunos casos, la DMT puede ser complementaria a otras formas de terapia, como la terapia cognitivo-conductual o la terapia verbal. La integración de enfoques puede ofrecer un enfoque más completo para abordar los desafíos específicos.

La Danza Movimiento Terapia puede ser un recurso valioso para trabajar con adolescentes, proporcionando un medio único para la autoexploración, la expresión emocional y el desarrollo personal. Al ajustar las intervenciones según las necesidades individuales, se puede aprovechar el poder del movimiento para promover la salud mental y emocional de los adolescentes (Luca &Tarricone, 2001).

3. METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y un alcance exploratorio, con el propósito de analizar los beneficios de la Danza Movimiento Terapia (DMT) como modelo de intervención terapéutica en estudiantes de nivel medio superior. Se empleó un diseño no experimental, de corte transversal y con enfoque ex post facto, dado que la medición de las variables se realizó una vez concluida la intervención, sin manipular deliberadamente las condiciones del entorno. se realizó una intervención educativa para lo cual se diseñó una secuencia didáctica y posteriormente se realizó un cuestionario sobre la practicidad de esta secuencia didáctica

La muestra estuvo conformada por estudiantes de bachillerato inscritos en una institución pública. La selección se realizó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando la disposición voluntaria de los participantes para integrarse al taller de DMT. El grupo participante estuvo compuesto por 30 estudiantes, con edades comprendidas entre 15-17 años, de ambos sexos.

3.1 Intervención: Taller de Danza Movimiento Terapia

La intervención consistió en la implementación de un taller de Danza Movimiento Terapia, diseñado con base en los principios de Marian Chace, Daria Halprin y la Asociación Americana de Danza Terapéutica (ADTA). El taller tuvo una duración de 12 semanas y se estructuró en tres fases:

1. Exploración corporal y conciencia del movimiento.
2. Expresión emocional y vinculación grupal.
3. Integración y autorreflexión sobre el bienestar.

Cada sesión incluyó actividades de movimiento libre, danza guiada, trabajo grupal y reflexión verbal, orientadas a favorecer la conexión cuerpo–mente–emoción y promover la autorregulación emocional (Zepeda et al.,2019) Ver Tabla 1.

Tabla 1. Secuencia Didáctica Danza Movimiento Terapia (DMT)

Elaboración de una secuencia didáctica con Danza Movimiento Terapia (DMT)	
Objetivo General	Promover el bienestar emocional y la autoexploración mediante la Danza Movimiento Terapia, utilizando el movimiento como medio para expresar y procesar emociones.
Introducción	1. Introducción (15 minutos): Bienvenida y creación de un ambiente seguro. Breve explicación sobre la Danza Movimiento Terapia y sus beneficios. Establecer normas de respeto y confidencialidad.
Actividades	2. Calentamiento y Conexión con el Cuerpo (20 minutos): Actividades de calentamiento suaves para preparar el cuerpo. Ejercicios de respiración consciente para conectar con las sensaciones corporales. Movimientos simples para fomentar la conciencia corporal 3. Expresión Emocional a Través del Movimiento (25 minutos): Actividad de “Danza Espontánea”: Permitir que los adolescentes se muevan libremente según sus emociones del momento. Utilizar música variada para explorar diferentes estados emocionales. Reflexión grupal después de la actividad para compartir impresiones voluntariamente. 4. Improvisación Guiada (20 minutos): Proporcionar directrices específicas para la improvisación (por ejemplo, expresar un desafío personal o una emoción específica). Fomentar la experimentación con diferentes estilos de movimiento. Compartir brevemente las experiencias en parejas o pequeños grupos. 5. Creación de Coreografía Grupal (30 minutos): Dividir a los adolescentes en grupos pequeños. Asignar temas o emociones para que cada grupo cree una breve coreografía. Práctica y ajuste de la coreografía en grupo. Presentación de las coreografías y discusión grupal
Integración y Cierre	Sesión de relajación y enfriamiento. (15 minutos): Círculo de cierre para compartir brevemente las experiencias y reflexiones finales. Recursos para continuar la autoexploración fuera de la sesión (puede incluir sugerencias de música, lecturas, o actividades relacionadas). Consideraciones Finales: Adaptabilidad: Ajustar las actividades según la respuesta y las necesidades del grupo. Observación: Estar atento a las expresiones y emociones de los adolescentes durante la sesión. Flexibilidad: Ser flexible en el enfoque y permitir que los adolescentes guíen en cierta medida la dirección de la sesión. Evaluación: Recopilar retroalimentación al final de cada sesión para ajustar futuras actividades.

Asi tambien se aplicó la Rúbrica de evaluación, Ver Tabla 2.

Tabla 2. Rúbrica de evaluación Danza Movimiento Terapia (DMT)

Criterio	5 (Excelente)	4 (Bueno)	3 (Aceptable)	2 (Limitado)	1 (Insuficiente)
1. Participación activa	Participa activamente durante toda la sesión, muestra entusiasmo y compromiso.	Participa la mayor parte del tiempo, demuestra interés y disposición.	Participa de manera intermitente, muestra cierto nivel de compromiso.	Participa con poca frecuencia, evidencia falta de interés.	Participación mínima o nula durante la sesión.
2. Expresión emocional	Expresa emociones claramente a través del movimiento, muestra una conexión profunda con su estado emocional.	Expresa emociones de manera efectiva, evidencia conexión emocional con las actividades.	Expresa algunas emociones, pero podría ser más evidente, muestra cierta desconexión emocional.	Muestra poca expresión emocional, evidencia desconexión con las actividades.	No evidencia expresión emocional durante la sesión.
3. Creatividad en el movimiento	Demuestra creatividad excepcional en el movimiento, experimenta con diferentes estilos y expresiones.	Muestra creatividad, experimenta con el movimiento de manera variada y original.	Evidencia cierta creatividad, pero podría explorar más la expresión.	Muestra poca creatividad, sigue patrones preestablecidos.	Falta total de creatividad en el movimiento.
4. Respeto hacia los demás	Demuestra respeto constante hacia los compañeros y sus límites personales.	Muestra respeto la mayoría del tiempo, ocasionalmente necesita recordatorios.	Respeta los límites personales de manera ocasional, requiere recordatorios.	Muestra falta de respeto hacia los demás en varias ocasiones.	No muestra respeto hacia los demás durante la sesión.
5. Integración de retroalimentación	Aprovecha la retroalimentación para mejorar su participación y expresión.	Acepta y utiliza la retroalimentación de manera constructiva.	Acepta la retroalimentación, pero tiene dificultad para aplicar cambios.	Muestra resistencia a la retroalimentación, no realiza cambios significativos.	Ignora o rechaza la retroalimentación ofrecida.

La rúbrica se adaptó al programa de Danza Movimiento Terapia y las características del grupo de adolescentes. Evaluando habilidades técnicas, y tambien la capacidad de los adolescentes para explorar y expresar sus emociones de manera auténtica y respetuosa (Mangrulkar et al., 2001)

El instrumento para la aplicación Cuestionario de Evaluación Mente-Cuerpo en Danza Movimiento Terapiaa través de la Danza Movimiento Terapia en Adolescentes que se aplicó a los 30 estudiantes se observa en la Tabla 3.

Tabla 3. Cuestionario de Evaluación Mente-Cuerpo en Danza Movimiento Terapia

Sección	Pregunta / Ítem	Opciones de respuesta
Datos Personales	Edad:	_____
	Género:	Femenino Masculino Otro: _____
	¿Cuánto tiempo has estado participando en sesiones de Danza Movimiento Terapia?	Menos de 1 mes 1-3 meses 4-6 meses Más de 6 meses
Experiencia Emocional	a. ¿Cómo describirías tu experiencia emocional durante las sesiones de Danza Movimiento Terapia?	Muy positiva Positiva Neutral Negativa Muy negativa
	b. ¿Puedes identificar algún cambio en tu estado emocional después de participar en las sesiones de DMT?	Respuesta abierta
Expresión Emocional	a. ¿Cómo sientes que la DMT ha ayudado en tu capacidad para expresar tus emociones?	Mejóro significativamente Mejóro No hubo cambios Empeoró Empeoró significativamente
	b. ¿Hay alguna emoción específica que te resulte más fácil expresar a través del movimiento?	Respuesta abierta
Manejo de Estrés y Ansiedad	a. ¿Has notado algún cambio en tu nivel de estrés o ansiedad después de participar en sesiones de DMT?	Disminuyó significativamente Disminuyó Sin cambios Aumentó Aumentó significativamente
	b. ¿Puedes identificar alguna técnica de movimiento o actividad específica que encuentres útil para reducir el estrés?	Respuesta abierta
Conexión Cuerpo-Mente	a. ¿Cómo sientes que la DMT ha influido en tu conciencia corporal y conexión mente-cuerpo?	Mejóro significativamente Mejóro No hubo cambios Empeoró Empeoró significativamente
	b. ¿Hay alguna actividad o ejercicio que sientas que te ha ayudado especialmente a conectarte con tu cuerpo?	Respuesta abierta
Creatividad y Autoexpresión	a. ¿De qué manera la DMT ha influido en tu creatividad y capacidad para expresarte de manera única?	Mejóro significativamente Mejóro No hubo cambios Empeoró Empeoró significativamente
	b. ¿Hay alguna actividad específica que encuentres particularmente estimulante para tu creatividad?	Respuesta abierta
Satisfacción General	a. En una escala del 1 al 10, ¿cómo calificarías tu satisfacción general con las sesiones de Danza Movimiento Terapia?	Escala del 1 (Muy insatisfecho) al 10 (Muy satisfecho)
Comentarios Adicionales	¿Hay algún comentario adicional que te gustaría compartir sobre tus experiencias con la Danza Movimiento Terapia?	Respuesta abierta

4. RESULTADOS

Al aplicar los instrumentos, se realizó el procesamiento de la información, y se obtuvo el análisis estadístico por dimensión, como se observa en la Tabla 4.

Tabla 4. Resultados del Cuestionario por dimensiones

Dimensión	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Conciencia corporal	3.92	0.44	3	5
Autorregulación emocional	4.01	0.47	3	5
Conexión mente-cuerpo	4.07	0.43	3.3	5
Bienestar mental y físico	4.14	0.52	3	5
Autoexpresión y creatividad	4.02	0.44	3.3	5
Promedio global	4.032	0.46	3.12	5

Los hallazgos demuestran un promedio global de 4.032 indica un nivel alto de bienestar y conexión mente-cuerpo entre los adolescentes participantes.

La dimensión con mayor puntuación fue Bienestar mental y físico (4.14), lo que sugiere que la Danza Movimiento Terapia contribuye significativamente a la reducción del estrés, la relajación y el incremento de energía y vitalidad.

La dimensión de Conexión mente-cuerpo (4.07) y la Autoexpresión y creatividad (4.02) también mostraron valores elevados, reflejando una integración positiva entre pensamiento, emoción y movimiento. Las dimensiones de Conciencia corporal (3.89) y Autorregulación emocional (3.96) requieren trabajar para mejorar. En general los estudiantes incrementaron su autoconocimiento físico y emocional.

La baja desviación estándar ($\sigma = 0.4$) revela una consistencia en las respuestas, indicando que la mayoría de los estudiantes experimentaron beneficios similares mediante la técnica de la Danza Movimiento Terapia, como se observa en la Figura 1.

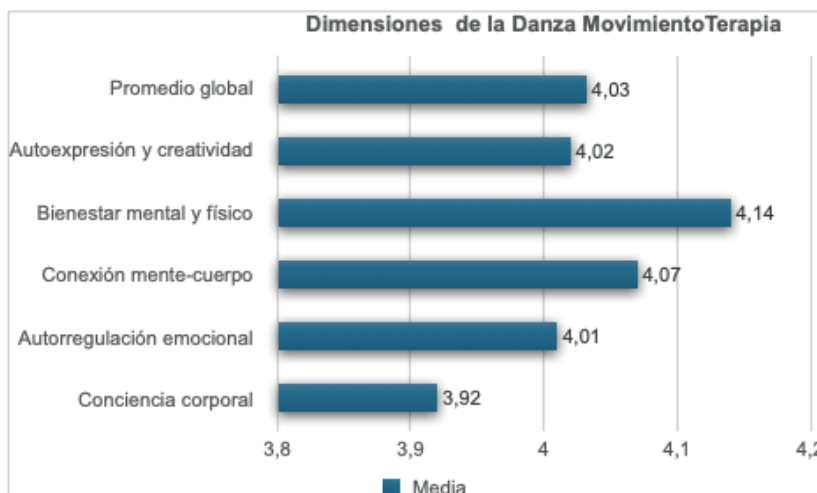


Fig. 1. Resultados de las Dimensiones de DMT

Los estudiantes consideran que la danza permite mejorar su bienestar mental y físico lo cual conlleva a trabajar talleres más enfocados a atender problemas de estrés de los estudiantes.

La técnica DMT confirma que genera autoexpresión y desarrolla la creatividad en los estudiantes logrando una mayor cognición y aprendizaje al conectar su mente y cuerpo durante la intervención educativa.

5. CONCLUSIONES

La danza terapéutica es un enfoque terapéutico que reconoce y utiliza el movimiento corporal como medio para la autoexploración, la expresión emocional y la mejora de la salud mental y física. Estos diversos enfoques de diferentes autores resaltan la riqueza y la complejidad de esta disciplina, que busca integrar el cuerpo y la mente en el proceso de curación y crecimiento personal.

La Danza Movimiento Terapia es una forma especializada de terapia que reconoce y utiliza el movimiento y la danza como herramientas terapéuticas. Los diversos enfoques de estos autores subrayan la naturaleza holística de la DMT, que busca integrar el cuerpo, la mente y las emociones en el proceso de curación y autoexploración. Esta modalidad terapéutica ofrece un enfoque único y poderoso para abordar una variedad de desafíos emocionales y psicológicos a través del movimiento expresivo y consciente.

Los resultados confirman que la Danza Movimiento Terapia (DMT) es una herramienta eficaz para fortalecer el equilibrio mente-cuerpo, favorecer la autorregulación emocional y mejorar el bienestar integral en adolescentes. El uso de la DMT dentro del contexto educativo puede considerarse una estrategia complementaria para promover la salud mental, la autoexpresión creativa y la conciencia corporal.

REFERENCIAS

Álvarez, V., Herrejón, V., Morelos, M. & Rubio, M. (2010). Trabajo por proyectos: aprendizaje con sentido. *Revista Iberoamericana de Educación*, 52(5), 1-13.

Chace, M. (1988). *Dance/Movement Therapy: A Healing Art* (F. J. Levy, Ed.). American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance.

Cohen, R., & Zohar, N. (2023). Benefits of an online group dance program for adolescents' social bonding and wellbeing. *Journal of Adolescence*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1002/jado>.

Halprin, D. (2003). *The Expressive Body in Life, Art, and Therapy: Working with Movement, Metaphor, and Meaning*. Jessica Kingsley Publishers. Schmais, C. (1981). *The Principles and Practice of Dance/Movement Therapy*. American Dance Therapy Association.

Gardner, H. (1987) *La Teoría de las Inteligencias Múltiples*. Fondo de Cultura

Luca, J., & Tarricone, P. (2001). Does emotional intelligence affect successful teamwork? In Kennedy, G., Keppell, M. McNaught, C. & Petrovic, T. (Eds.), *Meeting at the Crossroads. Proceedings of the 18th Annual Conference of the Australian Society for Computers in Learning in Tertiary Education*. 365-376

Mangrulkar, L., Whitman, C. V. & Posner, M. (2001). *Enfoque de habilidades para la vida para un desarrollo saludable de niños y adolescentes*. Organización Panamericana de Salud. <https://convivencia.files.wordpress.com/2008/11/habilidades2001oms65p.pdf>

Martí, J., Heydrich, M. Rojas, M. & Hernández, A. (2012) Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158), 11-21. <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/743>

Secretaría de Educación Pública (2025, 23 de abril). *Programa construye T*. Acciones y Programas, Subsecretaría de Educación Media Superior. <https://www.gob.mx/sep/acciones-y-programas/programa-construye-t-4598#:~:text=Estos%20elementos%20contribuyen%20a%20promover,y%20a%20empoderar%20a%20nuestros%20j%C3%B3venes>.

World Health Organization (2003). Skills for Health. Recuperado de: http://www.who.int/school_youth_health/media/en/sch_skills4health_03.pdf

Zepeda, E., Cardoso, E., & Cortés, Alhelí. (2019). El aprendizaje orientado en proyectos para el desarrollo de habilidades blandas en el nivel medio superior del IPN. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10(19). <https://doi.org/10.23913/ride.v10i19.530>



C A P Í T U L O 8

BIENESTAR PSICOLÓGICO Y RECHAZO DE PRÓTESIS

Denisse América Uscanga Talpan
Universidad de las Américas Puebla

Gerardo Ulises Díaz Arango
Universidad Veracruzana

RESUMEN: La pérdida o amputación de una extremidad constituye una condición que impacta de manera significativa la calidad de vida de las personas. Entre las alternativas disponibles para mitigar sus efectos, las prótesis se han consolidado como una de las opciones más utilizadas, al facilitar el proceso de rehabilitación funcional. Sin embargo, dicho proceso se enfrenta a elevados índices de abandono, lo que plantea un reto tanto clínico como social. En este trabajo se presenta una revisión sistemática de 21 artículos científicos cuyo eje central es el análisis del bienestar psicológico y los factores asociados al rechazo de las prótesis. El estudio de estos aspectos resulta fundamental para estimar con mayor precisión las tasas de abandono y, a su vez, identificar las principales causas que originan este fenómeno.

PALABRAS CLAVE: Amputación, Prótesis, Abandono, Retroalimentación sensorial, Rehabilitación.

1. INTRODUCCIÓN

La amputación de extremidades es una condición que afecta a millones de personas en todo el mundo, generando importantes desafíos tanto para la rehabilitación como para la calidad de vida de los pacientes. Se estimó que, para el año 2017, aproximadamente 57.7 millones de personas vivían con amputaciones traumáticas no fatales a nivel global. De este total, la distribución muestra que la mayoría de los casos corresponden a amputaciones unilaterales de extremidad inferior, con cerca de 28.9 millones de personas afectadas, lo que representa casi la mitad de los casos reportados. En segundo lugar, se encuentran las amputaciones unilaterales de extremidad superior, que afectan a aproximadamente 11.3 millones

de personas. Las amputaciones bilaterales son menos comunes, pero también representan un porcentaje importante: alrededor de 11.0 millones de personas viven con amputación bilateral de extremidad superior, mientras que 6.4 millones presentan amputación bilateral de extremidad inferior. Esta distribución refleja la diversidad y complejidad de las amputaciones a nivel mundial, así como la necesidad de enfoques personalizados para la rehabilitación y el soporte funcional de cada paciente (McDonald et al., 2021).

Dada la alta prevalencia y diversidad de amputaciones a nivel mundial, resulta importante contar con soluciones que permitan recuperar la funcionalidad y calidad de vida de las personas. En este contexto, las prótesis representan dispositivos médicos de gran utilidad, diseñados para reemplazar parcial o totalmente una extremidad perdida. Su eficacia no depende únicamente de la tecnología empleada, sino también de su correcta adaptación al tipo de amputación y a las necesidades individuales de cada usuario. Para cumplir con estas expectativas, las prótesis deben ser funcionales, seguras y capaces de integrarse de manera efectiva en la vida cotidiana del paciente, proporcionando apoyo integral y favoreciendo la independencia en las actividades diarias (Brack y Amalu, 2021).

1.1 Prótesis Pasivas

Los dispositivos protésicos pasivos (Figura 1) se emplean principalmente cuando la apariencia física y la comodidad son la prioridad (Brack y Amalu, 2021). Estos dispositivos, aunque presentan limitaciones funcionales, siguen siendo populares debido a su bajo costo y apariencia estética (Brack y Amalu, 2021). Aproximadamente uno de cada tres amputados utiliza este tipo de prótesis en alguna medida (Maat et al., 2017). De manera general, se recomiendan a pacientes que han pasado recientemente por una amputación, antes de avanzar hacia el uso de prótesis activas (Brack y Amalu, 2021).



Fig.1. Componentes de dispositivo protésico pasiva de brazo (Brack y Amalu, 2021).

1.2 Prótesis Activas

Una prótesis activa es un dispositivo protésico que puede generar movimiento o fuerza por sí misma, utilizando fuentes de energía externas, como motores eléctricos o sistemas mecánicos. Esto le permite realizar funciones como mover una mano, un codo o una muñeca de manera controlada, ya sea mediante señales musculares (prótesis mioeléctricas) o mediante mecanismos accionados por el cuerpo (Brack y Amalu, 2021).

1.3 Dispositivos accionados por el cuerpo (BPD)

Una prótesis accionada por el cuerpo se controla mediante los movimientos del cuerpo del usuario, generalmente a través de un sistema de arnés y cables que transmite la fuerza corporal hacia la prótesis para activar su función. Un ejemplo son las prótesis de miembro superior accionadas por el cuerpo, las cuales se controlan mediante un arnés conectado por un cable al hombro sano, esta incluye un encaje, una muñeca, un cable de control, un arnés y un dispositivo terminal (como una mano o un gancho) (Brack y Amalu, 2021), lo cual es mostrado en la Figura 2.

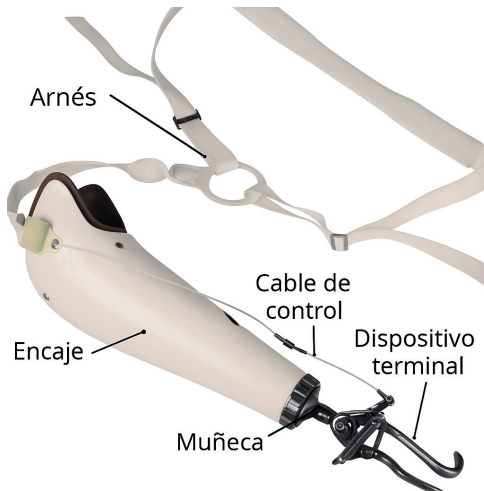


Fig.2. Prótesis de miembro superior accionadas por el cuerpo (Hussain et al, 2019).

Las prótesis accionadas por el cuerpo ofrecen ventajas importantes como su bajo costo, alta durabilidad y practicidad, especialmente al usar ganchos, que resultan útiles para tareas exigentes y ambientes adversos, ya que no dependen de baterías ni componentes electrónicos. Además, permiten un control intuitivo y proporcionan retroalimentación de fuerza mediante la tensión del cable. En EE. UU., su costo ronda los 10,000 USD, significativamente menor que el de las prótesis mioeléctricas, que pueden oscilar entre 20,000 y 100,000 USD (Brack y Amalu, 2021).

1.4 Prótesis Mioeléctrica

Las células excitables, como las neuronas y fibras musculares, poseen la capacidad de generar y conducir potenciales eléctricos debido a su actividad electroquímica, manteniendo un potencial de reposo entre -40 y -90 mV mediante la distribución de iones a través de la membrana (Webster, 2020). La unidad motora, compuesta por una motoneurona y las fibras musculares que inerva, representa la unidad funcional del control de la contracción muscular; su tamaño y cantidad determinan la precisión o fuerza del movimiento (Guzmán y Méndez, 2018).

La señal electromiográfica (Figura 3) registra la actividad eléctrica del músculo esquelético durante los procesos de despolarización y repolarización, iniciados por la liberación de acetilcolina y el movimiento de iones como Na^+ y K^+ . La EMG de superficie permite monitorear en tiempo real la activación muscular, evaluando su funcionamiento mediante la diferencia de potencial detectada por electrodos colocados sobre el músculo (Guzmán y Méndez, 2018).

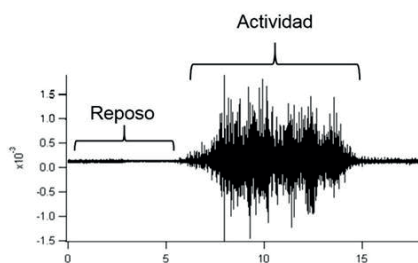


Fig.3. Actividad de señal EMG en reposo y contracción muscular (Guzmán y Méndez, 2018).

Las prótesis mioeléctricas de extremidad superior (Figura 4) funcionan mediante el uso de motores eléctricos alimentados por una fuente de energía externa. El movimiento de la articulación se controla a través de la actividad muscular del miembro residual. Las señales electromiográficas (EMG) del muñón se detectan mediante electrodos superficiales, se amplifican y luego son procesadas por un controlador que activa los motores alimentados por batería para mover la mano, la muñeca o el codo (Brack y Amalu, 2021).

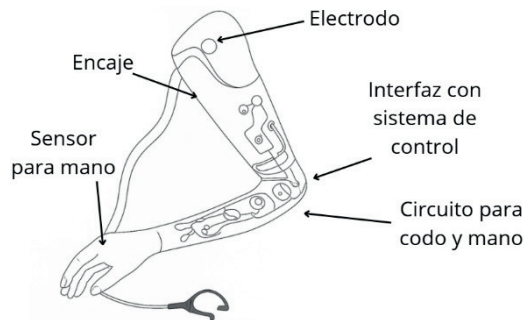


Fig.4. Diagrama de prótesis mioeléctrica de brazo (Paul, 2015).

La prótesis mioeléctrica ofrece una fuerza de agarre considerablemente superior a la de una prótesis accionada por el cuerpo, alcanzando su máximo rendimiento con solo contracciones musculares mínimas. No obstante, su elevado costo constituye una barrera importante para muchos usuarios, especialmente en países sin sistemas de salud accesibles (Brack y Amalu, 2021). En Estados Unidos, una prótesis mioeléctrica avanzada con un dispositivo terminal funcional puede costar alrededor de 75,000 USD (Ku et al., 2019), lo que limita su disponibilidad para personas de bajos ingresos. Además, estos dispositivos requieren recarga diaria, son susceptibles a daños por agua o suciedad, y sus costos de mantenimiento y reparación suelen ser mayores en comparación con otras opciones protésicas (Uellendahl, 2017).

1.5 Prótesis Híbridas

Una prótesis híbrida de extremidad superior combina componentes mioeléctricos y accionados por el cuerpo para construir un dispositivo funcional que incorpora los beneficios de ambos tipos. A nivel transradial, los diseños híbridos no se utilizan comúnmente debido a la limitada disponibilidad de dispositivos con la tecnología adecuada (Uellendahl, 2017). Sin embargo, en Europa se ha tenido un éxito significativo durante más de 25 años con prótesis transhumerales que utilizan un codo accionado por cable (alimentado por el cuerpo) junto con control mioeléctrico del bíceps (para cerrar) y del tríceps (para abrir). Algunos controles híbridos permiten el control secuencial simultáneo del codo y la mano protésicos, pero el uso del arnés puede ser incómodo y exigente, especialmente en niveles transhumerales cortos, donde el usuario puede no tener la fuerza suficiente para operar el codo (Brack y Amalu, 2021).

1.6 Prótesis de interfaz cerebro-computadora (BCI)

Una interfaz cerebro-máquina (BMI, por sus siglas en inglés) es un vínculo entre la mente y el mundo físico, en el cual la información puede fluir y permitir que ambos interactúen a través de un dispositivo externo (Vidal et al., 2016). Una BCI utiliza los ritmos del electroencefalograma (EEG) registrados mediante electrodos colocados en el cuero cabelludo y los traduce al dispositivo externo (Yahud y Abu Osman, 2006). La aplicación de la BCI es útil para personas con discapacidades motoras severas. Los principios detrás de las prótesis modernas con interfaz cerebro-máquina implican extraer señales de control motor de grupos de neuronas y traducir esas señales en control motriz de un dispositivo, afinando ese control mediante diferentes fuentes de retroalimentación y la asistencia de algoritmos computacionales (Vidal et al., 2016).

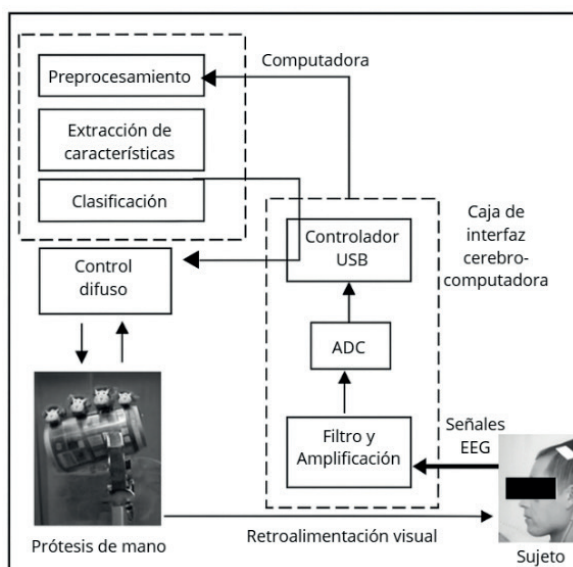


Fig.5. Diagrama de bloques del sistema de control de una prótesis de mano mediante una interfaz cerebro-computadora (Yahud y Abu Osman, 2006).

Es posible establecer el funcionamiento de este tipo de prótesis teniendo como ejemplo el diagrama de la Figura 5, el cual muestra el funcionamiento de una prótesis de mano controlada mediante una interfaz cerebro-computadora (BCI). El sistema inicia con la adquisición de señales cerebrales del sujeto a través de un dispositivo de electroencefalografía (EEG). Dichas señales son amplificadas y filtradas en la unidad BCI para eliminar el ruido y resaltar la información relevante. Posteriormente, se realiza la conversión de las señales analógicas a formato digital

mediante un conversor analógico-digital (ADC), y los datos resultantes se transmiten a una computadora mediante un controlador USB. En la computadora, las señales EEG son sometidas a un proceso de preprocesamiento, extracción de características y clasificación, con el objetivo de identificar la intención motora del usuario. Esta información clasificada se envía a un controlador difuso (fuzzy controller), que traduce la intención detectada en comandos precisos para el control de la prótesis (Yahud y Abu Osman, 2006).

Los apartados siguientes se describen a continuación. En la sección 2 se presentan los criterios y estrategias de búsqueda utilizadas para la revisión de literatura, incluyendo las bases de datos consultadas, las palabras clave, el periodo de publicación considerado, y se explica la clasificación de los artículos, la cual se ilustra en la Figura 6. La sección 3 organiza y analiza los hallazgos extraídos de los artículos seleccionados, mostrando los resultados obtenidos en cada categoría. Finalmente, el análisis de resultados y las conclusiones se presentan en la sección 4.

2. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Para la elaboración de este capítulo, se llevó a cabo una búsqueda sistemática de literatura científica en diversas bases de datos académicas, utilizando palabras clave como: *prótesis*, *psicología*, *rechazo*, *adaptación*, *abandono* y *rehabilitación*. Se incluyeron artículos publicados entre 1990 y 2025, centrados en prótesis de miembros superiores e inferiores, así como estudios que abordan factores psicológicos y sociales relacionados con el abandono de prótesis y propuestas para mitigar este fenómeno. Tras la revisión inicial de títulos y resúmenes, se seleccionaron 21 publicaciones consideradas relevantes. Los datos extraídos fueron analizados y organizados en categorías, lo cual se ilustra en la Figura 6.

3. HALLAZGOS Y ANÁLISIS DE LA LITERATURA

En esta sección se sintetizan y analizan los principales hallazgos reportados en la literatura respecto a los factores que influyen en la aceptación o, por el contrario, en el abandono del uso de miembros artificiales. El objetivo es ofrecer una visión estructurada que permita comprender, en primera instancia, las causas que conducen a tasas de rechazo elevadas y, posteriormente, revisar las propuestas orientadas a mitigar este fenómeno.

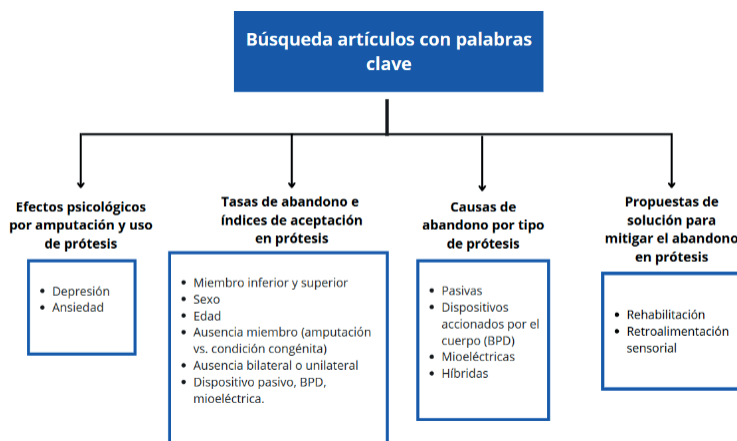


Fig.6. Diagrama de clasificación de artículos seleccionados.

3.1 Tasas de rechazo de prótesis e índices de aceptación

La Tabla 1 resume diferentes estudios que han explorado las razones de rechazo de prótesis de miembro superior en diversos países y poblaciones. De manera consistente, el peso de la prótesis aparece como un factor central en casi todos los tipos (pasiva, body-powered y mioeléctrica. Asimismo, problemas relacionados con el control, la durabilidad y la incomodidad de los arneses destacan en los dispositivos body-powered y mioeléctricos, mientras que las prótesis pasivas suelen asociarse con una falta de funcionalidad o efectos secundarios como sudoración y daño a la ropa.

Tabla 1. Resumen de estudios sobre tipo de prótesis, población, y razones de rechazo en diferentes países.

Tipo de estudio	Tipo de prótesis	Razones de rechazo	Población	País
(Kejlaa, 1993): Encuesta transversal	Pasiva, body-powered, mioeléctrica	Pasiva: peso, temperatura, daño a la ropa. Body-powered: peso, correas incómodas, estética. Mioeléctrica: tiempo de respuesta, control, fallas del sistema	66 personas (edad promedio = 45 años, rango 4–83, 14 mujeres, 52 hombres) con amputación de miembro superior	Dinamarca
(Silcox et al., 1993): Estudio de encuesta transversal	Mioeléctrica	Peso, uso lento, poca durabilidad.	44 personas (edad promedio = 38 años, 8 mujeres, 36 hombres) con amputación de miembro superior con uso ≥ 2 años	Estados Unidos

(Biddiss et al., 2007): Estudio transversal	Pasiva, body-powered, mioeléctrica	Pasiva: peso, sudoración, baja durabilidad. Body-powered: peso, incomodidad del arnés, sudoración. Mioeléctrica: peso, falta de retroalimentación sensorial, mala destreza	242 personas (edad promedio = 30 ± 11 años; 118 mujeres, 124 hombres) con amputación de miembro superior	Canadá
(McFarland et al., 2010): Estudio transversal mediante encuesta	Pasiva, body-powered, mioeléctrica	Pasiva: falta de funcionalidad. Body-powered: peso, dolor, malestar, mala adaptación. Mioeléctrica: peso, dolor, difícil de controlar, no duradera.	97 veteranos con amputación unilateral (edad media = 45 ± 4 años)	Estados Unidos
(Resnik et al., 2019): Estudio nacional transversal mediante encuesta	Body-powered, híbridas, mioeléctricas	Peso, mala adaptación, malestar, falta de funcionalidad, uso complejo, estética, baja durabilidad.	808 veteranos (edad media = 63.3 ± 14.1 años; 776 unilaterales, 32 bilaterales; 21 mujeres, 787 hombres). Uso ≥ 8 h/día fue reportado por 52 % y 76 % respectivamente.	Estados Unidos
(Smail et al., 2020): Revisión sistemática (scoping review)	Body-powered, pasivas, híbridas, mioeléctricas, no especificadas	Peso, temperatura, sudoración, dificultad de control, falta de retroalimentación sensorial.	Revisión de 123 artículos sobre abandono de prótesis de miembro superior	Internacional
(Einfeldt et al., 2023): Estudio de campo longitudinal (4 semanas)	Mioeléctrica (I-LIMB Quantum)	Problemas técnicos (batería, sensores), aprendizaje limitado, dificultad para incorporar a la vida diaria	6 adultos con amputación unilateral de miembro superior, usuarios nuevos de prótesis mioeléctrica	Alemania
(Olaya-Mira et al., 2025): Estudio cualitativo	Mioeléctrica, body-powered	Peso, incomodidad del arnés, dificultad en el uso prolongado, percepción estética y social.	15 personas con amputación de miembro superior, 5 clínicos, 3 cuidadores	Nigeria

La Tabla 2 sintetiza investigaciones que analizan los factores asociados a la aceptación y al abandono de prótesis tanto de miembro superior como inferior. Se observa que las tasas de rechazo son mayores en prótesis de miembro superior (23–53%) en comparación con las de miembro inferior (6–13%), lo que refleja la dificultad de suplir funciones finas y de motricidad en la extremidad superior. Factores demográficos también juegan un papel relevante: la edad influye en la aceptación, siendo los jóvenes entre 10 y 35 años quienes muestran mayores tasas de rechazo, mientras que niños pequeños y adultos mayores presentan menores porcentajes. Por otra parte, el sexo aparece como una variable importante, con

estudios que reportan tasas más altas de abandono en mujeres, especialmente por razones estéticas. Otra variable destacada es la causa de la ausencia del miembro, ya que los niños con condición congénita tienden a usar la prótesis más tiempo al día que aquellos con amputación adquirida, posiblemente por una adaptación más temprana. De igual manera, el tipo de ausencia (unilateral vs bilateral) influye en la aceptación de uso, debido a que las personas con amputación bilateral muestran un uso significativamente mayor (75%) frente a los casos unilaterales (28%). Por último, respecto al tipo de dispositivo, se reporta que las prótesis mioeléctricas presentan tasas de rechazo cercanas al 40%, mientras que las pasivas y body-powered superan el 50%.

Tabla 2. Resumen de estudios sobre aceptación y abandono de prótesis según su clasificación, país y hallazgos principales.

Clasificación	Diseño del estudio	Población	País	Tipo de Prótesis	Hallazgos
Miembro superior e inferior	(Egermann et al., 2009): Estudio retrospectivo; (Biddiss and Chau, 2007): Revisión sistemática; (Akarsu et al., 2013): Estudio transversal	(Egermann et al., 2009): 41 niños; (Biddiss and Chau, 2007): 242 personas; (Akarsu et al., 2013): 30 personas	Alemania, Canadá, Turquía	Miembro superior e inferior	Tasas de abandono: miembro superior 23–26 %; miembro inferior 6–13 %
Sexo	(Resnik et al., 2020): Encuesta transversal	21 mujeres (63.5 ± 14.1 años), 755 hombres (54.5 ± 9.6 años)	Estados Unidos	Miembro inferior	76.5 % mujeres y 52.3 % hombres abandonaron la prótesis
Edad	(Biddiss and Chau, 2008): Cuestionario transversal	191 personas (64 niños 11 ± 5 años, 127 adultos 42 ± 15 años)	Canadá	Miembro Superior	Tasas de rechazo más altas entre 10–35 años (10–35 %); menores de 4 años y mayores de 36 años
Ausencia de miembro (Amputación vs Condición congénita)	(Korkmaz et al., 2012): Estudio longitudinal (6 meses)	40 niños (20 congénita, 20 adquirida)	Turquía	Miembro Superior	Uso en congénita: 8 h/día; Uso en adquirida: 4–8 h/día
Ausencia bilateral o unilateral	(Biddiss and Chau, 2007): Revisión sistemática por encuesta	242 personas con amputación congénita o adquirida	Canadá	Miembro Superior	Uso: bilateral 75 %, unilateral 28 %

Dispositivo pasivo, mioeléctrico y accionado por el cuerpo	(Biddiss and Chau, 2007): Revisión sistemática	242 individuos (N mujeres = 118, N hombres = 124, edad media = 30)	Canadá	Miembro Superior	Tasas de rechazo: 39 % para manos mioeléctricas, 53 % para manos pasivas y 50 % para ganchos de accionamiento corporal
Edad, Sexo, Miembro superior e inferior	(Piscitelli et al., 2021): Revisión narrativa	Nueve estudios revisados con poblaciones diversas: niños, adultos, hombres y mujeres	Internacional	Miembro superior e inferior	Mujeres rechazaron más por estética; menor abandono en niños que usaron prótesis antes de los 2 años; amputación alta influyó en miembro superior.

Por otra parte, la Tabla 3 presenta las principales causas de abandono de prótesis identificadas en un estudio cualitativo realizado en España referencia. A diferencia de los estudios cuantitativos resumidos en otras secciones, aquí se resaltan de manera más profunda las barreras subjetivas y contextuales que enfrentan las personas usuarias. El dolor ya sea residual, fantasma o directamente provocado por el dispositivo, aparece como un factor determinante. Otro aspecto relevante es la funcionalidad limitada, que restringe la realización de actividades cotidianas, lo cual reduce la percepción de utilidad práctica del dispositivo. Asimismo, los factores psicológicos y sociales (como problemas de autoestima, percepción negativa de la imagen corporal o la ausencia de apoyo social y familiar) influyen de forma significativa en la decisión de abandonar la prótesis, mostrando que la dimensión emocional es tan importante como la física. Este estudio también señala la importancia del proceso de rehabilitación, donde la falta de personal capacitado o programas adecuados constituye una barrera directa para la adaptación y el uso prolongado. De igual forma, el apoyo insuficiente del sistema de salud, especialmente en el ámbito de la atención primaria, contribuye a que las personas se sientan desatendidas y sin acompañamiento en su proceso de rehabilitación.

Tabla 3. Principales causas de abandono de prótesis bajo un estudio cualitativo de tipo fenomenológico en España durante el 2019 (Valencia García, 2022).

Categoría	Descripción
Dolor y efectos físicos	La presencia de dolor residual o dolor fantasma asociado al miembro amputado, así como el dolor provocado directamente por el uso de la prótesis y la necesidad de medicación continua.
Funcionalidad	Restricción de actividades cotidianas a causa de la prótesis.
Aspectos psicológicos y sociales	Problemas de autoestima, imagen corporal, falta de apoyo familiar o social
Proceso de rehabilitación deficiente	Deficiencias en el tratamiento específico para la adaptación a la prótesis, como la falta de personal capacitado, programas de rehabilitación inadecuados o interrupciones en el proceso.
Apoyo insuficiente del sistema	Falta de seguimiento, orientación y acompañamiento por parte del sistema de salud, especialmente en niveles como la Atención Primaria.

La Tabla 4 compila estudios que abordan los efectos psicológicos asociados a la amputación y al uso de prótesis, mostrando que las consecuencias emocionales y psiquiátricas son altamente prevalentes en esta población. En el estudio realizado en Estados Unidos, más de dos tercios de los pacientes con amputación traumática presentaron al menos un trastorno psiquiátrico, con predominio de depresión mayor, trastorno de estrés postraumático (PTSD) y ansiedad, lo que resalta la necesidad de un abordaje integral que no se limite al aspecto físico de la rehabilitación.

Por su parte, el estudio desarrollado en Pakistán muestra una alta prevalencia de depresión (47%) y ansiedad (36%) en personas con amputación de miembro inferior. Un hallazgo relevante es la correlación negativa entre el uso de prótesis y la gravedad de los síntomas psicológicos, lo que sugiere que el uso regular del dispositivo puede tener un efecto protector frente al deterioro de la salud mental. Además, se observa un mayor impacto en mujeres y personas desempleadas, lo que refuerza la influencia de los factores sociales y de género en la adaptación emocional al proceso de amputación.

Tabla 4. Resumen de estudios sobre efectos psicológicos asociados a la amputación y uso de prótesis.

Diseño del estudio	Población	País	Tipo de Prótesis	Efectos psicológicos
(Shue et al., 2021): Estudio transversal	46 pacientes con amputación traumática de extremidad superior	Estados Unidos	Miembro superior	67.4% presentó al menos un trastorno psiquiátrico: depresión mayor (n=14), PTSD (n=11), trastorno por adaptación (n=11), ansiedad (n=6), pánico (n=2)

(Khan et al., 2023): Estudio transversal con cuestionarios estandarizados (PHQ-9 y GAD-7)	186 personas con amputación (66.1% hombres, edad media = 41.7 años)	Pakistán	Miembro inferior	Alta prevalencia de depresión (47%) y ansiedad (36%); correlación negativa entre uso de prótesis y gravedad de síntomas, mayor impacto en mujeres y desempleados.
---	---	----------	------------------	---

3.2 Propuestas para la mitigación en la tasa de abandono de prótesis

Ante las elevadas tasas de abandono de prótesis reportadas, se han desarrollado diversas propuestas con el objetivo de disminuir su rechazo por parte de los usuarios. Una de ellas es la implementación de una retroalimentación sensorial, la cual se refiere a la provisión de sensaciones físicas al usuario que le permiten percibir información sobre el estado y funcionamiento de su prótesis, como la fuerza de agarre o la posición del miembro artificial (Jabban et al., 2022).

Este tipo de retroalimentación busca imitar las sensaciones naturales perdidas tras la amputación, y ha demostrado ser beneficiosa al mejorar el control de la prótesis, reducir el dolor del miembro fantasma y favorecer una mayor integración de la prótesis al cuerpo. Para lograrlo, se emplean distintos estímulos como vibraciones, cambios de temperatura o impulsos eléctricos, que transmiten información de manera intuitiva al usuario, permitiéndole interactuar con el entorno de forma más precisa y eficiente.

Así mismo, otra implementación ha sido la de la rehabilitación con videojuegos para prótesis mioeléctricas (EMG) es una estrategia terapéutica que utiliza entornos interactivos y lúdicos para entrenar a las personas amputadas en el control de su prótesis. Mediante sensores electromiográficos que registran la actividad muscular del muñón, los usuarios pueden interactuar con videojuegos diseñados para responder a sus señales musculares. Esta modalidad ha demostrado ser eficaz para mejorar la motivación, la participación activa y la adherencia al tratamiento, al convertir la rehabilitación en una experiencia más atractiva y personalizada (Hashim et al., 2021).

En la Tabla 5 se muestran los resultados obtenidos bajo la implementación de propuestas para la mitigación en el abandono de prótesis.

Tabla 5. Resumen de estudios sobre retroalimentación sensorial y rehabilitación en personas con prótesis.

Propuesta	Diseño del estudio	Población	Resultados	País
Retroalimentación sensorial	Encuesta en línea (análisis cuantitativo y descriptivo), entrevistas virtuales (análisis temático reflexivo) y triangulación de datos.	(Jabban et al., 2022): 37 adultos con diferencias en extremidades superiores en encuesta y 15 en entrevistas (usuarios y no usuarios de prótesis).	La retroalimentación sensorial es altamente valorada si aporta más beneficios que inconvenientes. Se destaca el aumento de confianza como beneficio principal, con preferencia por múltiples puntos sensoriales, no solo en las yemas.	Reino Unido
Rehabilitación con videojuegos (intervención EMG)	Estudio experimental con entrenamiento de 10 sesiones (1 h/semana por 4 semanas), usando videojuegos controlados por EMG; evaluaciones pre, post y seguimiento.	(Hashim et al., 2021): 5 personas con amputación transradial y 5 personas sanas como grupo control.	Aumento en fuerza muscular, coordinación y desempeño motor ($r = 0.95$, p	Malasia
Rehabilitación con videojuegos (revisión crítica)	Revisión narrativa sobre serious games para rehabilitación mioeléctrica; compara juegos motivacionales vs. simuladores funcionales.	(Garske et al., 2021): Revisión de estudios previos (sin muestra directa).	Los simuladores funcionales son más efectivos para transferir habilidades a la prótesis. Se recomienda priorizar tareas clínicas funcionales e incluir a terapeutas en el diseño.	Alemania
Retroalimentación somatosensorial	Estudio experimental (pre y post) de dos semanas con prótesis SAF para amputados transtibiales.	(Dietrich et al., 2018): 14 personas con amputación transtibial unilateral traumática (edad promedio 56.3 ± 11.6 años), todas con dolor fantasma.	72% reportó menor intensidad de dolor fantasma y 40% menor frecuencia. Mejoró la estabilidad, el control postural y el manejo de terrenos irregulares. Se incrementó la precisión al manipular objetos y la percepción de control. 9 de 14 preferirían seguir usando el sistema.	Alemania

4. CONCLUSIONES

Los hallazgos recopilados en las tablas muestran que el abandono de prótesis responde a una combinación de factores físicos, funcionales, psicológicos y sociales. Entre los principales destacan el dolor residual o fantasma, la incomodidad en el uso prolongado, el peso y la falta de retroalimentación sensorial, así como la insatisfacción estética. También influyen variables demográficas, donde las mujeres y los jóvenes presentan mayores tasas de rechazo, mientras que la adherencia mejora en usuarios bilaterales o en quienes inician la rehabilitación a edades tempranas. A esto se suma la carencia de apoyo psicosocial y de programas de rehabilitación adecuados, lo que limita la adaptación y uso prolongado de las prótesis.

Las investigaciones revisadas presentan limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, muchos estudios se basan en muestras pequeñas o en contextos geográficos específicos, lo que restringe la generalización de los hallazgos. Además, predominan los diseños transversales y cualitativos, que permiten identificar percepciones y barreras, pero no establecen relaciones causales sólidas ni seguimiento a largo plazo. Otro aspecto es la escasa inclusión de poblaciones diversas en términos de nivel socioeconómico, acceso a servicios de salud y tipo de amputación, lo que deja vacíos importantes en la comprensión global del fenómeno.

Futuras investigaciones deberían enfocarse en integrar metodologías mixtas y cohortes más amplias para analizar de forma integral los factores que influyen en el rechazo o la aceptación de las prótesis. Resulta especialmente relevante explorar el impacto de nuevas tecnologías, como la retroalimentación sensorial y los sistemas de control avanzados, en la reducción de abandono y en la mejora de la calidad de vida de los usuarios. Asimismo, es necesario evaluar de manera más sistemática el papel de la rehabilitación temprana, el apoyo psicosocial y las políticas públicas, con el fin de generar estrategias de intervención que promuevan un uso más equitativo, funcional y sostenible de las prótesis.

REFERENCIAS

Akarsu, S., Tekin, L., Safaz, I., Goktepe, A. S., y Yazicioglu, K. (2013). "Quality of life and functionality after lower limb amputations: comparison between uni- vs. bilateral amputee patients", *Prosthetics and Orthotics International*, 37. doi: <https://doi.org/10.1177/0309364612452077>

Biddiss, E., Beaton, D., y Chau, T. (2007). Consumer design priorities for upper limb prosthetics. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 2(6), 346–357.

Biddiss, E., y Chau, T. (2007). "Upper-limb prosthesis use and abandonment: a survey of

the last 25 years", *Prosthetics and Orthotics International*, 31(3), 236-257. doi: <https://doi.org/10.1080/03093640600994581>

Biddiss, E., y Chau, T. (2008). "Multivariate prediction of upper limb prosthesis acceptance or rejection", *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 3(4), 181-192. doi: <https://doi.org/10.1080/17483100802001519>

Brack, R., y Amalu, E. H. (2021). "A review of technology, materials and R&D challenges of upper limb prosthesis for improved user suitability", *Journal of Orthopaedics*, 23. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2021.01.015>

Dietrich, C., Nehrdich, S., Seifert, S., Blume, K. R., Miltner, W. H. R., Hofmann, G. O., y Weiss, T. (2018). "Leg Prosthesis With Somatosensory Feedback Reduces Phantom Limb Pain and Increases Functionality", *Frontiers in Neurology*, 9, 270. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5932153/>

Egermann, M., Kasten, P., y Thomsen, M. (2009). "Myoelectric hand prostheses in very young children", *International Orthopaedics*, 33. <https://doi.org/10.1007/s00264-008-0643-0>

Einfeldt, A.-K., Rebmann, F., Yao, D., Stukenborg-Colsmann, C., Hurschler, C., Windhagen, H., y Jakubowitz, E. (2023). What do users and their aiding professionals want from future devices in upper limb prosthetics? A focus group study. *PLOS ONE*. <https://research-ebsco-com.udlap.idm.oclc.org/c/4envev/search/details/tqlv657kxr?limiters=FT1%3AY&q=prosthesis%20or%20artificial%20limb%20or%20prosthetic%20or%20prosthetics%20or%20prosthetic%20limb%20#Au>

Garske, C. A., Dyson, M., Dupan, S., y Nazarpour, K. (2021). "Perception of Game-Based Rehabilitation in Upper Limb Prosthetic Training: Survey of Users and Researchers", *JMIR Serious Games*, 9. <https://doi.org/10.2196/23710>

Guzmán, E., y Méndez, G. (2018). Electromiografía en las ciencias de la rehabilitación. *Salud*, 34(3). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-55522018000300753

Hashim, N. A., Abd Razak, N. A., Gholizadeh, H., y Abu Osman, N. A. (2021). "Video Game-Based Rehabilitation Approach for Individuals Who Have Undergone Upper Limb Amputation: Case-Control Study", *JMIR Serious Games*, 9. <https://doi.org/10.2196/17017>

Hussain, S., Shams, S., y Jawaid Khan, S. (2019). "Impact of Medical Advancement: Prostheses". *Computer Architecture in Industrial, Biomechanical and Biomedical Engineering*.

Jabban, L., Metcalfe, B. W., Raines, J., Zhang, D., y Ainsworth, B. (2022). "Experience of adults with upper-limb difference and their views on sensory feedback for prostheses: A mixed methods

study", *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 19. <https://doi.org/10.1186/s12984-022-01054-y>

Kejlja, G. H. (1993). Consumer concerns and the functional value of prostheses to upper limb amputees. *Prosthetics and Orthotics International*.

Khan, A. B., Shoaib, R. M., Khattak, U. K., Ali, A., Qadeer, A. A., Kant, S. B., y Abbasi, M. M. J. (2023). "Association of level of amputation and use of prosthesis with depression: A multi-centered study", *Pakistan Journal of Public Health*. <https://research-ebsc>

<com.udlap.idm.oclc.org/c/4envev/viewer/pdf/6xm32vo3gf>

Korkmaz, M., Erbahçeci, F., Ulger, O., y Topuz, S. (2012). "Evaluation of functionality in acquired and congenital upper extremity child amputees", *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 46. <https://doi.org/10.3944/aott.2012.2631>

Ku, I., Lee, G., Park, C., Lee, J., y Jeong, E. (2019). Clinical outcomes of a low-cost single-channel myoelectric-interface three-dimensional hand prosthesis. *Archives of Plastic Surgery*, 46.

McDonald, C. L., Westcott-McCoy, S., Weaver, M. R., Haagsma, J., y Kartin, D. (2021). "Global prevalence of traumatic non-fatal limb amputation", *Prosthetics and Orthotics International*, 45. https://journals.lww.com/poijournal/abstract/2021/04000/global_prevalence_of_traumatic_non_fatal_limb.4.aspx

McFarland, L. V., Winkler, S. L. H., Heinemann, A. W., y otros (2010). Unilateral upper-limb loss: satisfaction and prosthetic device use in veterans and servicemembers from Vietnam and OIF/OEF conflicts. *Journal of Rehabilitation Research and Development*.

Olaya-Mira, N., Gómez-Hernández, L. M., Vilorio-Barragán, C., y Soto-Cardona, I. C. (2025). Methods to assess lower limb prosthetic adaptation: A systematic review. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*. <https://research-ebsco-com.udlap.idm.oclc.org/c/4envev/viewer/html/saagttt6vn>

Paul, M. M. (2015). Sensory feedback system for prosthetic arms. University of Salford. https://www.researchgate.net/publication/289148931_Sensory_feedback_system_for_prosthetic_arms

Piscitelli, D., Beghi, M., Bigoni, M., Diotti, S., Perin, C., Peroni, F., Turati, M., Zanchi, N., Mazzucchelli, M., y Cornaggia, C. M. (2021). "Prosthesis rejection in individuals with limb amputation: a narrative review with respect to rehabilitation", *Rivista di Psichiatria*. <https://doi.org/10.1708/3654.36344>

Resnik, L., Ekerholm, S., Borgia, M., y otros (2019). A national study of Veterans with major upper limb amputation: survey methods, participants, and summary findings. PLoS ONE.

Resnik, L. J., Borgia, M. L., y Clark, M. A. (2020). "A national survey of prosthesis use in veterans with major upper limb amputation: comparisons by gender", PM&R, 12. <https://doi.org/10.1002/pmrj.12222>

Shue, S., Wu-Fienberg, Y., y Chepla, K. J. (2021). "Psychiatric Disease after Isolated Traumatic Upper Extremity Amputation", Journal of Hand and Microsurgery. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1701156>

Silcox, D. H., Rooks, M. D., Vogel, R. R., y otros (1993). Myoelectric prostheses. A long-term follow-up and a study of the use of alternate prostheses. Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume.

Smail, L., Neal, C., Wilkins, C., y Packham, T. (2020). Comfort and function remain key factors in upper limb prosthetic abandonment: Findings of a scoping review. Disability and Rehabilitation: Assistive Technology.

Uellendahl, J. (2017). Myoelectric versus body-powered upper-limb prostheses. Journal of Prosthetics and Orthotics, 29.

Valencia García, H. (2022). "Experiencia de adaptación de las personas amputadas: La relación entre la prótesis y el bienestar psicológico", NURE Investigación: Revista Científica de Enfermería, 118. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=847844>

Vidal, G. W., Rynes, M. L., Kelliher, Z., y Goodwin, S. J. (2016). Review of Brain-Machine Interfaces Used in Neural Prosthetics with New Perspective on Somatosensory Feedback through Method of Signal Breakdown. Scientifica (Cairo). <https://doi.org/10.1155/2016/8956432>

Webster, J. (2020). Medical instrumentation: Application and design. Wiley. ISBN 9781119457312

Yahud, S., y Abu Osman, N. A. (2006). Prosthetic Hand for the Brain-computer Interface System. 3rd Kuala Lumpur International Conference on Biomedical Engineering 2006, 15. Springer Nature.



C A P Í T U L O 9

ANÁLISIS COMPARATIVO PARA LA SELECCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DESIGN THINKING Y MÉTODO DE DOBLE DIAMANTE EN PROYECTOS EMPRESARIALES

Ángeles Anahí Ramírez

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Computación

Mariano Larios-Gómez

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ciencias de la Computación

RESUMEN: Este proyecto de investigación tuvo como objetivo la comparativa de dos de los marcos metodológicos más utilizados en la investigación de Experiencia Centrada en el Usuario (UX): Design Thinking y el Método del Doble Diamante. Se propusieron dos casos de estudio de proyectos funcionales. Por una parte, para la aplicación de la metodología Design thinking se eligió el Rediseño de un sitio web, y para la ejemplificación del Método de Doble Diamante un proyecto de Banca Digital. En ambos casos se buscó entender y analizar las fases de cada metodología, identificar sus ventajas, desventajas y limitaciones en base a los resultados de cada proyecto y determinar qué marco resultó más efectivo en contextos específicos con el fin de ofrecer un enfoque complementario en la innovación digital en proyectos de software empresariales.

PALABRAS CLAVE: Design Thinking, Doble Diamante, Diseño centrado en el usuario.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, muchas empresas y equipos de trabajo enfrentan dificultades al seleccionar la metodología de diseño más adecuada para el desarrollo de proyectos digitales. La creciente demanda de aplicaciones y servicios con tiempos de respuesta inmediatos y experiencias de usuario óptimas ha convertido en un aspecto crítico tanto la elección de un marco metodológico como la calidad de los productos o servicios entregados (Norman, 2013).

En este contexto, el Diseño Centrado en el Usuario (DCU) se establece como el fundamento metodológico de esta investigación, al promover un proceso enfocado en las necesidades, expectativas y comportamientos de los usuarios finales (ISO

9241-210, 2019). Este enfoque no solo garantiza productos más usables y eficientes, sino que también genera valor estratégico para las organizaciones, al alinear los objetivos del negocio con la satisfacción del usuario (Abrás, Maloney-Krichmar & Preece, 2004; Norman & Draper, 1986).

Este estudio no busca orientar el éxito de un producto o servicio únicamente hacia la experiencia del usuario, sino integrar metodologías fundamentadas que exploran la investigación hacia el espacio del problema. De esta manera, se pretende aportar claridad, consistencia y calidad a los proyectos digitales, conciliando las necesidades de los usuarios con los objetivos estratégicos de las organizaciones.

La elección de Design Thinking (DT) y el Doble Diamante (DD) como marcos metodológicos para esta investigación se sustenta en su relevancia, aplicabilidad y reconocimiento en el ámbito del diseño de experiencias digitales. Si bien existen múltiples frameworks centrados en el usuario como, Lean UX o Agile UX, **DT y DD** se distinguen por ofrecer enfoques complementarios que integran tanto la dimensión creativa e iterativa como la claridad estructural en los procesos de diseño. Esta combinación resulta estratégica para el análisis comparativo, dado que permite explorar las ventajas y limitaciones de dos aproximaciones con amplia adopción en entornos corporativos y de innovación (Norman & Draper, 1986).

La literatura revisada sobre el Design Thinking y el Modelo del Doble Diamante evidencia tanto sus diferencias conceptuales como sus puntos de convergencia, ofreciendo una visión amplia de cómo estas metodologías contribuyen a la innovación y al diseño centrado en el usuario. Diversos autores coinciden en que el Design Thinking se caracteriza por su naturaleza flexible e iterativa, orientada a comprender profundamente al usuario y a generar soluciones que respondan a necesidades reales (Brusa, s.f.; Foolproof, 2020; Medium, 2021). Su enfoque privilegia la empatía, la creatividad y la experimentación como motores para replantear problemas y construir experiencias significativas. En contraste, el modelo del Doble Diamante, desarrollado por el Design Council del Reino Unido, ofrece una estructura más definida y sistemática, basada en fases divergentes y convergentes. Es decir, descubrir, definir, desarrollar y entregar (The Fountain Institute, 2024; TeaCup Lab, 2023; UNIR Ecuador, 2024). Esta metodología ha demostrado ser especialmente útil para organizar procesos de innovación, ya que permite explorar problemas de manera amplia antes de concretar soluciones, reduciendo así riesgos de implementación. Autores como Gammaux (2020), MJV Innovation (2020) y UX247 (2023) destacan su aplicabilidad en entornos empresariales y de experiencia de usuario, subrayando la importancia de la investigación inicial como base para obtener resultados efectivos y sostenibles.

Los estudios comparativos resaltan que mientras el Design Thinking profundiza en las dimensiones emocionales y comportamentales del usuario, el Doble Diamante sitúa el problema dentro de un marco macro y contextual, incluyendo tendencias,

mercado y sistemas (Infinitia Research, 2021; Revista Perspectivas, 2019). En este sentido, ambos modelos no deben considerarse excluyentes, sino complementarios. Autores como Levitt (2021), Richy (2019) y Sampe Design (2019) proponen la integración de marcos de trabajo híbridos que combinen la estructura del Doble Diamante con la flexibilidad del Design Thinking y la agilidad de metodologías como Lean UX.

Finalmente, el Design Council (s.f.) ha planteado una versión evolucionada del Doble Diamante que amplía sus aplicaciones más allá del diseño de productos o servicios, reforzando la necesidad de la colaboración interdisciplinaria y la iteración continua. Estas adaptaciones reflejan la evolución natural de los marcos metodológicos frente a las demandas contemporáneas de innovación (Maze, 2024).

Como se ha señalado a lo largo de este capítulo, existen diversas líneas abiertas de investigación que motivaron este estudio. A partir de ellas, se planteó el objetivo de analizar comparativamente el Design Thinking y el Modelo del Doble Diamante, con el fin de comprender cómo ambos ofrecen aportes significativos a los procesos de diseño e innovación.

1.1 Conceptos Generales: Diseño centrado en el usuario DCU.

El Diseño Centrado en el Usuario (DCU) constituye el principio fundamental de esta investigación, al orientar los procesos de diseño hacia las necesidades, motivaciones y experiencias de las personas (ISO 9241-210, 2019). De este enfoque derivan metodologías como Design Thinking y el Modelo del Doble Diamante, que, aunque difieren en estructura y aplicación, comparten el propósito de generar soluciones relevantes y efectivas mediante una comprensión profunda del usuario y su contexto.

El DCU tiene sus orígenes en la psicología cognitiva y la ergonomía de mediados del siglo XX. Durante la Segunda Guerra Mundial surgió el interés por estudiar la interacción entre humanos y máquinas, lo que impulsó la creación de la *Ergonomics Research Society en 1949*. Desde entonces, disciplinas como la antropometría, la ergonomía y la biomecánica han contribuido al diseño de productos adaptados al ser humano, sentando las bases para la experiencia de usuario moderna (Norman, 1988; Abras, Maloney-Krichmar & Preece, 2004).

1.2 El Diseño centrado en el usuario (DCU) y su enfoque hacia gestión de proyectos empresariales.

Con el tiempo, el DCU ha integrado y refinado métodos cuyo propósito central es comprender a los usuarios en términos de sus necesidades, comportamientos, limitaciones y características. Esta comprensión constituye la base para desarrollar soluciones más funcionales y usables, donde la experiencia del usuario es considerada un eje de valor como se explica en (ISO 9241-210, 2019).

En el ámbito empresarial, la aplicación del DCU exige una adaptación a los objetivos estratégicos de cada organización. Esto implica trasladar la teoría a escenarios prácticos mediante metodologías flexibles, que respondan a la rapidez de los procesos de ideación y al énfasis en la usabilidad (This is service design doing, 2014). El diseño, en este contexto, no puede limitarse únicamente al desarrollo de productos digitales o físicos; debe involucrar a empleados, equipos operativos y capas organizacionales que participan en los proyectos, dado que la creación de valor es transversal a toda la estructura empresarial.

Mientras que los modelos de negocio tradicionales suelen priorizar objetivos comerciales, técnicos y operativos con el propósito de “hacer lo mejor”, frecuentemente pasan por alto la dimensión de la experiencia del consumidor. El DCU, en contraste, propone un cambio de enfoque en el que las experiencias de los usuarios se colocan como eje fundamental, integrando beneficios tanto para los clientes como para la empresa, contribuyendo a la sostenibilidad e innovación en los procesos (Norman, 2013).

1.3 Metodología Design Thinking

El Design Thinking (DT) se ha consolidado como una de las metodologías de innovación más influyentes en los ámbitos empresarial, educativo y tecnológico. Hoy en día es reconocida a nivel mundial como una de las aproximaciones más efectivas para abordar problemas complejos de manera humana y holística. El *Design Thinking* se estructura en cinco fases iterativas: empatizar, definir, idear, prototipar y testear, las cuales permiten comprender profundamente las necesidades de los usuarios, redefinir los problemas y generar soluciones innovadoras que pueden ser implementadas y evaluadas de forma ágil. (Brown, 2009; IDEO, 2015)

1.4 Metodología Doble Diamante

En el campo del diseño y la innovación, la necesidad de contar con marcos de referencia que permitan comprender, comunicar y sistematizar procesos complejos ha sido una constante. En este contexto, el Modelo del Doble Diamante (Double Diamond), creado por el Design Council en 2004, surgió como una respuesta clara y estructurada a este problema.

El Design Council define este modelo como una forma de representar cómo piensan y trabajan los diseñadores, ya que busca mostrar gráficamente los procesos de descubrimiento, definición, desarrollo y entrega que ocurren en la mayor parte de los proyectos de diseño. Su valor radica en equilibrar momentos de divergencia, donde se amplía la perspectiva para explorar posibilidades, con fases de convergencia, en las que se filtran y concretan las ideas más viables (Design Council, 2015).

2. METODOLOGÍA

Con el fin de alcanzar los objetivos de investigación, se implementó una metodología orientada a evaluar y comparar de manera práctica y eficiente dos enfoques de diseño centrado en el usuario (DCU): Design Thinking y el Modelo del Doble Diamante. El análisis se estructuró en torno a cuatro etapas principales: investigación, desarrollo, diseño e implementación, estableciendo un proceso de experimentación y análisis que permite destacar las ventajas del uso temprano de estas metodologías en el contexto del desarrollo de servicios empresariales.

Sección 1. Investigación

En esta fase se examina cómo cada metodología aborda la indagación inicial y la recopilación de información sobre los usuarios, los problemas y el contexto del software.

Design Thinking: comprende las etapas de empatizar.

Doble Diamante: corresponde a la fase de descubrir.

Sección 2. Desarrollo

Esta fase analiza la generación y exploración de ideas, comparando la diversidad y viabilidad de las soluciones planteadas.

Design Thinking: etapa de idear y definir.

Doble Diamante: fase de definición.

Sección 3. Diseño

El objetivo de esta etapa es evaluar y comparar los procesos de prototipado y validación de las soluciones.

Design Thinking: etapa de prototipar

Doble Diamante: etapa de desarrollo.

Sección 4. Implementación

En esta fase se examina cómo cada enfoque gestiona la transición desde el prototipo hacia la implementación final del producto.

Design Thinking: entrega de prototipos de alta fidelidad.

Doble Diamante: entrega de prototipos de alta fidelidad.

Sección 5. Resultados.

La etapa final propone una evaluación estructurada y objetiva de ambas metodologías, destacando sus beneficios y limitaciones en el desarrollo de software. El análisis busca determinar cuál enfoque resulta más eficiente en términos de rapidez, efectividad, usabilidad, costos y satisfacción del usuario.

Matriz comparativa: se elaboró una tabla de evaluación considerando los siguientes criterios:

Rapidez: tiempo requerido para completar cada fase del proceso.

Efectividad: capacidad para generar soluciones alineadas con las necesidades del usuario.

Usabilidad: calidad de la experiencia de usuario en el producto final.

Costos: recursos, tiempo, herramientas y ajustes iterativos requeridos.

Satisfacción del usuario: nivel de aceptación y percepción positiva de las soluciones desarrolladas.

1. Casos de Estudio

Sección 1. Investigación

Caso de estudio bajo la metodología Design Thinking

El objetivo principal de este proyecto fue rediseñar el sitio web de Wecaredreams, una empresa dedicada al desarrollo web a la medida, Wecaredreams se posiciona como una compañía orientada a impulsar la transformación digital de negocios, ofreciendo soluciones estratégicas que integran principios de Diseño Centrado en el Usuario (DCU) y prácticas de UX/UI.

Fase *Empatizar* (Design Thinking)

En el marco de este caso de estudio, la investigación inició con la primera fase del Design Thinking: **Empatizar**. El propósito fue comprender a profundidad la percepción de los usuarios respecto al sitio web previo de la empresa, explorando tanto lo que piensan como lo que expresan de manera explícita sobre su experiencia visitando el sitio.

Pruebas de Usuario

El primer paso fue evaluar la usabilidad del sitio anterior de Wecaredreams. Se realizaron pruebas con 15 usuarios, quienes completaron distintas tareas para detectar los principales obstáculos en su experiencia. Esta evaluación permitió comprender cómo se familiarizaban con la plataforma y cuáles eran los puntos de fricción más comunes. Las preguntas abiertas enriquecieron el proceso, al fomentar respuestas genuinas y contextuales que revelaron percepciones clave sobre la interacción.

Método: Los participantes realizaron un conjunto de tareas predefinidas mientras se registraban observaciones sobre su comportamiento, comentarios verbales (*pensar en voz alta*) y dificultades encontradas.

Tareas que desempeña el usuario:

1. Identificar el propósito principal del sitio web en menos de 30 segundos.
2. Encontrar información clave sobre los servicios ofrecidos.
3. Localizar un medio de contacto directo con la empresa.
4. Realizar el proceso de solicitud de información o cotización.
5. Valorar la claridad textual de las llamadas a la acción (botones, links) presentes en el sitio.

Hallazgos que se identificaron durante la prueba:

Los usuarios reportaron dificultades para localizar información clave sobre servicios.

La jerarquía de contenidos es poco clara, lo que genera confusión respecto al flujo de navegación.

El diseño fue percibido como genérico y poco diferenciador, sin elementos que transmitan la identidad o valores de la marca.

Falta de consistencia en tipografías, colores y distribución de elementos.

Los botones de acción son escasos y parecen genéricos.

Se mencionó de manera reiterada la ausencia de un **botón de WhatsApp** u otros canales de mensajería que generen confianza y cercanía.

La fase de *empatizar* permitió identificar tempranamente las necesidades y dificultades reales de los usuarios, proporcionando una base sólida para diseñar soluciones centradas en ellos (Norman, 2013). Las pruebas de usabilidad ofrecieron retroalimentación valiosa, aunque requirieron más tiempo debido a la profundidad del análisis.

Caso de estudio bajo la metodología Doble Diamante.

Para el caso de estudio del Doble Diamante, se seleccionó el servicio de banca electrónica Polipay, una plataforma financiera digital que ofrece un ecosistema integral de soluciones tecnológicas, permitiendo a las empresas gestionar su propia banca digital. Entre sus principales objetivos se encuentran: simplificación de pagos mediante la tecnología SPEI, control de operaciones y seguridad en las transacciones.

El reto principal consistía en diseñar una plataforma de banca digital personalizada, intuitiva y accesible para empresarios y emprendedores, que facilitara la gestión de sus finanzas de manera eficiente. La solución debía equilibrar facilidad de uso, confianza y capacidad para manejar operaciones financieras complejas.

Fase *Descubrir* (Doble Diamante)

La primera etapa de este caso de estudio se basa en *Descubrir*, se genera un gran volumen de información sobre usuarios, necesidades y contexto.

En esta fase (*Descubrir*), Identificamos:

El contexto del proyecto.

Comprender en profundidad a los usuarios de la Banca Digital.

Oportunidades de mejora en la plataforma.

El alcance del proyecto, y qué es lo que podríamos integrar en una futura etapa, pero que no es relevante en esta primera entrega.

Para ello, se aplicaron diversas metodologías complementarias que permitieron obtener una visión integral de la experiencia y necesidades de los usuarios Véase Fig. 1.

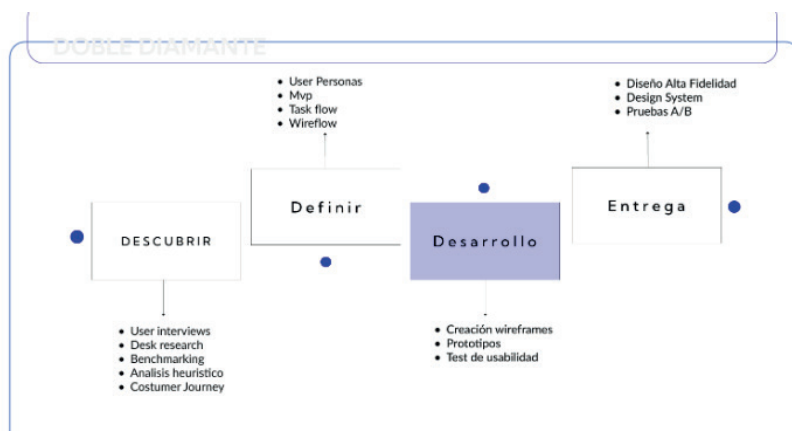


Fig. 1. Diagrama del proceso de Doble Diamante adaptado a el Caso de Estudio Banca Digital.

Investigación Cualitativa, perfiles con Actividad empresarial.

Se realizaron entrevistas con empresarios y emprendedores, tanto usuarios actuales como potenciales de la banca digital, para identificar expectativas, dificultades y prioridades en la gestión de operaciones financieras. Esta metodología permitió recopilar información cualitativa sobre comportamientos, motivaciones y fricciones en la experiencia del usuario

A continuación, se presentan las preguntas más relevantes y los resultados cuantitativos Tabla 1. Esta investigación inicial proporcionó datos que refuerzan la necesidad de optimizar la interfaz, mejorar la retroalimentación del sistema y simplificar procesos clave, asegurando una experiencia más confiable y eficiente

Tabla 1. Análisis Cuantitativo Formulación de preguntas para comprender mejor a los usuarios

Preguntas	Resultados	Interpretación
¿Crees que la plataforma es fácil de usar y tiene un diseño intuitivo?	72% de los encuestados indicó que el diseño era poco amigable	La mayoría percibe la interfaz como difícil de interactuar.
¿Recibiste mensajes de confirmación o alertas durante tus operaciones?	78% de los usuarios de la banca expresó inseguridad por la falta de notificaciones	La ausencia de retroalimentación genera incertidumbre y reduce la confianza del usuario.
¿Qué fue lo que más te confundió durante este proceso?	63% señaló que la jerarquía visual desorganizada dificultaba encontrar las operaciones más importantes como: transferencias, resumen de pagos.	La estructura de información requiere reorganización para mejorar la usabilidad y el acceso rápido a funciones clave.
¿Has tenido dificultades para interactuar con algún elemento de la interfaz?	65% indicó que los botones eran poco visibles y el texto pequeño	La visibilidad y legibilidad de los elementos de la interfaz deben optimizarse.

Para el estudio de *Desk research traducido al español como Pruebas de escritorio*, recopilamos información secundaria sobre tendencias en banca digital y experiencias previas documentadas, con la finalidad de identificar patrones, oportunidades y riesgos del mercado.

En esta etapa realizamos un análisis de datos secundarios para entender en qué punto se encuentran actualmente las empresas del ramo, evaluamos aspectos como:

- Popularidad y posicionamiento en el mercado.
- Calidad del servicio y percepción de los usuarios.
- Afinidad y similitud con la propuesta de la banca digital.
- Experiencia de usuario (UX) en sus aplicaciones.
- Nivel de seguridad en transacciones y protección de datos.
- Velocidad y eficiencia en la ejecución de operaciones.
- Tasa de errores o fallos reportados en los procesos digitales.

El *Benchmarking*, traducido al español como *Estudio Comparativo*, por su parte, nos permitió comparar de manera más detallada las funcionalidades y buenas prácticas de otras plataformas de banca digital, así como detectar vacíos o áreas de oportunidad que podrían trasladarse como ventajas competitivas para nuestro caso.

A partir de este análisis, formulamos premisas clave para orientar la investigación:

1. ¿Cuál es el escenario actual de las bancas que utilizan servicios centrados en los usuarios?
2. ¿Qué medidas de seguridad ofrecen las bancas digitales para proteger la información y las transacciones de los usuarios?
3. ¿Cuáles son los puntos de fricción más comunes que enfrentan los usuarios al interactuar con aplicaciones de banca digital?
4. ¿Cuál es el tiempo de respuesta de los servicios más destacados que ofrece la app?
5. ¿Qué grado de personalización permiten las aplicaciones de banca digital en sus operaciones y servicios?

De esta forma, gracias a ambos estudios aseguramos que el proceso de diseño se oriente hacia soluciones viables, seguras y con alto valor percibido para los usuarios.

Prueba de Análisis Heurístico

Para mejorar el rendimiento y la experiencia de la aplicación, se realizó una evaluación basada en los *principios de usabilidad de Nielsen (1994)*. El análisis permitió identificar fallas en la estructura, claridad, navegación y accesibilidad de la plataforma,

El análisis hizo visibles los problemas que afectan la interacción del usuario además proporcionó evidencia concreta para priorizar mejoras en el diseño. Tal como señala Norman (2013), los errores en la comunicación entre el sistema y las personas suelen ser consecuencia directa de un diseño que no considera los modelos mentales del usuario. En este caso, se identificaron elementos que generan fricción significativa, como la falta de confirmaciones y notificaciones visibles, así como jerarquías visuales poco claras que provocan inseguridad y frustración.

Asimismo, la ausencia de secciones de ayuda o canales de soporte inmediatos incrementa la sensación de desconfianza al cerrar operaciones. Sin embargo, como plantea el Design Council (2019) en su modelo del Doble Diamante, detectar estos puntos críticos durante la fase de descubrimiento permite definir con precisión los retos de diseño y avanzar hacia soluciones más intuitivas, transparentes y confiables.

Sección 2. Desarrollo

Fase: Definir e Idear (Design Thinking)

En Design Thinking, las fases de Definir e Idear transforman los hallazgos iniciales en soluciones concretas. La fase de Definir delimita con precisión el reto de diseño a partir de los insights obtenidos, mientras que Idear impulsa la exploración de múltiples alternativas, fomentando la creatividad colectiva y el pensamiento divergente (Brown, 2009; Liedtka & Ogilvie, 2011).. Así, esta etapa permite pasar de la identificación del problema a la generación de soluciones viables, sentando las bases para su implementación.

Definición (Design Thinking)

El objetivo principal de esta etapa fue traducir los hallazgos en problemas de diseño claros y accionables. A partir de pruebas de usabilidad, encuestas y evaluaciones heurísticas, se identificaron las necesidades de los usuarios y los retos del nuevo sitio web. Esto permitió establecer criterios precisos que equilibraran las metas del negocio con las necesidades del usuario, generando un marco sólido para guiar la creatividad del equipo.

Taller de Ideación: How might we (HMW)

A través de un *taller de ideación HMW (How Might We / ¿Cómo podríamos...?)*, se reformularon los principales retos detectados: problemas de navegación, CTAs poco visibles, lenguaje genérico y un diseño que no se adaptaba a distintos dispositivos. Cada uno de estos puntos se transformó en una pregunta abierta que invitaba a la exploración de soluciones posibles.

“¿Cómo podríamos guiar al usuario sin abrumarlo?”

“¿Cómo podríamos hacer que el contacto con la marca se sienta más humano?”

El resultado fue un conjunto de más de 15 planteamientos que sintetizan los problemas detectados, transformando hallazgos en oportunidades concretas, para el rediseño del sitio.

Ideación Design Thinking

Durante la etapa de ideación se exploraron múltiples alternativas mediante técnicas colaborativas y estructuradas, orientadas a convertir retos en oportunidades de diseño.

Herramientas utilizadas.

User Personas: para representar los distintos perfiles y conectar emocionalmente con sus motivaciones.

Card Sorting: para organizar la información de manera intuitiva.

Arquitectura de la Información: para estructurar de forma jerárquica el contenido del sitio y facilitar la navegación.

User Flows: que trazaron recorridos simples, funcionales y coherentes de los usuarios al completar tareas dentro del sitio.

Cada decisión se tomó pensando en un objetivo común: reducir la fricción y mejorar la conexión emocional con el usuario, con un balance entre simplicidad, funcionalidad y alineación estratégica con la identidad de Wecaredreams.

Fase Definición (Doble Diamante)

La fase de Definición transforma los hallazgos de la etapa de Descubrimiento en retos claros y accionables (Design Council, 2005). En el caso de Polipay, este paso permitió sintetizar problemas y oportunidades, priorizando aquellos que aportan mayor valor al usuario y al negocio.

Entre los hallazgos principales destacaron: simplificar el inicio de sesión, usar un lenguaje más cercano y comprensible, reorganizar la jerarquía visual, mejorar la visibilidad de elementos interactivos, incorporar notificaciones y validaciones claras, y optimizar la gestión de múltiples cuentas mediante una interfaz más intuitiva.

Herramientas implementadas:

User Personas:

A partir de entrevistas y encuestas, se construyó un perfil del usuario ideal, integrando sus objetivos, necesidades y frustraciones para guiar soluciones precisas.

Mapa de Empatía:

Permitió comprender pensamientos, emociones y motivaciones de los usuarios, generando una visión integral de su experiencia.

User Stories:

Historias breves que tradujeron los hallazgos en requerimientos claros y orientados al usuario, sirviendo de puente entre diseño, desarrollo y negocio.

Esta fase evidenció necesidades críticas relacionadas con la claridad del lenguaje, organización visual, retroalimentación de procesos y disponibilidad de guías de apoyo. Los hallazgos establecieron prioridades de diseño: interfaces más intuitivas, notificaciones y validaciones visibles, confirmaciones y mecanismos de ayuda, asegurando que la primera entrega de requerimientos del equipo esté centrada en el equipo.

Sección 3. Diseño

Fase Prototipar Design Thinking

En esta fase transformamos los hallazgos en la creación de prototipos de baja fidelidad permitiendo explorar rápidamente: alternativas de diseño, visualizar la estructura de la información, la disposición de los elementos y la navegación del sitio. Véase Fig. 2, para detectar tempranamente áreas de mejora (Norman, 2013).



Fig. 2. Prototipo de Baja Fidelidad

Sobre estos prototipos se realizaron pruebas de usabilidad de forma iterativa, los usuarios proporcionaron retroalimentación directa, ayudando a identificar funcionalidades de mayor valor y a descartar elementos que complicaban la experiencia (Nielsen, 1994). Este proceso validó y priorizó características clave, asegurando que el diseño final fuera funcional, intuitivo y centrado en el usuario.

Entre las mejoras implementadas destacan: navegación clara y jerarquizada, botones de contacto directo, CTAs visibles y estratégicos, portafolio dinámico con descripciones claras, páginas de servicios organizadas, testimonios de clientes que refuerzan confianza, y optimización para dispositivos móviles.

Fase Desarrollar Doble Diamante

En esta fase, las ideas identificadas se transforman en soluciones concretas mediante procesos iterativos. Para este caso, se emplearon herramientas como task flows y wireflows, que permitieron mapear de manera visual los flujos de usuario y la estructura de las pantallas, facilitando la evaluación y refinamiento de las soluciones antes de su implementación final. Este enfoque asegura que las decisiones de diseño se basen en información consolidada y respondan tanto a las necesidades de los usuarios como a los objetivos del negocio.

Task Flow

Con el Task Flow visualizamos los pasos que los usuarios siguen para completar tareas clave y detectamos fricciones en su experiencia. En Polipay, lo aplicamos a funciones críticas como abrir una cuenta, realizar transferencias y consultar el estado

de las operaciones. Identificamos pasos innecesarios, falta de confirmaciones y mensajes poco claros, lo que nos permitió simplificar los flujos, usar un lenguaje cercano y garantizar retroalimentación inmediata.

Wireflow

Para dar forma a las ideas para Polipay, recurrimos al Wireflow, una herramienta que combina flujos de usuario con maquetas simples, al crear las pantallas básicas y conectarlas según los pasos de usuario como: iniciar sesión, consultar transacciones o hacer transferencias, pudimos identificar obstáculos antes de que se convirtieran en problemas reales. Cada prototipo de baja fidelidad se convirtió en una oportunidad para observar, ajustar y mejorar.

Las pruebas sobre estos prototipos de baja fidelidad resultaron esenciales: al estar tan inmersos en el diseño, podríamos perder objetividad, por lo que la validación constante garantizó claridad, usabilidad y coherencia en la experiencia final de la Banca Digital.

Sección 4. Entrega

Fase Entrega Design Thinking

En la etapa de entrega se materializaron las soluciones diseñadas y validadas a lo largo de las fases anteriores. A través de los prototipos y las pruebas de usuario, se evaluaron las funcionalidades más relevantes, lo que permitió garantizar que la propuesta final respondiera a las necesidades detectadas en la fase de Empatizar y definidas en la etapa de Idear.

En esta etapa la entrega no se concibe como un punto final, sino como un ciclo abierto que continúa con la mejora continua en la que nos podemos apoyar de herramientas como las pruebas con usuarios para garantizar una entrega que genere confianza, claridad y valor real en la interacción con el sitio web.

Fase Entrega Doble Diamante

En esta fase llegamos al momento de mostrar cómo todas las ideas, pruebas y ajustes se materializaron. Los prototipos de alta fidelidad fueron el resultado de un trabajo iterativo en el que se integraron las funcionalidades más relevantes y se corrigieron los puntos débiles detectados en las etapas anteriores.

Presentar los prototipos permitió visualizar la experiencia final de la banca digital y compartir con los equipos de desarrollo y *stakeholders* (partes interesadas del negocio) una representación clara de lo que los usuarios realmente necesitan. Fue un momento clave para alinear expectativas, validar decisiones y asegurar que cada detalle, desde la navegación hasta el lenguaje, ofreciera una experiencia intuitiva y cercana.

Más allá de la entrega formal, esta etapa significó dar vida a la visión del proyecto,

3. RESULTADOS

Para garantizar la objetividad del estudio y evitar sesgos metodológicos, se adoptó una estrategia basada en la triangulación de técnicas cualitativas y cuantitativas (Denzin, 1978). Se definió una matriz de evaluación con los indicadores de *rapidez, efectividad, satisfacción del usuario, usabilidad del producto y costos de desarrollo*. Véase Tab. 2. Los datos se obtuvieron mediante la información recopilada en cada una de las etapas de la investigación.

En la etapa inicial para el caso de Design Thinking se aplicaron *pruebas de usuarios*, que aportaron información valiosa sobre la usabilidad del sitio previo. Estos hallazgos se convirtieron en insumos clave para las fases consecuentes, Definir e Idear.

Por su parte, el modelo del Doble Diamante, en la fase inicial de *Descubrimiento*, otorgó un mayor control y exploración del problema gracias a su estructura y al volumen de información recopilada. En esta etapa se aplicaron *entrevistas a usuarios, pruebas de escritorio, benchmarking, análisis heurístico y customer journey maps*. Estas herramientas facilitaron la documentación sistemática del proceso y sirvieron como base sólida para la etapa de Definición.

En la fase de *Desarrollo*, el enfoque de Design Thinking impulsó la generación de soluciones innovadoras, priorizando la interacción cercana con los usuarios y un diseño atractivo que destacara los servicios y el carácter colaborativo de la empresa. Las sugerencias recabadas en esta etapa resultaron fundamentales para la elaboración de *prototipos*, los cuales se nutrieron de técnicas de ideación estructurada y colaborativa. En contraste, el Doble Diamante concentró sus esfuerzos en la etapa de *Definición*, donde se sintetizaron los hallazgos previos y se dio sentido a los datos recopilados. Herramientas como *user personas, mapas de empatía y user stories* permitieron construir perfiles claros de usuario comprendiendo sus necesidades.

En la fase de *Diseño*, ambos modelos convergieron en la creación de prototipos. Con Design Thinking se elaboraron *prototipos de baja fidelidad*, que pasaron por diversas iteraciones para evaluar y refinar las funcionalidades implementadas. En el Doble Diamante se generaron prototipos de distinta fidelidad, empleando *wireflows* que facilitaron la visualización de los flujos de usuario a través de las pantallas principales. Estos prototipos fueron validados mediante pruebas de usabilidad y revisiones internas por parte del equipo, contribuyendo al análisis de la efectividad de las soluciones.

Tabla 2. Matriz Comparativa, la matriz recoge valores medios de cada etapa en ambos modelos.

Criterio	Design Thinking (DT)	Double Diamond (DD)	Observaciones
Rapidez	4	5	DD facilita planificación secuencial clara, reduciendo tiempos en etapas iniciales.
Efectividad	4	4	Ambas metodologías lograron altos niveles de alineación con las necesidades del usuario.
Satisfacción del usuario	5	4	DT genera soluciones emocionalmente más resonantes según encuestas post-uso.
Usabilidad	4	5	DD promueve documentación y pruebas estructuradas que fortalecen la usabilidad final.
Costos de desarrollo	3	4	DD ofrece un método más estructurado y lineal. DT requiere de más recursos iterativos.

4. CONCLUSIONES

En cuanto a la efectividad medida por alineación con las necesidades del usuario, ambas metodologías mostraron niveles similares de satisfacción, aunque con diferentes enfoques: Design Thinking promovió soluciones innovadoras con respecto al diseño, mientras que Doble Diamante generó resultados más consistentes.

Desde la perspectiva económica, los resultados muestran que las diferencias en los costos totales fueron mínimas; sin embargo, se observaron matices importantes en cada fase. Design Thinking requirió una mayor inversión en la etapa de iteración, ya que el proceso de innovación dio lugar a múltiples ideas que debían ser probadas y refinadas antes de llegar a una solución viable. En contraste, el Doble Diamante resultó más eficiente en términos de costos durante la fase de desarrollo. Esto se debe a que la investigación inicial y los datos recopilados fueron suficientemente consistentes, lo que permitió avanzar por un camino más directo y con menos iteraciones hacia la solución final.

En la fase de entrega y lanzamiento, particularmente en el caso del sector bancario, se identificó que la inversión debía ser mayor debido al volumen de información manejada y a los estrictos requisitos técnicos que implica este tipo de proyectos.

Estos hallazgos sugieren la posibilidad de avanzar hacia una estrategia híbrida y adaptativa, donde ambas metodologías puedan integrarse de forma secuencial o paralela, en función del tipo de reto, el perfil de la audiencia y el contexto organizacional. Tal integración no solo enriquecería el proceso de diseño, sino que también permite crear un modelo de toma de decisiones fundamentado en criterios empíricos y científicos, ofreciendo a las organizaciones mayor claridad al momento de elegir un marco de diseño centrado en el usuario.

REFERENCIAS

Norman, D. A., & Draper, S. W. (1986). *User centered system design: New perspectives on human-computer interaction*. Lawrence Erlbaum Associates.

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

Brown, T. (2009). *Change by Design: How Design Thinking Creates New Alternatives for Business and Society*. Harper Business.

IDEO. (2015). *The field guide to human-centered design*. IDEO.org.

Design Council. (2005). *The Double Diamond Design Process Model*. Design Council.

Abras, C., Maloney-Krichmar, D., & Preece, J. (2004). *User-centered design*. In W. Bainbridge (Ed.), *Encyclopedia of Human-Computer Interaction*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Liedtka, J., & Ogilvie, T. (2011). *Designing for Growth: A Design Thinking Tool Kit for Managers*. Columbia University Press.

ISO. (2010). *ISO 9241-210:2010 Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems*. International Organization for Standardization.

Martin, R. (2009). *The Design of Business: Why Design Thinking is the Next Competitive Advantage*. Harvard Business Press.

Plattner, H., Meinel, C., & Leifer, L. (2011). *Design Thinking: Understand – Improve – Apply*. Springer.

Martin, R. (2009). *The Design of Business: Why Design Thinking is the Next Competitive Advantage*. Harvard Business Press.

Stickdorn, M., Hormess, M., Lawrence, A., & Schneider, J. (2018). *This is service design doing*. O'Reilly Media.

Denzin, N. K. (1978). *The Research Act: A Theoretical Introduction to Sociological Methods*. McGraw-Hill.

Brusa, F. (s.f.). *Dos métodos del Design Thinking*. Recuperado el 13 de marzo de 2025, de . <https://www.franciscobrusa.dev/blog/design-thinking>

Medium. (2021). *Understanding the nuances: Design thinking vs. double diamond approach*. Recuperado el 13 de marzo de 2025, de <https://medium.com/design-culture/understanding-the-nuances-design-thinking-vs-double-diamond-approach-c27b44ee9fcc>

Sampe Design. (2019). *Relación entre roles y etapas del proceso UX, Design Thinking, Modelo Doble Diamante y Método Lean UX*. Medium. Recuperado el 13 de marzo de 2025, de <https://medium.com/@sampe.design/relaci%C3%B3n-entre-roles-y-etapas-del-proceso-ux-design-thinking-modelo-doble-diamante-y-m%C3%A9todo-lean-ux-2b2cf66f26ad>

TeaCup Lab. (2023). *El doble diamante y cómo fomenta la innovación*. Recuperado el 13 de marzo de 2025, de <https://www.teacuplab.com/es/blog/el-doble-diamante-y-como-fomenta-la-innovacion/>

The Fountain Institute. (2024). *What is the Double Diamond Design Process?* Recuperado el 13 de marzo de 2025, de <https://www.thefountaininstitute.com/blog/what-is-the-double-diamond-design-process>

UNIR Ecuador. (2024). *¿Qué es el Doble Diamante UX?: Fases y herramientas*. Recuperado el 13 de marzo de 2025, de <https://ecuador.unir.net/actualidad-unir/doble-diamante-ux/>

UX247.com. (2023). *What is the Double Diamond UX?* Recuperado el 13 de marzo de 2025, de <https://ux247.com/what-is-the-double-diamond-ux/>

Sampe Design. (2019). *Relación entre roles y etapas del proceso UX, Design Thinking, Modelo Doble Diamante y Método Lean UX*. Medium. Recuperado el 13 de marzo de 2025, de <https://medium.com/@sampe.design/relaci%C3%B3n-entre-roles-y-etapas-del-proceso-ux-design-thinking-modelo-doble-diamante-y-m%C3%A9todo-lean-ux-2b2cf66f26ad>



CAPÍTULO 10

EFECTOS DE LA EXPOSICIÓN AL BISFENOL A DURANTE EL PERIODO DE GESTACIÓN EN LA SALUD DE LAS MADRES Y EN EL NIVEL DE ANSIEDAD EN LA DESCENDENCIA

Rosa Hallel Aquino Bezies

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Fisiología

Ma. Carmen Cortés Sánchez

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Fisiología

José R. Eguibar Cuenca

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Dirección General de Internacionalización

RESUMEN: El bisfenol A (BPA) es un compuesto químico utilizado comúnmente en la fabricación de envases de plástico de alimentos y bebidas. El BPA puede tener efectos neuroendocrinos en mujeres gestantes y modificar el nivel de ansiedad en su descendencia debido a sus propiedades como disruptor endocrino, así como por su capacidad de alterar la acción de hormonas endógenas del organismo.

PALABRAS CLAVE: Bisfenol A, ansiedad, mujer, sexo.

1. INTRODUCCIÓN

El propósito de este trabajo es determinar el impacto que puede tener la exposición al bisfenol A (BPA) durante la gestación en los niveles de ansiedad en la descendencia de mujeres embarazadas que fueron expuestas a este contaminante, así como el impacto en la salud de la mujer gestante incluyendo la evolución de su embarazo.

El sector industrial ha aprovechado el uso de bisfenoles, como el BPA, para la producción de resinas epóxicas y plásticos de policarbonato, debido a su bajo costo y alta resistencia, también se usa ampliamente en la fabricación de botellas de agua y contenedores de alimentos (Takeuchi, 2012; Liu *et al.*, 2022; Manzo *et al.*, 2022). Estos materiales se integran al medio ambiente a través de actividades antropogénicas como la disposición final de la basura, así como por procesos físicos como la exposición al sol y a químicos diversos, e incluso biológicos como la biodegradación. La cadena

de degradación puede llevar a que puedan ser ingeridos finalmente por los seres humanos (Zaborowska *et al.*, 2023). De hecho, se ha reportado que la exposición a los monómeros del BPA representa un riesgo para la salud de la población, particularmente en infantes y madres gestantes, quienes sufren de una mayor exposición y dado que están en un período de desarrollo tiene un mayor impacto en el sistema endócrino (Mikołajewska *et al.*, 2015). Entre los efectos adversos a la salud que puede provocar el BPA, se encuentran los trastornos de ansiedad (Perera *et al.*, 2016). Los trastornos de ansiedad representan un problema de la salud pública, dado los costos de diagnóstico, de tratamiento, y para la sociedad, debido a que puede provocar problemas en las interacciones sociales y laborales lo que tiene un alto impacto económico (Horenstein y Heimberg, 2020; Alomari *et al.*, 2022).

1.2 Ansiedad

La ansiedad es un estado de ánimo que anticipa una situación futura y la cual consiste en una gama compleja de respuestas cognitivas, afectivas, fisiológicas y conductuales, cuando se presentan circunstancias que son percibidas como amenazantes (Chand y Marwaha, 2023).

1.3 Prevalencia en las mujeres

La ansiedad es uno de los trastornos psiquiátricos más comunes que afectan aproximadamente a un 5% de la población mundial. En el año 2021, el porcentaje de mujeres que experimentaron un trastorno de ansiedad fue mayor que el de los hombres, tanto a nivel mundial, como a nivel nacional (GBD compare, 2021; véase Tabla 1).

Tabla 1. Prevalencia de ansiedad en hombres y mujeres

Escala geográfica	Sexo	Porcentaje (%)
Mundial	Mujeres	5.23
	Hombres	4.04
Nacional	Mujeres	5.59
	Hombres	3.92

1.4 Neurofisiología de la ansiedad

La ansiedad puede surgir en respuesta a: 1) estímulos exteroceptivos sean estos visuales, auditivos, olfativos o somatosensoriales o bien 2) estímulos interoceptivos: que pueden ser viscerales o a nivel del sistema endocrino o del sistema nervioso

autónomo. Este trastorno, al ser una respuesta similar al miedo, comparte estructuras neuroanatómicas para la expresión de respuestas rápidas como el aumento de la frecuencia cardíaca, el incremento de la presión arterial, así como las respuestas de latencia más prolongada como son el cambio de la respuesta inmune o efectos metabólicos (Charney y Drevets, 2002).

Las dos vías neurales que pueden iniciar la respuesta de ansiedad están ubicadas en el sistema límbico del cerebro, estructuras que están interconectadas a través de múltiples conexiones recíprocas y las cuales permiten la regulación de procesos cognitivos y emocionales como la corteza prefrontal, la amígdala y el hipocampo, entre otras (Calhoun y Tye, 2015).

Sistema límbico.

El sistema límbico es un conjunto de núcleos que se ubican debajo de la superficie cortical y por encima de las regiones más centrales del prosencéfalo, es decir, el tálamo, el hipotálamo y los ganglios basales (Isaacson, 2001). Entre las estructuras cerebrales del sistema límbico involucradas en la respuesta de ansiedad se encuentran la amígdala, el núcleo del lecho de la estria terminal y el hipocampo ventral (vHPC), análogo al hipocampo anterior en los humanos (Rajmohan y Mohandas, 2007; Calhoun y Tye, 2015; Barr *et al.*, 2018; véase Figura 1).

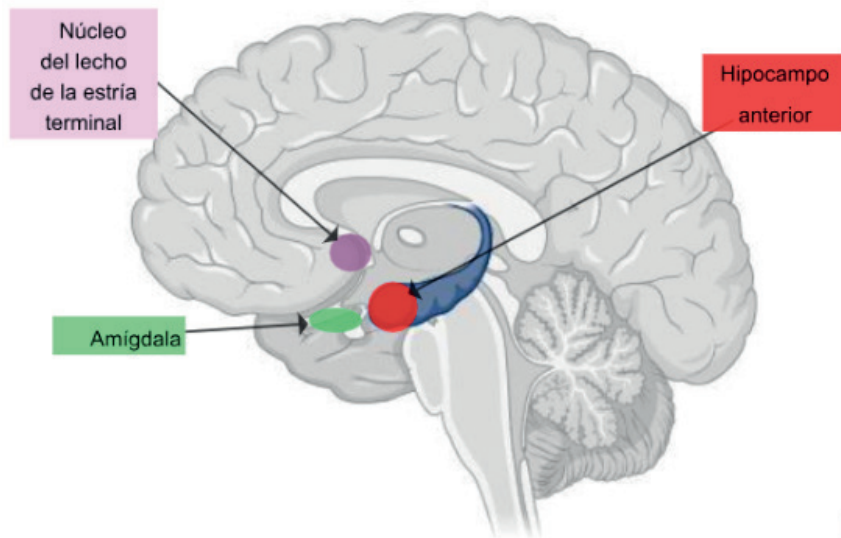


Fig. 1. Ubicación anatómica de las estructuras del sistema límbico involucradas en la respuesta de ansiedad. Esquema creado con BioRender.com.

La **amígdala** es un complejo nuclear, del tamaño de una almendra, y está localizado en el lóbulo temporal medial que regula el proceso de aprendizaje, la memoria y el reconocimiento emocional y determina si los estímulos externos se perciben como amenazantes. Es responsable de la expresión del miedo y la agresión, así como el comportamiento defensivo y participa en la formación y la recuperación de recuerdos emocionales y aquellos relacionados con el miedo (Martin *et al.*, 2009; Calhoon y Tye, 2015). Adicionalmente, la actividad neural de la amígdala también es regulada por el

cortisol, la norepinefrina (NE) y otros neuromoduladores y proyecta hacia la corteza mesiotemporal y a estructuras prefrontales (Charney y Drevets, 2002).

El **núcleo del lecho de la estría terminal** es una región localizada en la parte ventral del prosencéfalo que funciona como un centro integrador de información relacionada con el estado de ánimo y procesa la información emocional, de modo que permite la expresión del comportamiento relacionado con la ansiedad (Charney y Drevets, 2002; Van de Poll *et al.*, 2023).

El **hipocampo** tiene un control inhibitorio tónico sobre el sistema hipotalámico de respuesta al estrés y participa en la retroalimentación negativa del eje hipotalámico-pituitario-adrenal (HPA; Martin *et al.*, 2009). El vHPC envía proyecciones al hipotálamo y regula las respuestas de estrés y las conductas relacionadas con el miedo y la ansiedad (Chang y Gean, 2019).

Corteza prefrontal.

La corteza prefrontal regula la actividad volitiva, así como las acciones y las emociones mediante el control de las funciones ejecutivas y la interpretación de las emociones. Su comunicación con la amígdala tiene un papel relevante para la expresión de las respuestas emocionales. Bajo condiciones de estrés, la amígdala tiene la capacidad de generar una desregulación en la corteza prefrontal mediante la liberación de catecolaminas como son la noradrenalina (NA) y la dopamina (DA) y también glucocorticoides como es el cortisol a través de sus proyecciones hacia el hipotálamo y el tronco encefálico. Los niveles altos de estas catecolaminas fortalecen las funciones de la amígdala, como es el condicionamiento al miedo y la consolidación de la información emocional (Arnsten, 2009; Liu *et al.*, 2020; véase Figura 2).

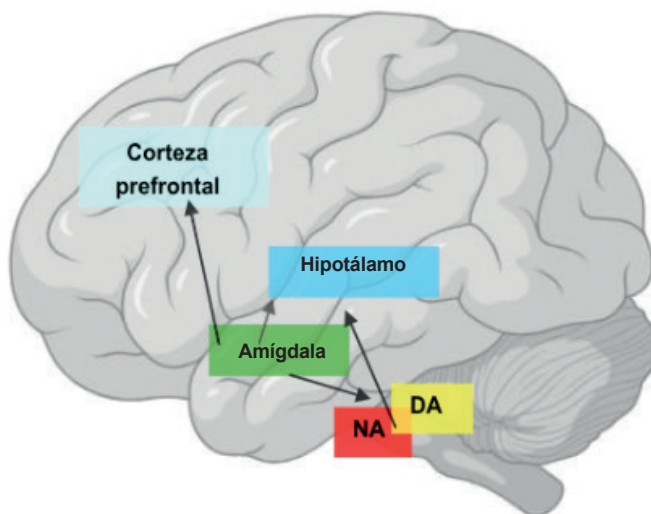


Fig. 2. Pérdida de la regulación de la corteza prefrontal bajo condiciones del estrés. Comunicación neural entre la corteza prefrontal, el hipotálamo, estructuras del sistema límbico y del tronco encefálico durante un episodio de estrés. Esquema creado con BioRender.com.

1.5 Hormonas sexuales femeninas en la ansiedad.

La fluctuación de las hormonas sexuales es un factor biológico que contribuye al mayor riesgo de ansiedad y de depresión en las mujeres debido a que algunas de estas hormonas tienen efectos neuroprotectores (Siddiqui *et al.*, 2016). La función y estructura del cerebro varían con la ciclicidad de las hormonas ováricas a lo largo del ciclo menstrual mediante su participación en procesos neuronales como la neuroplasticidad y la neurogénesis (Hyer *et al.*, 2018). La vulnerabilidad asociada a la ansiedad se debe principalmente a cambios en los niveles de los estrógenos, siendo el más importante el 17 β estradiol (Kundakovic y Rocks, 2022).

Desde la pubertad hasta la menopausia, la mujer experimenta cambios rítmicos coordinados en los niveles de las hormonas sexuales durante el ciclo menstrual, el cual consta de tres fases, la menstruación, la fase folicular y la fase lútea. La fase folicular se caracteriza por un alto nivel de estrógeno y un bajo nivel de progesterona; mientras que la fase lútea se caracteriza por presentar un bajo nivel de estrógeno y un alto nivel de progesterona (Rebar y Erickson, 2012; Kundakovic y Rocks, 2022). El estrógeno tiene efectos protectores similares a los ansiolíticos y antidepresivos debido a que media la síntesis de serotonina, un neurotransmisor que regula el estado de ánimo y la memoria (Estrada-Camarena *et al.*, 2010; Hernández-Hernández *et*

al., 2019; Renczés *et al.*, 2020). Es por esto que la ansiedad incrementa durante las etapas caracterizadas por niveles de estrógeno disminuidos, como ocurre en la fase post-ovulatoria (Reed y Carr, 2018).

2. EL BISFENOL A

El bisfenol A (BPA) es un compuesto orgánico que consiste en dos anillos fenólicos conectados por un solo carbón que lleva dos grupos metilo (véase la Figura 3). El BPA se ha empleado ampliamente en la producción de policarbonato y resinas epóxicas desde mediados del siglo XX (Bocharnikova *et al.*, 2020). Estudiar los efectos del BPA es importante porque cada año se producen aproximadamente 380 millones de toneladas de este plástico (Plastic Oceans International, 2021), incluyendo el recubrimiento de latas de comida y botellas de agua (Manzoor *et al.*, 2022), que son dos de los artículos más comunes que contienen BPA. Dada su alta disposición se puede adquirir a través de diversas vías de exposición como son su ingestión, la inhalación, el contacto con piel y los ojos o, bien, a través de la transmisión vertical, esto es de la madre al feto (Cimmino *et al.*, 2020).

2.1 El bisfenol A como disruptor endocrino

Los químicos disruptores endocrinos son sustancias químicas exógenas con capacidad de alterar la acción de las hormonas endógenas a través de la mimetización o al tener efectos que impiden la acción de las hormonas (Sosa-Ferrera *et al.*, 2013; La Merrill *et al.*, 2019). En 1938, se reportó por primera vez la actividad estrogénica del BPA (Dodds y Lawson, 1938). Los principales efectos del BPA se le atribuyen a su interacción sobre los receptores para estrógenos tipo alfa (E α), y los receptores a estrógeno tipos beta (E β), ya que se han clasificado como un agonista parcial del E α y como un antagonista del E β , dado que estructuralmente es un análogo del estrógeno (Allard, 2014; Cao *et al.*, 2019; Ma *et al.*, 2022).

Entre los efectos disruptores endocrinos ocasionados por la exposición al BPA se incluye su participación en la patogénesis del síndrome de ovario poliquístico (Kawa *et al.*, 2019), y en la infertilidad en mujeres (Pivonello *et al.*, 2020).

2.2 Efectos en la mujer durante el embarazo

Se ha reportado el efecto del BPA en la descendencia expuesta a este químico durante distintas etapas de desarrollo, pero existe escasa evidencia de los efectos que puede provocar el BPA en la mujer durante el periodo de la gestación.

Hasta el momento, se ha reportado que el BPA puede provocar complicaciones obstétricas como es la diabetes gestacional (Mitra *et al.*, 2024), la remodelación vascular uterina con restricción del crecimiento del feto durante su etapa intrauterina (Müller *et al.*, 2018) y la preclamsia también conocida como enfermedad hipertensiva del embarazo (Ye *et al.*, 2018; Dagdeviren *et al.*, 2023).

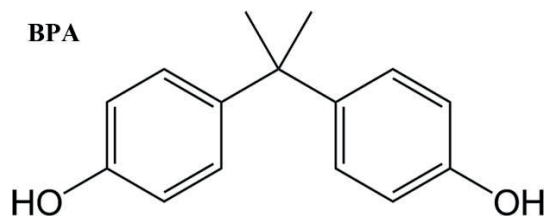


Fig. 3. Estructura química del bisfenol A. Tomado de Li *et al.* (2015).

2.3 Modificación en el nivel de ansiedad en adultos expuestos al BPA durante periodos tempranos de desarrollo.

Como se mencionó anteriormente, una vía de exposición al BPA es mediante la transmisión materno-fetal. Debido a las características químicas del BPA, este puede atravesar la barrera placentaria (Nashikawa *et al.*, 2010) y la barrera hematoencefálica (Charisiadis *et al.*, 2018), de modo que puede interactuar con las estructuras cerebrales del feto.

La exposición al BPA durante la gestación y la lactancia provocan efectos en la descendencia incluyendo síndromes metabólicos (Abulehia *et al.*, 2022), problemas de memoria (Wang *et al.*, 2020), un nacimiento prematuro (Aung *et al.*, 2019) y trastornos de ansiedad en la edad juvenil y adulta (Wang *et al.*, 2020).

La ansiedad inducida por el BPA se ha asociado con la hiperactividad de neuronas glutamatérgicas y una regulación negativa del receptor adrenérgico alfa-1 en el núcleo paraventricular del tálamo (PVT), el cual participa en la regulación de los comportamientos emocionales y motivados (Penzo y Gao, 2021), lo que conlleva a la expresión de comportamientos similares a la ansiedad (Ji *et al.*, 2023).

3. CONCLUSIONES

Actualmente, la producción y el consumo de artículos que están elaborados o que contienen BPA es casi inevitable para la población mundial debido a que están disponibles y son prácticos para el empaquetamiento y el recubrimiento de latas de distintos materiales como acero y aluminio. Por lo que la disponibilidad de artículos de primera necesidad es alta y por ende la exposición a este disruptor endocrino. Esto hace que sea muy importante investigar los efectos que tiene en la salud en la población general y en grupos poblacionales más vulnerables como son las madres embarazadas y su descendencia durante la etapa infantil. La exposición al BPA durante periodos de desarrollo tempranos de vida, como la gestación y la infancia, ha demostrado tener efectos más impactantes en la salud. La consideración e integración de información relacionada con el estado hormonal de la mujer en la investigación científica en este tipo de problemáticas actuales es vital para el progreso de la ciencia.

REFERENCIAS

- Abulehia, H. F. S., Nor, N. S. M., y Kadir, S. H. S. A. (2022). "The current findings on the impact of prenatal BPA exposure on metabolic parameters: in vivo and epidemiological evidence", *Nutrients*, vol. 14., 2766.
- Allard, P. (2014). "Bisphenol A" en Gupta R. C. (ed.), *Biomarkers in Toxicology*, (pp. 459–474), Elsevier Inc.
- Alomari, N. A., Bedaiwi, S. K., Ghasib, A. M., Kabbarah, A. J., Alnefaie, S. A., Hariri, N., Altammar, M. A., Fadhel, A. M., y Altowairqi, F. M. (2022). "Social Anxiety Disorder: Associated Conditions and Therapeutic Approaches", *Cureus*, vol. 14.
- Arnsten A. F. (2009). "Stress signalling pathways that impair prefrontal cortex structure and function", *Nature reviews. Neuroscience*, vol. 10, pp. 410–422.
- Aung, M. T., Ferguson, K. K., Cantonwine, D. E., McElrath, T. F., y Meeker, J. D. (2019). "Preterm birth in relation to the bisphenol A replacement, bisphenol S, and other phenols and parabens", *Environmental Research*, vol. 169, pp. 131–138.
- Barr, J. L., Bray, B., y Forster, G. L. (2018). "The Hippocampus as a Neural Link between Negative Affect and Vulnerability for Psychostimulant Relapse" en Stuchlik A (ed.), *The Hippocampus – Plasticity and Functions*, (pp. 129-168), InTech eBooks.
- Bocharnikova, E. N., Tchaikovskaya, O. N., Bazyl, O. K., Artyukhov, V. Y., y Mayer, G. V. (2020). "Theoretical study of bisphenol A photolysis" en Ruud K., Brändas EJ (eds.), *Advances in Quantum Chemistry*, (pp. 191-217), Elsevier Inc.
- Calhoon, G. G., y Tye, K. M. (2015). "Resolving the neural circuits of anxiety", *Nature Neuroscience*, vol. 18, pp. 1394–1404.
- Cao, H., Wang, L., Cao, M., Ye, T., y Sun, Y. (2019). "Computational insights on agonist and antagonist mechanisms of estrogen receptor α induced by bisphenol A analogues", *Environmental Pollution*, vol. 248, pp. 536-545.
- Chand, S. P., y Marwaha, R. (2023). Anxiety. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Chang, C. H., y Gean, P. W. (2019). "The Ventral Hippocampus Controls Stress-Provoked Impulsive Aggression through the Ventromedial Hypothalamus in Post-Weaning Social Isolation Mice", *Cell Reports*, vol. 28, pp. 1195-1205.

Charisiadis, P., Andrianou, X. D., Van Der Meer, T. P., Dunnen, W. F. A. D., Swaab, D. F., Wolffenbuttel, B. H. R., Makris, K. C., y Van Vliet-Ostaptchouk, J. V. (2018). "Possible Obesogenic Effects of Bisphenols Accumulation in the Human Brain", *Scientific Reports*, vol 8.

Charney, D. S. y Drevets, W. C. (2002). "Neurobiological basis of anxiety disorders" en Davis KL., Charney D., Coyle JT., Nemeroff C. (eds.), *Neuropsychopharmacology: The Fifth Generation of Progress* (pp. 901-930), Lippincott Williams & Wilkins (LWW).

Cimmino, I., Fiory, F., Perruolo, G., Miele, C., Beguinot, F., Formisano, P., y Oriente, F. (2020). "Potential Mechanisms of Bisphenol A (BPA) Contributing to Human Disease", *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 21, pp. 5761.

Dagdeviren, G., Arslan, B., Keles, A., Çelik, Ö. Y., Arat, Ö., y Caglar, A. T. (2023). "The evaluation of serum bisphenol A in patients with preeclampsia", *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, vol. 49, pp. 1322–1327.

Dodds, E. C., y Lawson, W. (1938). "Molecular structure in relation to oestrogenic activity. Compounds without a phenanthrene nucleus", *Proceedings of the Royal Society of London. Series B-Biological Sciences*, vol. 125, pp. 222-232.

Estrada-Camarena, E., López-Rubalcava, C., Vega-Rivera, N., Récamier-Carballo, S., y Fernández- Guasti, A. (2010). "Antidepressant effects of estrogens: a basic approximation", *Behavioural pharmacology*, vol. 21, pp. 451–464.

GBD compare. (2021). Institute For Health Metrics And Evaluation. Recuperado de <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/>.

Hernández-Hernández, O. T., Martínez-Mota, L., Herrera-Pérez, J. J., y Jiménez-Rubio, G. (2019). "Role of Estradiol in the Expression of Genes Involved in Serotonin Neurotransmission: Implications for Female Depression", *Current Neuropsychopharmacology*, vol. 17, pp. 459-471.

Horenstein, A., y Heimberg, R. G. (2020). "Anxiety disorders and healthcare utilization: A systematic review", *Clinical Psychology Review*, vol. 81, 101894.

Hyer, M. M., Phillips, L. L., y Neigh, G. N. (2018). "Sex Differences in Synaptic Plasticity: Hormones and Beyond", *Frontiers in molecular neuroscience*, vol. 11, pp. 266.

Isaacson, R. L. (2001). "Limbic System" en Smelser NJ y Baltes PB (eds.), *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, (pp. 8858–8862), Elsevier Ltd.

Ji, R., Cui, M., Zhou, D., Pan, X., Xie, Y., Wu, X., Liang, X., Zhang, H., y Song, W. (2023). "Adulthood bisphenol A exposure induces anxiety in male mice via downregulation of alpha-1D adrenergic receptor in paraventricular thalamus", *Ecotoxicology And Environmental Safety*, vol. 262, pp. 115205.

Kawa, I. A., Masood, A., Ganie, M. A., Fatima, Q., Jeelani, H., Manzoor, S., Rizvi, S. M., Muzamil, M., y Rashid, F. (2019). "Bisphenol A (BPA) acts as an endocrine disruptor in women with Polycystic Ovary Syndrome: Hormonal and metabolic evaluation", *Obesity Medicine*, vol. 14.

Kundakovic, M., y Rocks, D. (2022). "Sex hormone fluctuation and increased female risk for depression and anxiety disorders: From clinical evidence to molecular mechanisms", *Frontiers in neuroendocrinology*, vol. 66.

La Merrill, M. A., Vandenberg, L. N., Smith, M. T., Goodson, W., Browne, P., Patisaul, H. B., Guyton, K. Z., Kortenkamp, A., Coglian, V. J., Woodruff, T. J., Rieswijk, L., Sone, H., Korach, K. S., Gore, A. C., Zeise, L., y Zoeller, R. T. (2019). "Consensus on the key characteristics of endocrine-disrupting chemicals as a basis for hazard identification", *Nature Reviews. Endocrinology*, vol. 16, pp. 45-57.

Li, L., Wang, Q., Zhang, Y., Niu, Y., Yao, X., y Liu, H. (2015). "The Molecular Mechanism of Bisphenol A (BPA) as an Endocrine Disruptor by Interacting with Nuclear Receptors: Insights from Molecular Dynamics (MD) Simulations", *PLoS One*, vol. 10.

Liu, H., Wu, X., Liu, Y., Guo, Z., Ge, Q., y Sun, Z. (2022). "The curing characteristics and properties of bisphenol A epoxy resin/maleopimaric acid curing system", *Journal Of Materials Research And Technology/Journal Of Materials Research And Technology*, vol. 21, pp. 1655-1665.

Liu, W., Zhang, W., Zheng, Z., Zou, J., Liu, X., Huang, S., You, W., He, Y., Zhang, J., Wang, X., y Pan, B. (2020). "Identification of a prefrontal cortex-to-amygdala pathway for chronic stress-induced anxiety", *Nature Communications*, vol. 11.

Ma, M., Zhao, W., Tan, T., Hitabatuma, A., Wang, P., Wang, R., y Su, X. (2022). "Study of eighteen typical bisphenol analogues as agonist or antagonist for androgen and glucocorticoid at sub-micromolar concentrations in vitro", *Science Of The Total Environment*, vol. 822, pp. 153439.

Manzoor, M. F., Tariq, T., Fatima, B., Sahar, A., Tariq, F., Munir, S., Khan, S., Ranjha, M. M. A. N., Sameen, A., Zeng, X., y Ibrahim, S. A. (2022). "An insight into bisphenol A, food exposure and its adverse effects on health: A review", *Frontiers In Nutrition*, vol. 9.

Manzoor, M. F., Tariq, T., Fatima, B., Sahar, A., Tariq, F., Munir, S., Khan, S., Ranjha, M. M. A. N., Sameen, A., Zeng, X., y Ibrahim, S. A. (2022). "An insight into bisphenol A, food exposure and its adverse effects on health: A review", *Frontiers In Nutrition*, vol. 9.

Martin, E. I., Ressler, K. J., Binder, E., y Nemeroff, C. B. (2009). "The neurobiology of anxiety disorders: brain imaging, genetics, and psychoneuroendocrinology", *The Psychiatric clinics of North America*, vol. 32, pp. 549–575.

Mikolajewska, K., Stragierowicz, J., y Gromadzińska, J. (2015). "Bisphenol A – Application, sources of exposure and potential risks in infants, children and pregnant women", *International Journal Of Occupational Medicine And Environmental Health*, vol. 28, pp. 209–241.

Mitra, T., Gulati, R., Ramachandran, K., Rajiv, R., Enninga, E. a. L., Pierret, C. K., R, S. K., y Janardhanan, R. (2024). "Endocrine disrupting chemicals: gestational diabetes and beyond", *Diabetology & Metabolic Syndrome*, vol. 16.

Müller, J. E., Meyer, N., Santamaria, C. G., Schumacher, A., Luque, E. H., Zenclussen, M. L., Rodriguez, H. A., y Zenclussen, A. C. (2018). "Bisphenol A exposure during early pregnancy impairs uterine spiral artery remodeling and provokes intrauterine growth restriction in mice", *Scientific Reports*, vol. 8.

Nishikawa, M., Iwano, H., Yanagisawa, R., Koike, N., Inoue, H., y Yokota, H. (2010). "Placental Transfer of Conjugated Bisphenol A and Subsequent Reactivation in the Rat Fetus", *Environmental Health Perspectives*, vol. 118, pp. 1196–1203.

Penzo, M. A., y Gao, C. (2021). "The paraventricular nucleus of the thalamus: an integrative node underlying homeostatic behavior". *Trends in neurosciences*, vol. 44, pp. 538–549.

Perera, F., Nolte, E. L. R., Wang, Y., Margolis, A. E., Calafat, A. M., Wang, S., Garcia, W., Hoepner, L. A., Peterson, B. S., Rauh, V., y Herbstman, J. (2016). "Bisphenol A exposure and symptoms of anxiety and depression among inner city children at 10–12 years of age", *Environmental Research*, vol. 151, pp. 195–202.

Perez, D. M. (2020). "α1-Adrenergic Receptors in Neurotransmission, Synaptic Plasticity, and Cognition". *Frontiers In Pharmacology*, vol. 11.

Pivonello, C., Muscogiuri, G., Nardone, A., Garifalos, F., Provisiero, D. P., Verde, N., De Angelis, C., Conforti, A., Piscopo, M., Auriemma, R. S., Colao, A., y Pivonello, R. (2020). "Bisphenol A: an emerging threat to female fertility", *Reproductive Biology And Endocrinology*, vol. 18, pp. 1–33. Plastic Oceans International. (2021). *Plastic Pollution Facts*. Recuperado de <https://plasticoceans.org/the-facts/>.

Rajmohan, V., y Mohandas, E. (2007). "The limbic system", *Indian journal of psychiatry*, vol. 49, pp. 132–139.

Rebar, R. W., y Erickson, G. F. (2012). "Reproductive Endocrinology and Infertility" en Goldman L., Schafer AI (eds.), *Goldman's Cecil Medicine*, (pp. e109-e122), Elsevier Inc.

Reed, B. G., y Carr, B. R. (2018). "The Normal Menstrual Cycle and the Control of Ovulation" en Feingold KR., Anawalt B., Blackman MR., et al., (eds.), *Endotext*. South Dartmouth (MA): MDText.com, Inc.

Renczés, E., Borbélyová, V., Steinhardt, M., Höpfner, T., Stehle, T., Ostatníková, D., y Celec, P. (2020). "The Role of Estrogen in Anxiety-Like Behavior and Memory of Middle-Aged Female Rats", *Frontiers In Endocrinology*, vol. 11.

Siddiqui, A. N., Siddiqui, N., Khan, R. A., Kalam, A., Jabir, N. R., Kamal, M. A., Firoz, C. K., y Tabrez, S. (2016). "Neuroprotective Role of Steroidal Sex Hormones: An Overview", *CNS neuroscience & therapeutics*, vol. 22, pp. 342–350.

Sosa-Ferrera, Z., Mahugo-Santana, C., y Santana-Rodríguez, J. J. (2013). "Analytical Methodologies for the Determination of Endocrine Disrupting Compounds in Biological and Environmental Samples", *BioMed Research International*, vol. 2013, pp. 1-23.

Takeuchi, K. (2012). "Polycarbonates" en Matyjaszewski K., Möller M (eds.), *Polymer Science: A Comprehensive Reference*, (pp. 363-376), Elsevier Inc.

Van de Poll, Y., Cras, Y., y Ellender, T. J. (2023). "The neurophysiological basis of stress and anxiety - comparing neuronal diversity in the bed nucleus of the stria terminalis (BNST) across species", *Frontiers In Cellular Neuroscience*, vol. 17.

Wang, Y., Du, X., Wang, D., Wang, J., y Du, J. (2020). "Effects of Bisphenol A Exposure during Pregnancy and lactation on Hippocampal Function in Newborn Rats", *International Journal of Medical Sciences*, vol. 17, pp. 1751–1762. Ye, Y., Tang, Y., Xiong, Y., Feng, L., y Li, X. (2018). "Bisphenol A exposure alters placentation and causes preeclampsia-like features in pregnant mice involved in reprogramming of DNA methylation of WNT2", *The FASEB Journal*, vol. 33, pp. 2732–2742.

Yilmazer-Hanke, D. (2015). "Amygdala" en Toga AW (ed.), *Brain Mapping* (pp. 341–346), Elsevier Inc.

Zaborowska, M., Wyszowska, J., Borowik, A., y Kucharski, J. (2023). "Bisphenols-A Threat to the Natural Environment", *Materials (Basel, Switzerland)*, vol. 16, pp. 1-26.



CAPÍTULO 11

EXPLORACIÓN DEL CONSTRUCTO: FUNCIÓN BUCOFACIAL EN ESTOMATÓLOGOS PEDIATRAS

Itzel Juan Velazquez

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Estomatología

Erika Beatriz Etcheverry Doger

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Estomatología

Jennifer Antón Sarabia

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Estomatología

Karla Marisol Teutli Mellado

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Estomatología

RESUMEN: El crecimiento y desarrollo facial están condicionados por el adecuado funcionamiento del sistema estomatognático; de este modo, alteraciones en funciones como la respiración, deglución y masticación se vinculan directamente con modificaciones en la morfología de las arcadas dentarias y en su relación con las estructuras óseas que las sustentan. El objetivo de este estudio fue explorar el constructo de función bucofacial a través de un grupo de estomatólogos pediatras para su validación. El enfoque de este estudio es cualitativo, sustentado en una revisión de la literatura científica reciente y en la identificación de instrumentos validados para la evaluación de la función bucofacial. Con base a esta revisión, se diseñó una guía de entrevista semiestructurada. Los informantes clave fueron seleccionados mediante muestreo “bola de nieve” y contactados por invitación formal, tras aceptar su participación, se acordaron las condiciones y fechas de las entrevistas. De los 5 participantes, cuatro consideraron que es importante integrar al constructo la evaluación de la función: fonación. A partir de sus aportaciones se identificó un hallazgo relevante: la ausencia de un instrumento estandarizado para la evaluación de las funciones bucofaciales. Los participantes coincidieron en que dicha valoración se realiza de manera implícita dentro de la historia clínica. La falta de sistematización en los procesos de diagnóstico pone de manifiesto la necesidad de desarrollar instrumentos de evaluación de función bucofacial que garanticen uniformidad y objetividad en la práctica clínica de los estomatólogos pediatras.

PALABRAS CLAVE: Investigación cualitativa, estomatología pediátrica, función bucofacial, constructo, entrevista semiestructurada.

1. INTRODUCCIÓN

La estomatología pediátrica es la disciplina que se encarga de evaluar el estado de salud bucal de los pacientes pediátricos desde el nacimiento hasta la adolescencia, en consecuencia, son capaces de identificar hábitos o condiciones poco saludables en los niños desde las primeras etapas de vida (Scribante, A., & Pascadopoli, M., 2024).

El sistema estomatognático constituye una unidad morfofuncional compuesta por diversas estructuras encargadas de diversas funciones como la respiración, la deglución y la fonación (Kilinc, D. D., & Mansiz, D., 2023); las anomalías bucofaciales miofuncionales comprenden alteraciones en las funciones, estructura, crecimiento y formación del sistema estomatognático, dichas alteraciones se asocian principalmente con las maloclusiones y un desarrollo facial subóptimo (D'Onofrio L., 2019).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, se considera a la maloclusión como el tercer problema de salud más importante después de la caries y la enfermedad periodontal, con una prevalencia de 39 % en niños y adolescentes (Cenzato, N. et al, 2021)., en cuanto a la prevalencia de alteraciones en las funciones bucofaciales, estas no se encuentran bien descritas en la población mexicana.

Expuesto lo anterior, nace la importancia de realizar la búsqueda de un instrumento validado para realizar la evaluación de las funciones bucofaciales, durante esta búsqueda se identificó la falta de un instrumento de evaluación en el contexto mexicano y en el sector de la estomatología pediátrica (odontopediátrico), además de que los instrumentos encontrados han sido realizados por otorrinolaringólogos, logopedas y no por estomatólogos. Por lo tanto; el objetivo de este estudio fue realizar la exploración del constructo: función bucofacial; a través de entrevistas a un grupo de estomatólogos pediatras, para lograr la validez de contenido de un instrumento.

Este capítulo consta de 6 secciones a través de las cuales se describe cómo se llevó a cabo la exploración del constructo. Los apartados del capítulo se describen a continuación: en la sección 2 se describen conceptos básicos sobre investigación cualitativa en salud y en estomatología; en la sección 3 se describe a la entrevista semiestructurada como un procedimiento para obtener información; en la sección 4 se describen los detalles sobre la metodología empleada en esta investigación; en la sección 5 se mencionan los resultados obtenidos y en la sección 6 las conclusiones de la investigación.

2. INVESTIGACIÓN CUALITATIVA EN SALUD Y ESTOMATOLOGÍA

El concepto de investigación no cuenta con una definición única, el *Oxford English Dictionary* lo define como un estudio minucioso sobre un tema, orientado a descubrir hechos; por otro lado, el *Webster's Dictionary* lo define como un examen

sistemático dirigido al descubrimiento e interpretación de hechos, leyes o teorías (Pyo, J. et al., 2023).

La investigación cualitativa se centra en ofrecer una comprensión más amplia y contextualizada de los fenómenos sociales mediante un estudio intensivo que a diferencia de la investigación cuantitativa, está orientada a establecer hechos en entornos controlados (Chai, H. et al., 2021).

La investigación cualitativa ofrece una perspectiva innovadora para abordar y explorar cuestiones relevantes en el ámbito del conocimiento estomatológico y la práctica clínica, este enfoque abarca un conjunto de estrategias metodológicas para comprender fenómenos sociales a través del análisis de experiencias, conductas, percepciones de los individuos en un entorno social. Las técnicas de obtención de datos empleadas son las entrevistas, notas, grabaciones, fotografías y memorandos (Ritchie J., Lewis J. 2003)

De acuerdo con Creswell JW (2015), la investigación cualitativa es aplicable en los siguientes escenarios:

1. Cuando se realiza un abordaje de un tema poco conocido.
2. Cuando los métodos cuantitativos no logran explicar un fenómeno.
3. Cuando se busca ofrecer una perspectiva sobre un tema de investigación que es difícil de comprender con la bibliografía existente.
4. Cuando se realiza una investigación que requiere de una escritura descriptiva detallada.

La investigación cualitativa tiene como finalidad recopilar información de manera integral y ofrecer detalles sobre lo estudiado. Este tipo de investigación se realiza bajo el orden que se puede ver en la Figura 1.



Figura 1. Flujo de trabajo general de la investigación cualitativa

Nota: Adaptado de *“Qualitative Research in Healthcare: Necessity and Characteristics”* (p.16), por J. Pyo, 2023, Journal of Preventive Medicine & Public Health.

2.1 Muestreo en investigación cualitativa

La selección de los sujetos en la investigación cualitativa es fundamental, ya que la mayoría de las preguntas de investigación se centran en el conocimiento del ser humano, los participantes deben poseer características como: tener amplio conocimiento, experiencia y las actitudes necesarias para aportar las respuestas más adecuadas a las preguntas de investigación (Pyo, J, et al, 2023).

El muestreo intencional es el tipo de muestreo más utilizado en investigación cualitativa, ya que se basa en la selección de participantes que cumplan con las características que se requieren para el estudio. El tamaño de la muestra suele ser reducido y se determina por la saturación teórica, el tamaño de la muestra permite un análisis detallado y maximiza la utilidad de la información recopilada (Saunders, B., et al 2018). En la tabla 1 se identifican los tipos de muestreo intencional.

Tabla 1. Métodos de muestreo intencional para la selección de participantes

Método de muestreo	Explicación
Muestreo típico	Selecciona el entorno y a las personas más representativas para el tema de investigación
Muestreo único	Selecciona situaciones o sujetos únicos y poco comunes que satisfagan el propósito de la investigación
Muestreo de variación máxima o teórico	Selecciona a los sujetos que muestren la máxima variación con una población objetivo
Muestreo de conveniencia	Selecciona sujetos que puedan ser muestreados de manera más conveniente considerando limitaciones prácticas, como financiación, tiempo y ubicación
Muestreo bola de nieve	Selecciona participantes clave de la investigación que satisfagan los criterios establecidos por el investigador y utilizar sus recomendaciones para reclutar participantes adicionales en la investigación.

Nota: Esta tabla muestra los distintos tipos de muestreo intencional para la selección de participantes en investigación cualitativa. Adaptado de “*Qualitative Research in Healthcare: Necessity and Characteristics*” (p.16), por J. Pyo, 2023, Journal of Preventive Medicine & Public Health.

3. LA ENTREVISTA

La entrevista es uno de los principales métodos de recopilación de datos más utilizado en investigación cualitativa, permite explorar el tema de investigación desde una perspectiva a profundidad y detalle de cada participante (Dicicco-Bloom, B., & Crabtree, B. F. 2006).

De acuerdo con Gil, P., et al (2018,) existen tres tipos de entrevistas en investigación:

Estructuradas: Siguen un cuestionario fijo, son rápidas y fáciles de contestar, útiles cuando los participantes tienen dificultades de lectura y escritura.

No estructuradas: Se basa en la libre conversación, permite obtener profundidad de la información, son largas y difíciles de gestionar.

Semiestructuradas: Es la combinación de preguntas claves con la flexibilidad de explorar nuevas ideas, brinda orientación y son las más utilizadas en investigación en salud.

4. METODOLOGÍA

Diseño del estudio

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo de tipo exploratorio, con el objetivo de examinar el tipo de conocimiento, percepción y abordaje de los estomatólogos pediatras (odontopediatras) sobre el tema: función

bucofacial. Este enfoque de estudio permitió obtener información detallada acerca del conocimiento y de los hallazgos clínicos de los expertos.

Muestreo

Los participantes se seleccionaron mediante el muestreo no probabilístico intencional bola de nieve, bajo los siguientes criterios:

Inclusión: Estomatólogos pediatras con más de 5 años de experiencia, con amplio conocimiento en el tema de interés, disposición a colaborar en la investigación.

Exclusión: Estomatólogos pediatras que no puedan realizar la entrevista.

Técnicas de contacto

Los participantes fueron reclutados vía *Whatsapp*, se realizó una invitación donde se explicó de manera breve el propósito del estudio, las características de la entrevista (duración de entrevista, tipos de preguntas, carácter de entrevista virtual o presencial, confidencialidad de la entrevista y protección de la información), tan pronto como se recibió respuesta y disposición a colaborar en el estudio, se fijó la fecha y carácter de la entrevista.

Participantes

Se logró contactar a un total de 5 participantes, en las figuras 2,3,4 y 5 se observan los datos demográficos de los participantes.

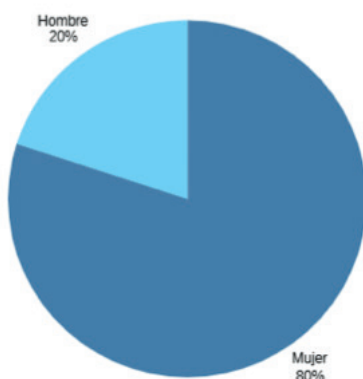


Figura 2. Sexo

Nota: El diagrama de sectores representa la variable sexo, donde el 80% de los participantes fue de un total de 4 mujeres y el 20% estuvo conformado por 1 hombre.

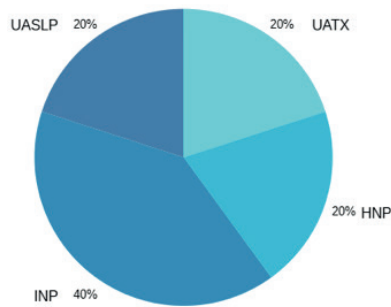


Figura 3. Universidad de egreso de la especialidad

Nota: En el diagrama de sectores se observa la variabilidad de universidades de egreso entre los participantes

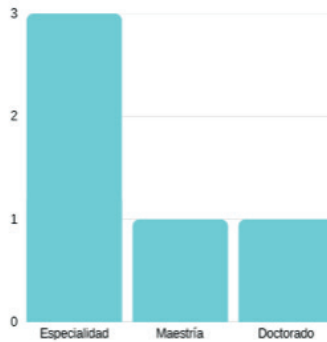


Figura 4. Último grado de estudios de los participantes

Nota: En este gráfico se observa que de los 5 participantes, dos realizaron un postgrado en maestría y doctorado.

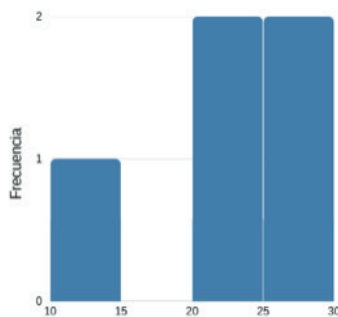


Figura 5. Años de experiencia clínica de los participantes

Nota: En este gráfico se identificaron los siguientes estadísticos; Media: 21, Desviación estándar: 5.5, Coeficiente de variabilidad: 26%.

Recolección de datos

La información se obtuvo a través de una guía de entrevista semiestructurada, que fue diseñada a partir de la revisión de literatura actual sobre función bucofacial.

La guía de entrevista abarcó aspectos demográficos de los participantes como son: edad, estado civil, último grado de estudios, años de experiencia clínica o docente. La guía estuvo conformada por tres secciones: la primera fue sobre el conocimiento general sobre función bucofacial, la segunda, abarcó preguntas sobre la edad y momento para realizar la evaluación de la función y la última trató sobre métodos de evaluación y diagnóstico de las funciones bucofaciales.

Las entrevistas fueron realizadas por la investigadora principal, fueron grabadas (audio) con autorización de los participantes y estas fueron transcritas, con una duración de 20 a 35 minutos y se realizaron de manera individual a cada uno de los participantes. En la primera sección de la entrevista la primera pregunta fue: ¿Qué entiende usted por función bucofacial en estomatología?, esto debido a la importancia de que tanto el investigador principal como el entrevistado se encontraran en el mismo contexto. En la tabla 2 se encuentran algunas de las preguntas realizadas durante la entrevista.

Tabla 2. Preguntas realizadas durante la entrevista

	Preguntas
Sección 1	¿Qué entiende usted por función bucofacial en estomatología? ¿Qué componentes considera que son claves en la evaluación de la función?
Sección 2	¿Usted realiza algún tipo de evaluación de la función bucofacial? En caso de realizarla, ¿cómo realiza la evaluación y a qué edad considera que es importante iniciarla?
Sección 3	¿Utiliza alguna herramienta para evaluar la función bucofacial (algún instrumento de evaluación)? ¿Qué regiones o estructuras anatómicas toma a consideración?

Análisis de datos

La información obtenida de las grabaciones fue transcrita y analizada con el fin de identificar categorías y subcategorías en relación con el constructo función bucofacial en la práctica de la estomatología. Se realizó el análisis de contenido a través de una hoja en excel, donde se contextualizó las palabras, temas y conceptos, lo que permitió identificar patrones de significado.

5. RESULTADOS

Los datos obtenidos de las entrevistas semiestructuradas reflejaron el conocimiento e interés de los participantes sobre la función bucofacial, se identificaron 4 dimensiones principales: la exploración extraoral, intraoral, evaluación funcional, y otras condiciones que pueden alterar la función.

En la dimensión exploración extraoral, los entrevistados consideran importante evaluar la marcha del paciente, observar la tonicidad muscular, verificar si existe algún tipo de retrusión o protrusión mandibular, verificar el tamaño de las narinas y su permeabilidad, observar la postura e hidratación de los labios.

En la exploración intraoral, los entrevistados coinciden en observar alteraciones anatómicas que afectan a que se lleven a cabo las funciones bucofaciales, entre las principales variaciones anatómicas que los expertos consideran observar es si existe hipertrofia amigdalina, frenillo lingual corto, o tamaño estrecho del maxilar y resaltan la importancia de relacionar las alteraciones en las funciones con las maloclusiones o interferencias dentarias.

En dimensión de la evaluación funcional, los expertos coinciden en observar al paciente en una posición relajada y observar si este inhala aire por la boca, o interpone la lengua durante el habla, mencionan realizar pruebas de masticación observando la manera en que inciden los alimentos y si la masticación es de manera unilateral o bilateral, uno de los expertos resalta que pide al paciente tragar agua y observa si hay movilidad de los músculos periorales durante la deglución.

De los cinco participantes, cuatro consideraron que es importante integrar al constructo la evaluación de la función: fonación, debido que ha sido uno de los motivos principales de consulta.

Dentro de las condiciones que pueden alterar las funciones, los expertos mencionaron que la alergia, los hábitos perniciosos y el bruxismo fueron los principales.

A partir de las aportaciones se identificó un hallazgo relevante: la ausencia de un instrumento estandarizado para la evaluación de las funciones bucofaciales. Los participantes coincidieron en que dicha valoración se realiza de manera implícita dentro de la historia clínica, ya que no conocen un instrumento que sea válido para realizar la evaluación de las funciones bucofaciales.

Finalmente, los participantes consideran que el desarrollo de un instrumento de evaluación permitirá realizar mejores diagnósticos para poder remitir a los pacientes con los especialistas más pertinentes y de esta manera lograr una intervención multidisciplinaria priorizando la salud y bienestar de los infantes. En la figura 6 se observan los datos más resaltantes que conforman el constructo de función bucofacial a través de un mapa mental.

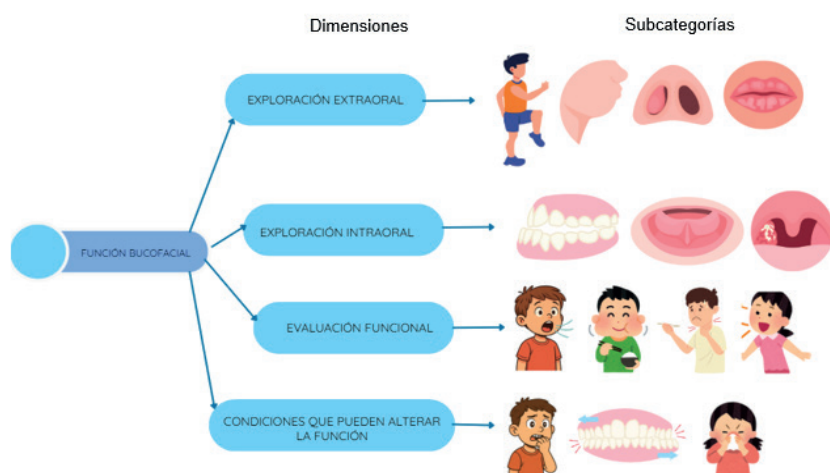


Figura 6. Mapa mental del constructo

Nota: Esta imagen representa el constructo de función bucofacial, que se obtuvo a través de las entrevistas, se identificaron las principales dimensiones además de las categorías de cada una de estas.

6. CONCLUSIONES

La investigación cualitativa constituye una herramienta primordial, debido a que garantiza la obtención de conocimiento profundo por parte de los participantes siempre y cuando cumplan con los criterios de selección para el tipo de estudio.

Este estudio exploratorio permitió comprender que la función bucofacial en estomatología pediátrica es esencial para garantizar un diagnóstico integral en la población pediátrica, el análisis realizado a través de las entrevistas semiestructuradas pone en evidencia la necesidad de crear un instrumento de evaluación de las funciones bucofaciales, la evidencia actual refiere que se han realizado instrumentos de evaluación válidos en el área de fonoaudiología, logopedia y otorrinolaringología, pero no existen instrumentos validados para el área estomatológica.

La falta de sistematización en los procesos de diagnóstico pone de manifiesto la necesidad de desarrollar instrumentos de evaluación de la función bucofacial que garanticen uniformidad y objetividad en la práctica clínica de los estomatólogos pediatras.

Los hallazgos reportados en este estudio garantizan las bases sólidas para el diseño y construcción de un instrumento de evaluación de la función bucofacial en estomatología pediátrica.

REFERENCIAS

- Cenzato, N., Nobili, A., & Maspero, C. (2021). Prevalence of Dental Malocclusions in Different Geographical Areas: Scoping Review. *Dentistry journal*, 9(10), 117. <https://doi.org/10.3390/dj9100117> (Artículo de revista)
- Chai, H. H., Gao, S. S., Chen, K. J., Duangthip, D., Lo, E. C. M., & Chu, C. H. (2021). A Concise Review on Qualitative Research in Dentistry. *International journal of environmental research and public health*, 18(3), 942. <https://doi.org/10.3390/ijerph18030942> (Artículo de revista)
- Creswell JW. (2015). Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. 4th ed. Los Angeles: SAGE Publications. (Capítulo de libro)
- Dicicco-Bloom, B., & Crabtree, B. F. (2006). The qualitative research interview. *Medical education*, 40(4), 314–321. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2006.02418.x> (Artículo de revista)
- D'Onofrio L. (2019). Oral dysfunction as a cause of malocclusion. *Orthodontics & craniofacial research*, 22 Suppl 1(Suppl 1), 43–48. <https://doi.org/10.1111/ocr.12277> (Artículo de revista)
- Gill, P., Stewart, K., Treasure, E. et al. (2008). Methods of data collection in qualitative research: interviews and focus groups. *Br Dent J* 204, 291–295. <https://doi.org/10.1038/bdj.2008.192> (Artículo de revista)
- Kilinc, D. D., & Mansiz, D. (2023). Myofunctional orofacial examination tests: a literature review. *BMC oral health*, 23(1), 350. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03056-1> (Artículo de revista)
- Pyo, J., Lee, W., Choi, E. Y., Jang, S. G., & Ock, M. (2023). Qualitative Research in Healthcare: Necessity and Characteristics. *Journal of preventive medicine and public health = Yebang Uihakhoe chi*, 56(1), 12–20. <https://doi.org/10.3961/jpmph.22.451> (Artículo de revista)
- Ritchie J., Lewis J. (2003) Qualitative Research Practice: A Guide for Social Science Students and Researcher. 2nd ed. Sage Publications Limited; London, UK. (Capítulo de libro)
- Saunders, B., Sim, J., Kingstone, T., Baker, S., Waterfield, J., Bartlam, B., Burroughs, H., & Jinks, C. (2018). Saturation in qualitative research: exploring its conceptualization and operationalization. *Quality & quantity*, 52(4), 1893–1907. <https://doi.org/10.1007/s11135-017-0574-8> (Artículo de revista)
- Scribante, A., & Pascadopoli, M. (2024). Current reviews in pediatric dentistry. *The Journal of clinical pediatric dentistry*, 48(5), 1–3. <https://doi.org/10.22514/jocpd.2024.098> (Artículo de revista)



C A P Í T U L O 12

EDADISMO Y PERSPECTIVAS DE GÉNERO: DESIGUALDADES ESTRUCTURALES EN EL ENVEJECIMIENTO Y EL CUIDADO DE LA SALUD

Rosa Lydia Muñoz Téllez

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Ciencias,
Estudiante de Doctorado en Investigación y Educación para la Salud

Bernardo Briones Aguirre

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Medicina

RESUMEN: En el presente trabajo se hace una revisión crítica sobre el edadismo y la perspectiva de género. El proceso de envejecimiento está determinado por múltiples determinantes, no sólo fisiológicos, bioquímicos y psicológicos, sino también sociales, económicos y culturales, estas situaciones tienen una repercusión en el tipo de envejecimiento entre ambos sexos, en los cuales experimentan escenarios diferentes, lo que condiciona diversas desigualdades e inequidades. El edadismo es un obstáculo para el bienestar e inclusión de la adulta mayor, a una vida plena, libre de violencia, acceso a recursos ya que se desenvuelve en un escenario muy complejo cargado de estereotipos etarios y de género que impactan en la edad adulta.

PALABRAS CLAVE: Edadismo, Perspectivas de Género, Envejecimiento, Educación para la salud.

1. INTRODUCCIÓN

El envejecimiento poblacional configura uno de los retos sociales más trascendentales de esta década. La esperanza de vida a nivel mundial es mayor en las mujeres con una diferencia de 4.8 años. Por otra parte, en nuestro país se estima que la esperanza de vida es de 75.7 años para el hombre y 79 años para la mujer en 2025 según el Consejo Nacional de Población (CONAPO). Esto nos habla de feminización en el envejecimiento. (Fondo de Población de las Naciones Unidas [UNFPA], 2025), como por ejemplo en el año 2020 46.3% de las personas mayores de 60 años eran hombres, y las mujeres alcanzaban el 53.7% de acuerdo a los indicadores de género (INMUJERES, 2021).

Este proceso demográfico atraviesa por varias formas de discriminación como lo es el edadismo, que es una forma estereotipada de tratar a las personas mayores, siendo discriminatoria, normalizada y persistente (Fernández-Ballesteros, 2022). El edadismo una forma de discriminación hacia los individuos en base a su edad, y que se manifiesta en especial forma en las etapas tardías del ciclo vital, es decir en la vejez.

El edadismo es una forma de discriminación estructural que se adiciona a la dimensión de la perspectiva de género siendo ésta ignorada. La experiencia de envejecer en nuestras sociedades no es homogénea, está marcada por líneas vitales que diferencian entre hombres y mujeres, como son sus perspectivas los roles sociales, los escenarios culturales en que se desenvuelven cada género y las condiciones socioeconómicas. Las mujeres adultas mayores presentan una doble invisibilización: la edad y el género (INAD, 2017).

En la educación para la salud en la gerontología, la interseccionalidad permite comprender como las desigualdades estructurales entre las distintas clases sociales, la escolaridad, la etnicidad, o el género interactúan a lo largo del desarrollo en las mujeres, pero las experiencias particulares en torno al envejecimiento tienen un mayor impacto en las mujeres.

El objetivo general de este trabajo es analizar los fundamentos teóricos del edadismo con una perspectiva de género, tomando en cuenta la interseccionalidad la cual nos permite determinar las diferencias de discriminación en base a la edad y el género.

Los objetivos particulares es revisar el marco teórico del edadismo, el género y la interseccionalidad. Describir bajo un contexto critico y abordar una estrategia desde la educación para la salud que permita mitigar los efectos debido al género

2. UN ENFOQUE TEÓRICO: EDADISMO, GÉNERO E INTERSECCIONALIDAD

El edadismo fue conceptualizado por el psiquiatra gerontólogo Robert Butler en el año 1969, refiriéndose a un proceso sistemático de discriminación hacia los adultos mayores. Este escenario de discriminación contempla las prácticas institucionales que marginan a las adultas mayores, las normas culturales y las políticas institucionales relacionados con la edad de las mismas (Ribera Casado, 2020).

En el ámbito de la medicina, al edadismo en la etapa de la vejez se le conoce como “viejismo”, ya que es usual que los profesionistas de la salud realicen diagnósticos tardíos al referir que los padecimientos del adulto mayor se deben a su la edad, lo que frecuentemente otorgan tratamientos subóptimos y tardíos, a criterios inadecuados ya que consideran esta etapa de la vida como una etapa de deterioro

y dependencia. En este contexto, los adultos mayores interiorizan el edadismo y dan por hecho que sus padecimientos de salud son normales, por lo que no deben ser tratados, sino asumirse como normales. La edad se ha convertido en un estigma a la hora de priorizar la atención médica de un adulto mayor.

La OMS define el concepto de género como un grupo de comportamientos, actividades, atributos y funciones sociales que cada sociedad considera apropiado para el sexo masculino como para el femenino (Serón, 2021). El envejecimiento con perspectiva de género es una herramienta analítica, que nos ayuda a comprender como las construcciones sociales entre lo masculino y lo femenino van moldeando la forma de envejecer de los individuos (Serón 2021). Esta conceptualización ha sido relacionada más al género femenino que al masculino (Cáceres M., 2021). En el escenario sociocultural, la violencia de género tiene una historia de dominación, desigualdad, discriminación y desventaja ejercida por el hombre hacia la mujer (Jaramillo-Bolivar, 2020). En el contexto del envejecimiento la mujer mayor se enfrenta a múltiples modelos de desaprobación como juicios estéticos, psicológicos y biológicos, sobrecargas de tareas de cuidados de padres y nietos, trabajos o profesiones ejercidas únicamente por el hombre, así como la posibilidad de volver a contraer matrimonio o tener una pareja o tener vida en concubinato (Pérez, 2022).

El termino interseccionalidad fue acuñado por la maestra Kimberlé Crenshaw para analizar las desigualdades en los diferentes escenarios sociales, laborales, culturales y en el contexto de justicia social (Cuéllar, 2023). Es una corriente que surge con el feminismo y es útil para generar políticas públicas entorno a las desigualdades y todos los escenarios que se originan a la discriminación de cualquier índole (Jiménez, 2022).

El envejecimiento no puede ser analizado de forma abstracta, la discriminación durante la vejez se ve combinada con la clase social, la etnia, la orientación sexual y el género, generando escenarios de discriminación muy particulares. Algunos artículos refieren el concepto de *multiple jeopardy* en la interseccionalidad para referirse a las desventajas acumuladas (Buchanan-Robinson, 2025), es decir que desigualdades que se observan en la vejez no se suman, sino que se multiplican (Siler, K., 2025).

La interseccionalidad nos ayuda a examinar la problemática que se genera entre el edadismo con perspectivas de género, para poder planear estrategias de intervención y proponer acciones que promuevan un envejecimiento saludable digno, inclusivo y con principios de equidad

3. EL EDADISMO CON PERSPECTIVA DE GÉNERO

En los últimos años la violencia contra las mujeres ha aumentado los reportes de la encuesta nacional sobre la dinámica de las relaciones en los hogares (ENIREH, 2021) el 14.6% de las mujeres mayores de 60 años han reportado 13% de violencia

psicológica, 1.5% violencia física y 4.7 violencia económica. Este escenario de violencia ha dado paso a la investigación y el estudio de los factores de riesgo. En México se han desarrollado políticas públicas para generar una cultura de conciencia, a través de los programas específicos para adultos mayores como son el programa de Pensión para el Bienestar de las Mujeres de 60 a 64 años le otorga un apoyo económico, y otros programas como Salud casa por casa y pensión adultos mayores (Gobierno de México, 2025). Sin embargo, el edadismo y la perspectiva de género sigue siendo una situación normalizada e invisibilizada.

La adulta mayor en nuestro país se ha pintado con una imagen desvalorizada, se han representado como la madre abnegada, cuidadora de padres y nietos, la abuela tierna, cariñosa y asexuada, o en el papel de suegras gruñonas, brujas y feas (Santaella, 2022). En cambio, los hombres adultos mayores aparecen en los medios de comunicación con una posición de galanes, poder, prestigio, con parejas jóvenes, vida sexual activa, con canas y arrugas atractivas, mientras que en la mujer no ocurre lo mismo, la belleza, la atracción y la capacidad de ser esposas, amantes o novias se presenta como un atributo de la juventud (Albeño, 2024).

La discriminación del sexo femenino en el ámbito de la salud se refleja en los ensayos clínicos, no solo por las características biológicas, fisiológicas y bioquímicas que atraviesa en todas las etapas de la vida, sino que sus dolencias y padecimientos son minimizados o atribuidos erróneamente a su edad o a los cambios hormonales propios de su fisiología y a los cambios neuroendocrinos y psico neuroendocrinos en su ciclo vital. (Bierer et al., 2022).

La escasa representación de la mujer, sobre todo de la mujer mayor en la investigación clínica es un problema bien reconocido, un estudio realizado por Vitale et al., (2017) con el objetivo de analizar de forma crítica la representación de los adultos mayores y la mujer en los ensayos clínicos aleatorios en las enfermedades cardiovasculares, concluyeron que la fisiopatología de la mujer es diferente al hombre con relación a las enfermedades cardiovasculares, y por lo tanto la presentación clínica también. Aunque esto no es justificable para la inclusión de un numero equitativo de participación en los ensayos clínicos, hay directrices internacionales para aumentar los registros de este grupo (Vitale et al., 2017).

En el contexto de la investigación clínica, hay una gran historia de exclusión. Van et al., refiere que la inclusión igualitaria del género en los ensayos clínicos en las enfermedades vasculares se realiza en mayor medida cuando las investigadoras son mujeres, sin embargo en una revisión de las publicaciones en revistas indexadas entre los años 2014 y 2018 tan sólo un 10% de estas investigaciones fueron dirigidas por mujeres investigadoras, esto nos habla del sexismo sistémico ya que la probabilidad de que una mujer sea la primera autora una publicación de ensayos clínicos es menor, porque los hombres son los que mantiene el rol de líder en los ensayos. (Van Spall et al., 2021).

En cuanto a la brecha del cuidado entre los hombres y las mujeres, ellas interrumpen su vida laboral para cuidar a sus padres o nietos, la vejez en la mujer se caracteriza por ser cuidadora primaria, esto se traduce a un desgaste físico y emocional que repercute en su salud. El trabajo del cuidado que ejerce la mujer dentro del núcleo familiar no es valorado, no tiene una cuantía económica, y por lo tanto no es remunerado (Vázquez, 2015). La necesidad de reivindicar y reconocer socialmente el trabajo de la mujer de mayor cobra gran relevancia, la Organización Internacional del Trabajo estima que el valor del trabajo doméstico y de cuidados no remunerado que ejercen las mujeres mayores representa el 9% del producto interno bruto a nivel mundial. Lograr la igualdad de este tipo de trabajo requiere un enfoque holístico, inversión, políticas públicas e intervención a nivel mundial (Rhea Crisologo, 2022).

La feminización del envejecimiento desde el campo de la gerontología es reconocida bajo el contexto estadístico, la longevidad de las mujeres no se traduce como mejores condiciones de vida, la condición de salud que presentan las mujeres entre los 70 y 80 años se puede predecir con las condiciones evaluadas antes de los 50 años (Gallardo-Peralta, 2018). A lo largo del ciclo vital encontramos en salud los llamados «periodos críticos», la menopausia es un período de transición, no es una enfermedad, sino una condición fisiológica, los síntomas influyen en la calidad de vida, en la salud emocional y en la situación social (Muñoz, 2018). La mujer mayor se enfrenta a la mala calidad de la atención sanitaria y menor promoción de las actividades en medicina preventiva y ausencia de políticas públicas para la geriatrización de la medicina.

4. LA EDUCACIÓN PARA LA SALUD DESDE UNA PERSPECTIVA DE GÉNERO

La mujer adulta mayor enfrenta barreras específicas que afectan su derecho a la salud, desde la sobrecarga en las tareas domésticas y de cuidado a terceros, menor acceso a tomar sus propias decisiones de sus asuntos sanitarios, escasa representación en los ensayos clínicos y por lo tanto menor acceso a información científica validada para su edad y sexo. En general los programas de salud son neutros y deberían plantearse con una perspectiva de género, dejar de reproducir patrones culturales.

Realizar diagnósticos y otorgar tratamientos sin caer en estereotipos o actitudes discriminatorias, la mujer presenta los peores indicadores en torno a la salud mental, tiene una prevalencia mayor en depresión y ansiedad que el hombre, en un estudio realizado con adultos mayores europeos utilizando la encuesta FRALLE y la técnica de regresión logística para el análisis de resultados reporto que los varones presentaban el 22.8% de depresión y las mujeres el 40.3% (Bravo, 2013), otro estudio realizado

en población estadounidense reporto mayor incidencia de depresión en mujeres, los hombres expresan de diferente forma la depresión, y está asociado a la socialización de roles de género, las actividades religiosas y la participación social tienen un efecto antidepresivo en los hombres y en las mujeres ningún efecto (Cheug, 2023). la prescripción de medicamentos antidepresivos y ansiolíticos es mayor en la mujer con relación al hombre, en un estudio realizado en la Columbia Británica en Canadá reportó la prescripción inapropiada de antidepresivos en mujeres, se utilizó los Criterios de Beers de la Sociedad Estadounidense de Geriátría, en que reporto el 31% de recetas con prescripción potencialmente inapropiada de benzodiacepinas, antidepresivos tricíclicos y AINES en mujeres con relación al hombre de un 26% (Morgan, 2016). En la prescripción de medicamentos debe tomarse en cuenta los cambios hormonales y bioquímicos que enfrenta el envejecimiento, realizar investigación clínica tomando en cuenta el de género (Bacigalupe, 2022).

La educación para la salud en la vejez es un proceso sistemático de aprendizaje que tiene como finalidad promover cambios en los estilos de vida, comportamientos, actitudes desde lo no saludables hacia lo saludables con el objetivo de mejorar la calidad de vida. Desde una perspectiva de género implica reconocer las diferencias no solo biológicas, fisiológicas bioquímicas y psicológicas que hay entre hombres y mujeres para realizar estrategias de enseñanza aprendizaje en contextos diferentes, adaptados a las necesidades, capacidades y realidades de masculinidades y feminidades.

En el campo de la Educación para la salud se deben de crear programas educativos que tengan las siguientes características:

La Accesibilidad: la oferta educativa en salud debe adaptar se a las situaciones, limitaciones geográficas, culturales y sociales, así como la disminución de la funcionalidad o discapacidad de los adultos mayores, como son las limitaciones físicas, sensoriales, y considerar las habilidades digitales e incluso la limitación en el grado escolar, es decir con un enfoque interseccional.

El diseño de los programas: deben tener contenidos que consideren la experiencia y la diversidad de habilidades de los adultos mayores.

Formar profesionales: La formación de personal sanitario para que sean educadores para la salud en su área de formación con herramientas de sensibilización, comunicación respetuosa y asertiva con una perspectiva de género y erradicación del edadismo.

Debe ser una Educación motivadora y autosuficiente: los programas educativos deben generar confianza, impulsar la participación de los adultos mayores, con estrategias atractivas visualmente claras, con un lenguaje simple y sin tecnicismos para crear confianza y la aceptación en el aprendizaje de cambios de estilos de vida y combatir el edadismo.

Los programas deben ser participativos: motivar e involucrar a los adultos mayores en la creación, implementación y evaluación de contenidos de los programas educativos en salud

Promover la alfabetización tecnológica: capacitar a los adultos mayores en el uso de tecnología digital para que tenga acceso a información clara, útil, pertinente, en tiempo real y actualizada.

5. CONCLUSIONES

El edadismo desde una perspectiva de género es una forma de discriminación que requiere la creación de estrategias de educativas para su abordaje interseccional. La educación para la salud es un derecho humano debe ser planteada en un contexto de igualdad y accesibilidad a todos los grupos sociales sin importar su edad. Se debe incluir en el currículo del RVOE de salud la geriatización, así se lograría que los sistemas equitativos y sostenibles. Es una responsabilidad de todos los grupos sociales, las instituciones educativas, los sistemas sanitarios creas políticas públicas y programas en educación para la salud que integren la erradicación del edadismo y la perspectiva de género y así crear una cultura de salud, promover la autonomía, el respeto y justicia social para los adultos mayores.

REFERENCIAS

Albeño, C. D. C. E., & de Artero, L. G. O. (2024). *Edadismo: los estereotipos de edad, un problema invisibilizado*. Realidad y Reflexión, (60), 31-51. DOI: <https://doi.org/10.5377/ryr.v1i60.19865>.

Bacigalupe, A., González-Rábago, Y., & Jiménez-Carrillo, M. (2022). *Desigualdad de género y medicalización de la salud mental: factores socioculturales determinantes desde el análisis de percepciones expertas*. Atención Primaria, 54(7), <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2022.102378>

Bierer, B. E., Meloney, L. G., Ahmed, H. R., & White, S. A. (2022). *Advancing the inclusion of underrepresented women in clinical research*. Cell Reports Medicine, 3(4). DOI: 10.1016/j.xcrm.2022.100553

Bravo, M. Á. E., Satorra, T. B., Giménez, P. J., Orrio, C. N., & Blanco, J. B. (2013). *Sintomatología depresiva en ancianos. La influencia del género*. Revista Española de Geriatria y Gerontología, 48(2), 59-64. <https://doi.org/10.1016/j.regg.2012.07.003>

Buchanan-Robinson, G., Jarvis, C. y Pandeli, J. (2025). *"Antes de abrir la boca, la sociedad nos ha etiquetado": Doble incriminación y la identidad de las pioneras negras*. En Mujeres, organizaciones y vulnerabilidad: arquetipos globales (1ª ed.) pp. 28-40 <https://doi.org/10.1016/j.2025.01.001>

org/10.4324/9781032627175.

Cáceres, M. G. (2021). *Teorías feministas, teorías de género. Una Metateorización. Barataria*. Revista Castellano-Manchega de Ciencias Sociales, (31). DOI:

<https://doi.org/10.20932/barataria.v0i31.618>

Cheung, E. S. L., & Mui, A. C. (2023). *Gender Variation and Late-life Depression: Findings from a National Survey in the USA*. Ageing international, 48(1), 263–280. <https://doi.org/10.1007/s12126-021-09471-5>

Muñoz Cobos, F., & Espinosa Almendro, J. M. (2008). Envejecimiento activo y desigualdades de género [Active ageing and gender inequalities]. *Atención primaria*, 40(6), 305–309. <https://doi.org/10.1157/13123684>

Cuéllar, D. P. (2023). ¿Qué hacer con la interseccionalidad en la psicología crítica latinoamericana? De la experiencia de clasismo, racismo y sexismo a la estructura capitalista colonial y heteropatriarcal. *Teoría y Crítica de la Psicología*, (19), 165-183. <http://www.teocripsi.com/ojs/> (ISSN: 2116-3480).

Fernández-ballesteros, R., & Casal, C. H. (2022). *El edadismo: una amenaza frente a las personas mayores*. Paz, 27. https://www.fundacionpilares.org/wp-content/uploads/2022/08/R-145.Tiempo-de-Paz_c6.pdf#page=15

Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA) en México, 2025. *Informe “Estado de la Población Mundial 2025”*. Páginas: 11, 13 y 25. enlace: <https://www.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/swp25-layout-es-v250609-web.pdf>

Gallardo-Peralta, Lorena, Córdova Jorquera, Isabel, Piña Morán, Marcelo, & Urrutia Quiroz, Beatriz. (2018). *Diferencias de género en salud y calidad de vida en personas mayores del norte de Chile*. Polis. Revista Latinoamericana (Santiago), 17(49), 153-175. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-65682018000100153>

Salinas Garza, J., Rodríguez Lozano, L., & García Monroy, M. (2023). *Perspectiva de género*. Revista Jurídica Mario Alario D’Filippo, 15(30), 326-339. <https://doi.org/10.32997/10.32997/2256.2796-vol.15-num.30-2023-4252>

Gobierno de México, (2025) <https://programasparaelbienestar.gob.mx/programas-bienestar/>

Hoyo, D. E. H., Losardo, R. J., & Bianchi, R. I. (2021). *Salud plena e integral: un concepto más amplio de salud*. Revista de la Asociación Médica Argentina, 134(1), 18-25. <https://>

eliashurtadohoyo.org/wp-content/uploads/2021/04/Salud-plena-e-integral.pdf

INMUJERES, 2021. *Envejecimiento. Sistema de Indicadores de Género*. <http://estadistica.inmujeres.gob.mx/formas/tarjetas/Envejecimiento.pdf>.

Instituto Nacional contra la Discriminación, la Xenofobia y el Racismo [INADI]. (2017). *Discriminación por edad, vejez, estereotipos y prejuicios*. <https://www.conabip.gob.ar/sites/default/files/Discriminacion-por-Edad-Vejez-Estereotipos-y-Prejuicios%20PARA%20CLASE%201.pdf>

Jaramillo-Bolívar, Cruz Deicy, y Canaval-Erazo, Gladys Eugenia. (2020). *Violencia de género: Un análisis evolutivo del concepto*. Universidad y Salud, 22(2), 178-185. Epub 01 de mayo de 2020. <https://doi.org/10.22267/rus.202202.18>

Jiménez Rodrigo, M. L. (2022). *Políticas de igualdad de género e interseccionalidad: estrategias y claves de articulación*. Convergencia, vol. 29, e17792. <https://doi.org/10.29101/crcs.v29i0.17792>

Morgan, S. G., Weymann, D., Pratt, B., Smolina, K., Gladstone, E. J., Raymond, C. y Mintzes, B. (2016). *Diferencias de sexo en el riesgo de recibir recetas potencialmente inapropiadas entre los adultos mayores. Edad y envejecimiento*, 45(4), 535–542. <https://doi.org/10.1093/ageing/afw074>

Pérez, A. M., & Fernández, M. C. (2022). *Violencia sistémica y género: disidencias y resistencias*. methaodos. revista de ciencias sociales, 10(1), 6-9. DOI:10.17502/mrcs.v10i1.554

Rhea Crisologo Hernando, (2022). *Unpaid Care and Domestic Work: Counting the Costs*. APEC Policy Support Unit. Policy Brief No 43. https://www.apec.org/docs/default-source/publications/2022/3/unpaid-care-and-domestic-work-counting-the-costs/222_psu_unpaid-care-and-domestic-work.pdf?sfvrsn=cac93c7c_2.

Ribera Casado, J. M. (2020). *Edadismo en tiempos de pandemia*. Anales de la Real Academia Nacional de Medicina, Madrid, 137(3), 305. <https://doi.org/10.32440/ar.2020.137.03.rev06>

Santaella Rodríguez, E., de Pinedo Extremera, C., & Martínez-Heredia, N. (2022). *Análisis de la presencia de las mujeres mayores en las series de televisión españolas*. Revista Estudios Feministas, 30, e79936. <https://doi.org/10.1590/1806-9584-2022v30n379936>

Serón, T., & Catalán, M. (2021). Identidad de género y salud mental. *Revista chilena de neuro-psiquiatría*, 59(3), 234–247 <http://dx.doi.org/10.4067/s0717-92272021000300234>

Siler, K. (2025). *Information Frequency, Value, and Difficulty as Sources of Social Inequality: Competitive Imbalances on Jeopardy!*. Social Psychology Quarterly, 1–25 American

Sociological Association 2025 DOI: 10.1177/01902725251341827 journals.sagepub.com/home/spq

Van Spall, H. G., Lala, A., Deering, T. F., Casadei, B., Zannad, F., Kaul, P., & Global CardioVascular Clinical Trialists (CVCT) Forum and Women As One Scientific Expert Panel. (2021). *Ending gender inequality in cardiovascular clinical trial leadership: JACC review topic of the week*. Journal of the American College of Cardiology, 77(23), 2960-2972. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.04.038>

Vázquez, I., & Mayobre, P. (2015). *Cuidar cuesta: Un análisis del cuidado desde la perspectiva de género*. Revista Española de Investigaciones Sociológicas (REIS), 151(1), 83-85. DOI: <https://doi.org/10.5477/cis/reis.151.83>

Vitale, C., Fini, M., Spoletini, I., Lainscak, M., Seferovic, P. y Rosano, G. M. (2017). Infrarrepresentación de ancianos y mujeres en los ensayos clínicos. Revista internacional de cardiología, 232, 216–221. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2017.01.018>



C A P Í T U L O 13

ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS INCLUSIVAS Y PERCEPCIONES SOBRE LA INTEGRACIÓN DE ESTUDIANTES CON DISCAPACIDAD EN EL NIVEL MEDIO SUPERIOR: UN ESTUDIO EN LA BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Verónica Beltrán Martínez

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla Facultad de Filosofía y Letras

José Gabriel Montes Sosa

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla Facultad de Filosofía y Letras

RESUMEN: El presente trabajo hace énfasis en las estrategias pedagógicas inclusivas y en las percepciones docentes y estudiantiles respecto a la integración de personas con capacidades diferentes dentro del aula. La investigación se realizó en la Preparatoria 2 de Octubre de 1968 de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (P2Oct68-BUAP), institución que en los últimos años ha impulsado políticas para la equidad y la accesibilidad educativa. El estudio adopta un enfoque descriptivo y transversal, aplicando cuestionarios tipo Likert y entrevistas semiestructuradas a docentes, estudiantes y personal administrativo. Los resultados reflejan una disposición positiva hacia la inclusión educativa, aunque se identifican carencias estructurales, formativas y actitudinales que limitan la consolidación de una práctica inclusiva efectiva. La mayor parte de los docentes reconoce la importancia de adaptar la enseñanza y los materiales didácticos, pero manifiesta no haber recibido capacitación formal para atender a estudiantes con discapacidad. Desde la perspectiva de los estudiantes, se observa empatía y apertura hacia la diversidad, aunque se percibe una falta de sensibilización continua en la comunidad escolar. Asimismo, los administrativos reconocen los avances en infraestructura y normativas, pero destacan la necesidad de fortalecer los protocolos institucionales de atención y la formación del personal. El trabajo concluye que la inclusión educativa requiere no solo de accesibilidad física, sino de una transformación pedagógica profunda, basada en la empatía, la cooperación y el diseño de estrategias que garanticen la participación plena de todos los estudiantes.

PALABRAS CLAVE: Educación inclusiva, estrategias pedagógicas, discapacidad, percepciones docentes y estudiantiles.

1. INTRODUCCIÓN

La educación inclusiva se ha convertido en uno de los pilares esenciales para garantizar el derecho a la educación con equidad, calidad y justicia social. A nivel mundial, organismos como la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) han promovido, desde finales del siglo XX, políticas orientadas a eliminar las barreras que impiden el acceso, la participación y el aprendizaje de todos los estudiantes, en particular de aquellos que presentan alguna discapacidad o situación de vulnerabilidad.

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, aprobada en 2015, establece en su Objetivo de Desarrollo Sostenible número 4 (ODS 4) el compromiso de “garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos” (Naciones Unidas, 2018). Este objetivo implica no solo la creación de entornos accesibles, sino también el desarrollo de prácticas pedagógicas que reconozcan y valoren la diversidad humana.

En este sentido, la UNESCO (2020) sostiene que la inclusión educativa debe concebirse como un proceso continuo de identificación y eliminación de barreras, para construir sistemas educativos que respondan a la pluralidad de necesidades, estilos de aprendizaje y contextos socioculturales. Asimismo, el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, 2022) ha enfatizado que la inclusión escolar no puede reducirse a la integración física de los estudiantes, sino que requiere un cambio estructural y cultural que promueva la participación de todos los actores educativos.

En México, la Secretaría de Educación Pública (SEP) ha incorporado desde 2012 lineamientos para fortalecer la educación inclusiva, particularmente a través del “Glosario de términos sobre discapacidad” y las “Estrategias nacionales de inclusión educativa” (SEP, 2023). Dichos lineamientos buscan asegurar que las escuelas cuenten con los recursos humanos, materiales y pedagógicos necesarios para atender las distintas capacidades, ritmos y estilos de aprendizaje de los estudiantes.

En el ámbito estatal y universitario, la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) ha reconocido en su Plan de Desarrollo Institucional 2021–2025 el compromiso de promover la inclusión de grupos vulnerables, identificando las necesidades de personas con discapacidad, universitarios de pueblos originarios y población LGBTQ+. Sin embargo, el desafío persiste en trasladar estos principios institucionales a las prácticas pedagógicas cotidianas y a la infraestructura de los espacios educativos.

El presente estudio se enfoca en el nivel medio superior, etapa clave en la formación integral de los jóvenes, donde la diversidad de capacidades y contextos personales requiere especial atención. La investigación se desarrolla en la P2Oct68-

BUAP, institución que ha avanzado en la sensibilización y adopción de protocolos para la atención de estudiantes con discapacidad, aunque aún enfrenta limitaciones estructurales y pedagógicas.

Por ello, el objetivo general de este trabajo es analizar las estrategias pedagógicas inclusivas y las percepciones docentes y estudiantiles sobre el proceso de integración de estudiantes con discapacidad en el nivel medio superior. Se busca identificar las condiciones que favorecen o limitan la inclusión, así como proponer acciones concretas para fortalecer la práctica educativa y la equidad institucional.

En suma, la inclusión educativa representa un proyecto de transformación social que trasciende la mera aceptación de la diferencia. Implica construir una comunidad educativa donde la diversidad sea valorada como fuente de aprendizaje y enriquecimiento colectivo, condición indispensable para una educación más humana, solidaria y justa.

2. MARCO TEÓRICO

Se abordan los principales conceptos que sustentan la investigación, integrando aportes teóricos, normativos y empíricos recientes. Su estructura temática permite analizar cómo la inclusión, la diversidad, la tolerancia, las estrategias pedagógicas y las percepciones de los actores educativos convergen en la construcción de entornos escolares inclusivos.

La inclusión educativa es un principio fundamental de los sistemas educativos contemporáneos. Según la UNESCO (2020), consiste en un proceso orientado a garantizar el acceso, la participación y el aprendizaje de todos los estudiantes, independientemente de sus condiciones personales, sociales o culturales. No se trata únicamente de integrar físicamente a las personas con discapacidad en los centros escolares, sino de transformar las prácticas pedagógicas y las estructuras institucionales para responder a la diversidad del alumnado.

De acuerdo con Booth y Ainscow (2019), la inclusión es un proceso continuo que implica identificar y eliminar las barreras al aprendizaje. Esto requiere la revisión constante de las políticas educativas, la cultura institucional y las prácticas de aula. En este sentido, la educación inclusiva no se limita a un modelo asistencial, sino que constituye un enfoque transformador y ético, centrado en la justicia social y los derechos humanos.

En México, la SEP (2023) enfatiza que la inclusión debe ser vista como una condición necesaria para la calidad educativa. De igual manera, Ocampo (2021) señala que la inclusión educativa requiere una “relectura crítica del currículo”, que considere la diversidad no como una excepción, sino como el punto de partida del proceso formativo.

El reconocimiento de la diversidad es la base sobre la cual se construye la inclusión. La UNESCO (2022) define la diversidad cultural y humana como “la multiplicidad de formas en que se expresan los grupos y sociedades”, lo que implica valorar las diferencias como elementos de riqueza y aprendizaje. En el contexto educativo, esto supone aceptar que cada estudiante posee formas distintas de aprender, comunicarse y participar.

El psicólogo Howard Gardner (2020), con su teoría de las inteligencias múltiples, respalda la idea de que los estudiantes aprenden de diversas maneras y que el sistema educativo debe ofrecer múltiples oportunidades para el desarrollo de sus habilidades. La diversidad, por tanto, no representa un obstáculo, sino un recurso que amplía la comprensión de la enseñanza y el aprendizaje.

En este sentido, la equidad se convierte en un principio indispensable. Como plantea Tobón (2021), la equidad educativa consiste en ofrecer a cada estudiante las condiciones necesarias para alcanzar el máximo desarrollo de sus potencialidades, lo cual no implica tratar a todos de la misma forma, sino responder a sus diferencias con justicia y pertinencia.

La tolerancia es una dimensión ética y social de la educación inclusiva. Según la Declaración de Principios sobre la Tolerancia de la UNESCO (1995), esta se define como “el respeto, la aceptación y el aprecio de la rica diversidad de las culturas de nuestro mundo, de nuestras formas de expresión y medios de ser humanos”.

En el ámbito educativo, la tolerancia se traduce en actitudes de respeto, diálogo y empatía, que permiten la convivencia armónica entre estudiantes con distintas capacidades, intereses y contextos. Para Pérez-Fuentes et al. (2021), el desarrollo de la tolerancia en el aula está estrechamente vinculado con la práctica docente, especialmente cuando se promueve la comunicación asertiva y la resolución pacífica de conflictos.

La creación de una cultura escolar inclusiva implica fomentar valores como el respeto, la colaboración y la corresponsabilidad. Córdoba (2022) sostiene que una institución verdaderamente inclusiva es aquella que no solo adapta sus recursos, sino que forma a su comunidad para convivir con la diferencia. En este proceso, los docentes son mediadores esenciales, pues modelan actitudes que influyen directamente en las percepciones estudiantiles.

Las estrategias pedagógicas inclusivas son aquellas acciones didácticas diseñadas para garantizar la participación de todos los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Según Alba (2022), estas estrategias se sustentan en principios como la flexibilidad curricular, la personalización del aprendizaje y el uso de metodologías activas.

Entre las estrategias más destacadas se encuentran:

El Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), que plantea ofrecer múltiples medios de representación, expresión y participación (CAST, 2021).

El aprendizaje cooperativo, que fomenta la colaboración entre estudiantes con diferentes capacidades.

La coenseñanza, donde dos o más docentes comparten la responsabilidad de planificar, instruir y evaluar a grupos heterogéneos.

El uso de tecnologías de apoyo y recursos digitales accesibles, como lectores de pantalla, subtítulo automático o plataformas adaptadas.

Estas estrategias buscan romper con la homogeneidad del aula tradicional y reconocer que todos los estudiantes pueden aprender si se les ofrecen los apoyos adecuados. Para González y Torres (2023), la educación inclusiva debe centrarse en la “enseñanza diversificada”, ajustando tiempos, actividades y formas de evaluación según las necesidades individuales.

Las percepciones de los docentes y estudiantes constituyen un elemento clave para comprender cómo se vive la inclusión en la práctica. Según Pérez y García (2021), la actitud docente es uno de los factores más determinantes para el éxito de la inclusión, ya que influye directamente en la disposición del alumnado y en la implementación de estrategias adaptativas.

Por su parte, los estudiantes tienden a mostrar actitudes de aceptación hacia sus compañeros con discapacidad cuando existen experiencias previas de convivencia positiva y actividades colaborativas. Sin embargo, como advierte Ruiz (2020), la falta de sensibilización institucional puede generar estereotipos o actitudes paternalistas que obstaculizan una integración genuina.

En consecuencia, comprender las percepciones de ambos grupos permite identificar las brechas entre la política institucional y la práctica cotidiana, aportando elementos para diseñar programas de formación docente y estrategias de sensibilización comunitaria más efectivas.

3. METODOLOGÍA

La metodología empleada en esta investigación responde a la necesidad de comprender, desde una perspectiva descriptiva y analítica, las condiciones actuales de la inclusión educativa en el nivel medio superior, particularmente en la P2Oct68-BUAP.

3.1 Enfoque y tipo de estudio

El estudio se enmarca en un enfoque cuantitativo con apoyo cualitativo. Desde el enfoque cuantitativo, se buscó identificar las tendencias generales en las percepciones y actitudes hacia la inclusión mediante la aplicación de instrumentos estructurados. El componente cualitativo permitió profundizar en las experiencias individuales de docentes y estudiantes a través de entrevistas semiestructuradas.

Según Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista (2018), los estudios descriptivos y transversales permiten caracterizar fenómenos sociales en un momento determinado sin manipular las variables. Bajo esta lógica, la presente investigación se clasificó como no experimental y transversal, ya que se observaron las condiciones del proceso de inclusión en su contexto natural y en un periodo específico del ciclo escolar 2024–2025.

3.2 Población y muestra

La población objetivo estuvo conformada por los 2,538 estudiantes, 126 docentes y 45 administrativos pertenecientes a la P2Oct68-BUAP. Dada la magnitud de la comunidad, se seleccionó una muestra no probabilística intencional, integrada por 150 estudiantes, 35 docentes y 10 administrativos.

El criterio de selección se basó en la disposición voluntaria de participación y en la representación equilibrada de los dos turnos que ofrece la institución (matutino, y vespertino). Este procedimiento garantizó la diversidad de opiniones y permitió obtener una visión más amplia sobre la realidad de la inclusión educativa en el plantel.

3.3 Instrumentos de recolección de datos

Se diseñaron y aplicaron tres instrumentos principales:

Cuestionario para estudiantes, conformado por diez ítems en escala tipo Likert (1 = totalmente en desacuerdo, 5 = totalmente de acuerdo). Evaluó percepciones sobre empatía, trabajo colaborativo, aceptación y convivencia con compañeros con discapacidad.

Cuestionario para docentes, también estructurado en diez ítems tipo Likert, orientado a conocer las actitudes hacia la inclusión, la capacitación recibida, la adaptación de materiales y el uso de estrategias pedagógicas inclusivas.

Entrevista semiestructurada a administrativos, compuesta por nueve preguntas abiertas, con el propósito de recabar información sobre los protocolos institucionales, infraestructura, accesibilidad y atención a estudiantes con discapacidad.

Cada instrumento fue validado mediante una prueba piloto aplicada a un grupo reducido de participantes (10 estudiantes, 3 docentes y 2 administrativos). Los resultados de esta prueba permitieron ajustar la redacción y eliminar ambigüedades, garantizando la claridad y confiabilidad de los reactivos.

3.4 Variables y dimensiones de análisis

La variable principal del estudio fue el proceso de inclusión educativa. A partir de esta, se identificaron tres dimensiones analíticas, basadas en el modelo de Booth y Ainscow (2019), que se muestran en la Fig. 1:

Creación de culturas inclusivas: actitudes, valores y relaciones dentro de la comunidad educativa.

Elaboración de políticas inclusivas: existencia de reglamentos, normativas y protocolos institucionales.

Desarrollo de prácticas inclusivas: estrategias pedagógicas y recursos empleados por docentes y estudiantes.



Fig. 1. Dimensiones del modelo de inclusión educativa adaptado de Booth y Ainscow (2019).

Estas dimensiones se operacionalizaron en indicadores específicos, tales como: accesibilidad de las instalaciones, capacitación docente, apoyo entre compañeros, participación equitativa y uso de materiales adaptados.

3.5 Procedimiento de recolección y análisis de datos

La aplicación de los instrumentos se realizó de manera presencial y digital durante el segundo semestre del ciclo escolar 2024–2025. Los cuestionarios fueron distribuidos

en formato impreso y en *Google Forms*®, lo que permitió recopilar respuestas inmediatas y asegurar la participación de un mayor número de encuestados.

Los datos cuantitativos se procesaron mediante estadística descriptiva, generando medidas de tendencia central (media, moda, desviación estándar) y representaciones gráficas de frecuencias. Los datos cualitativos obtenidos en las entrevistas fueron analizados mediante codificación temática, identificando categorías relacionadas con infraestructura, capacitación y actitudes institucionales.

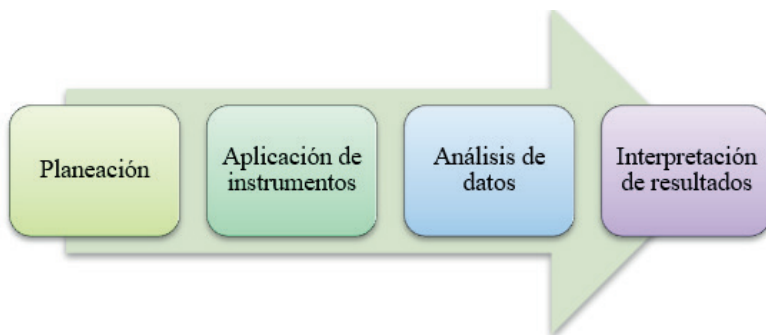


Fig. 2. Flujo metodológico del estudio.

3.6 Consideraciones éticas

El estudio se desarrolló bajo principios éticos de confidencialidad, respeto y consentimiento informado. Los participantes fueron informados sobre los objetivos del estudio, su carácter académico y la posibilidad de retirarse en cualquier momento. Se garantizó el anonimato de las respuestas y el uso de la información exclusivamente con fines investigativos, conforme a los lineamientos del Comité de Ética de la BUAP (2023).

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la investigación permitieron analizar, desde distintas perspectivas, el grado de avance del proceso de inclusión educativa en la P2Oct68-BUAP. Se presentan los hallazgos más relevantes, organizados según las tres dimensiones analíticas del modelo de Booth y Ainscow (2019): culturas, políticas y prácticas inclusivas.

4.1 Creación de culturas inclusivas

Los resultados del cuestionario aplicado a estudiantes mostraron una actitud positiva hacia la convivencia con compañeros con discapacidad. El 84% de los

encuestados indicó estar “de acuerdo” o “totalmente de acuerdo” con la afirmación: “Me gustaría trabajar en equipo con estudiantes que tengan alguna discapacidad”. Solo un 7% expresó desacuerdo, lo que evidencia una disposición general favorable hacia la inclusión.

Asimismo, el 76% de los estudiantes consideró que las diferencias físicas o cognitivas no afectan la capacidad de aprendizaje ni la posibilidad de establecer relaciones de amistad. Este hallazgo confirma la presencia de una cultura escolar que valora la diversidad y promueve la empatía entre los jóvenes.

En el caso de los docentes, el 71% manifestó que fomenta actividades de colaboración en las que todos los alumnos puedan participar sin distinción. Sin embargo, un 29% reconoció dificultades para adaptar las dinámicas de grupo cuando existen estudiantes con necesidades específicas, principalmente por falta de materiales o apoyo técnico.

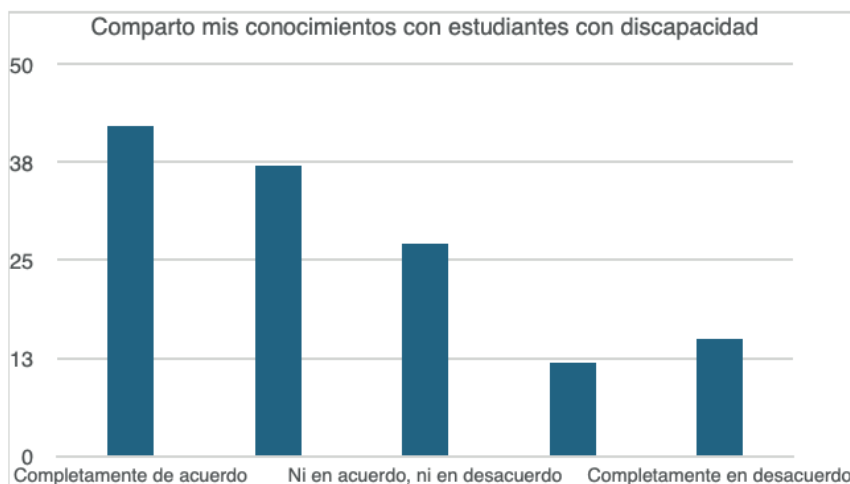


Fig. 3. Actitudes estudiantiles hacia la inclusión educativa.

Desde la perspectiva cualitativa, las entrevistas revelaron que los valores de respeto y solidaridad están presentes en la mayoría de los grupos, aunque algunos docentes señalaron que la falta de sensibilización institucional puede generar confusión sobre cómo actuar ante la diversidad. Uno de ellos expresó: “Los estudiantes son empáticos, pero no sabemos exactamente cómo apoyar sin sobreproteger; necesitamos formación que oriente nuestra práctica docente.”

En términos generales, la cultura inclusiva en la preparatoria se encuentra en un proceso de consolidación: existen actitudes favorables, pero aún se requieren acciones formativas y normativas que fortalezcan la conciencia colectiva.

4.2 Establecimiento de políticas inclusivas

Respecto a las políticas y normativas institucionales, el 90% del personal administrativo afirmó conocer el Protocolo Institucional de Atención a Grupos Vulnerables de la BUAP (2022), aunque solo el 58% indicó que dicho protocolo se aplica de manera sistemática en el plantel.

El 60% de los docentes expresó no haber recibido capacitación formal sobre atención a estudiantes con discapacidad, y el 82% coincidió en que la universidad debería ofrecer talleres periódicos sobre inclusión y accesibilidad. Por su parte, el 68% del personal administrativo reconoció que la señalización y las rampas accesibles se han mejorado, pero que aún hay limitaciones en los pisos superiores y en los baños adaptados.

Se cuenta con programas de inclusión para el alumnado con discapacidades diferenciadas

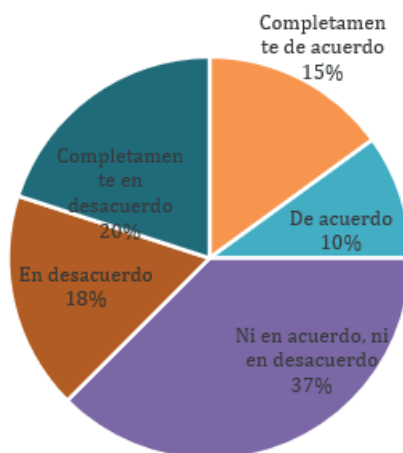


Fig. 4. Nivel de conocimiento y aplicación de políticas inclusivas institucionales.

A nivel discursivo, las entrevistas evidencian coherencia entre las políticas universitarias y la visión inclusiva de la comunidad; sin embargo, los entrevistados resaltaron que las políticas no siempre se traducen en prácticas concretas, debido a restricciones presupuestales y falta de seguimiento. Un directivo comentó: “La

universidad tiene una política clara de inclusión, pero necesitamos mecanismos que la hagan visible y operativa en el día a día del aula.”

Estos resultados coinciden con lo planteado por Ocampo (2021), quien advierte que las políticas inclusivas deben acompañarse de recursos materiales, humanos y formativos, ya que la normatividad por sí sola no garantiza la equidad educativa.

4.3 Desarrollo de prácticas inclusivas

La dimensión de prácticas inclusivas muestra una brecha significativa entre las intenciones pedagógicas y la práctica cotidiana. El 68% de los docentes afirmó planificar actividades que consideran las diferencias de aprendizaje, pero solo el 41% declaró utilizar recursos adaptados (textos en formato digital, subtítulos o material táctil).

Asimismo, el 73% de los profesores reconoció no dominar el uso de tecnologías de apoyo, como lectores de pantalla o aplicaciones de accesibilidad, lo que limita la atención efectiva a estudiantes con discapacidad visual o auditiva.

Desde la mirada estudiantil, el 79% percibe que sus profesores muestran disposición para apoyar a compañeros con discapacidad, aunque un 32% señaló que las adaptaciones metodológicas “depende del docente”, lo que revela falta de homogeneidad institucional en la aplicación de prácticas inclusivas.

En el análisis cualitativo, los docentes entrevistados enfatizaron la necesidad de capacitaciones en diseño universal para el aprendizaje (DUA) y estrategias diferenciadas. Una docente con 15 años de experiencia comentó: “Aprendemos sobre inclusión de forma autodidacta; no hay un programa institucional que nos forme en metodologías inclusivas.”

Del lado administrativo, se reconocen esfuerzos por mejorar la infraestructura y los protocolos de atención, aunque aún no se cuenta con recursos humanos especializados, como intérpretes de lengua de señas o asesores en accesibilidad tecnológica.

4.4 Síntesis de hallazgos

La integración de los datos cuantitativos y cualitativos permite observar una tendencia de avance en la aceptación social de las personas con discapacidad, acompañada de rezagos en la dimensión pedagógica y estructural.

A nivel cultural, predomina una visión empática y abierta a la diversidad.

A nivel institucional, existen políticas y programas, pero su implementación es parcial.

A nivel pedagógico, las estrategias inclusivas aún dependen de la voluntad individual del docente más que de una política sistematizada.

Estos hallazgos refuerzan la idea de que la inclusión no puede consolidarse únicamente mediante normativas o infraestructura, sino a través de un proceso integral de transformación educativa, donde la formación docente, el acompañamiento institucional y la sensibilización comunitaria sean ejes centrales.

5. CONCLUSIONES

El análisis de los resultados obtenidos en la P2Oct68-BUAP permite concluir que la inclusión educativa en el nivel medio superior ha avanzado de manera significativa en términos de aceptación social y sensibilización, pero aún enfrenta desafíos estructurales y pedagógicos que limitan la plena participación de los estudiantes con discapacidad.

En primer lugar, los hallazgos evidencian la existencia de una cultura escolar abierta y empática hacia la diversidad. Tanto docentes como estudiantes expresan actitudes positivas y disposición al trabajo colaborativo. Este aspecto constituye un punto de partida esencial para la consolidación de una comunidad educativa inclusiva. Sin embargo, esta actitud, aunque necesaria, no es suficiente si no se acompaña de acciones institucionales concretas que garanticen la sostenibilidad del cambio.

En el plano institucional, la BUAP ha desarrollado lineamientos y protocolos de atención a grupos vulnerables, pero su implementación no es uniforme en todos los planteles. Las políticas inclusivas se reconocen formalmente, pero carecen de mecanismos de seguimiento y evaluación que aseguren su cumplimiento. De ahí la importancia de fortalecer las estructuras de apoyo, crear comisiones internas de inclusión y asignar presupuestos específicos para la accesibilidad física y tecnológica.

Desde la perspectiva pedagógica, los resultados revelan una brecha entre la teoría y la práctica. Aunque la mayoría de los docentes manifiesta interés en aplicar estrategias inclusivas, su ejecución se ve limitada por la falta de formación profesional en diseño universal para el aprendizaje (DUA) y el escaso acceso a recursos tecnológicos adaptativos. Este fenómeno refleja lo señalado por Booth y Ainscow (2019), quienes afirman que la inclusión no puede depender de la buena voluntad individual, sino de un sistema de apoyos estructurados.

La inclusión educativa, por tanto, debe concebirse como un proceso sistémico e integral, donde converjan la política, la cultura y la práctica institucional. En coherencia con la UNESCO (2020), la inclusión implica una transformación profunda del modelo educativo tradicional, reemplazando la lógica de homogeneidad por la

de diversidad. Se requiere avanzar hacia una pedagogía que reconozca la diferencia como una oportunidad para el aprendizaje mutuo, y no como un obstáculo.

A nivel práctico, el estudio demuestra que la sensibilización ha permeado a la comunidad escolar, pero la capacitación continua del profesorado sigue siendo una necesidad urgente. Los docentes necesitan espacios de reflexión, acompañamiento pedagógico y materiales de apoyo que les permitan incorporar estrategias inclusivas sin sobrecargar su labor cotidiana.

Asimismo, los estudiantes con discapacidad deben ser protagonistas activos de su proceso educativo. Su participación en la planificación y evaluación de las actividades inclusivas no solo fortalece su autonomía, sino que también sensibiliza al resto de la comunidad sobre la importancia del respeto y la equidad.

Finalmente, este trabajo reafirma que la inclusión educativa no es un estado alcanzado, sino un proceso en construcción. Requiere compromiso ético, voluntad política y creatividad pedagógica. Las instituciones educativas deben asumir la diversidad como un valor, y no como una dificultad a resolver. En esa medida, el aula inclusiva se convierte en el espacio más potente para la transformación social, donde todos los estudiantes, sin excepción, aprenden y enseñan desde su singularidad.

REFERENCIAS

Alba, J. (2022). Estrategias pedagógicas inclusivas en la educación media: un enfoque desde el diseño universal para el aprendizaje. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 16(1), 45–61. <https://doi.org/10.4067/S0718-73782022000100045>

Booth, T., & Ainscow, M. (2019). *Guía para la educación inclusiva: desarrollando el aprendizaje y la participación en los centros escolares* (3.ª ed.). FUHEM Educación.

CAST. (2021). *Universal Design for Learning Guidelines version 3.0*. Center for Applied Special Technology. <https://udlguidelines.cast.org>

Córdoba, L. (2022). La cultura escolar inclusiva: valores y convivencia en la educación media superior. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 27(92), 1025–1044.

Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). (2022). *Inclusión educativa y equidad en América Latina y el Caribe: desafíos para el cumplimiento del ODS 4*. UNICEF. <https://www.unicef.org>

Gardner, H. (2020). *La inteligencia reformulada: las inteligencias múltiples en el siglo XXI* (2.ª ed.). Paidós.

González, M., & Torres, L. (2023). Enseñanza diversificada e inclusión educativa: retos del profesorado en la educación secundaria mexicana. *Educación y Desarrollo*, 41(2), 89–108.

Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2018). *Metodología de la investigación* (7.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Ocampo, D. (2021). Currículo inclusivo y diversidad: reflexiones para la práctica educativa en América Latina. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 19(3), 65–82.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2018). *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Naciones Unidas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (1995). *Declaración de Principios sobre la Tolerancia*. París: UNESCO.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2020). *Informe de seguimiento de la educación en el mundo 2020: inclusión y educación— todos y todas sin excepción*. UNESCO.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2022). *La educación inclusiva: hacia una agenda de transformación educativa mundial*. UNESCO.

Pérez, C., & García, L. (2021). Percepciones docentes sobre la inclusión educativa: actitudes y desafíos en la práctica cotidiana. *Revista de Investigación Educativa*, 39(1), 45–59.

Pérez-Fuentes, M., Molero, M., & Barragán, A. (2021). Competencias emocionales y tolerancia en el profesorado: un análisis desde la educación inclusiva. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 3(2), 175–187.

Ruiz, S. (2020). Actitudes estudiantiles hacia la diversidad funcional en el aula inclusiva. *Educación y Humanismo*, 22(39), 98–113.

Secretaría de Educación Pública (SEP). (2023). *Estrategias para la inclusión y la equidad educativa en la educación media superior*. SEP. <https://www.sep.gob.mx>

Tobón, S. (2021). *Equidad y justicia educativa: fundamentos del enfoque socioformativo en contextos inclusivos*. Trillas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las instituciones participantes y el apoyo otorgado para la realización del trabajo de investigación y aportaciones de los autores:

Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI).

Educación Media Superior, Secretaría de Educación Pública del Estado de Puebla

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)

Universidad Iberoamericana, Plantel Golfo Centro

Universidad de las Américas Puebla (UDLAP)

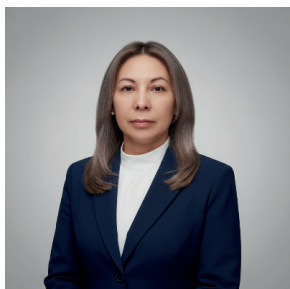
Universidad Veracruzana

Universidad de Universidad de Camagüey, Cuba

ACERCA DE LAS COORDINADORAS/ ORGANIZADORAS DE LA PUBLICACIÓN

Las coordinadoras de esta obra tienen una amplia trayectoria en el ámbito académico y científico, destacándose por su labor en proyectos interdisciplinarios orientados al desarrollo sostenible, la educación y la innovación social. Su participación en diversas redes de investigación y su compromiso con la formación de nuevas generaciones de investigadores han sido fundamentales para la consolidación de este proyecto editorial.

Cada una de ellas ha contribuido desde su especialidad al fortalecimiento de los ejes temáticos que conforman el libro Aportes Científicos para el Desarrollo Sostenible: Un Enfoque Interdisciplinario, promoviendo la colaboración entre instituciones, disciplinas y comunidades científicas en favor de un conocimiento orientado al bienestar común.



DRA. CARMEN CERÓN GARNICA - Docente-Investigadora de Tiempo Completo en la Facultad de Ciencias de la Computación-BUAP desde 1995, docente de nivel licenciatura y posgrado. Participó del 2019-2024 en el Doctorado de Investigación e Innovación Educativa. Actualmente participa en el Doctorado en Investigación y Educación para la Salud y recientemente se incorporó al programa de Maestría y Doctorado en Educación Matemática.

Maestra en Nuevas Tecnologías para el Aprendizaje de la Universidad Iberoamericana y Doctora en Educación de la Universidad La Salle.

Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores Nivel I, con más de 30 años de experiencia docente y más de 40 publicaciones.

Miembro de la Red LATE y de la Cátedra UNESCO Movimiento Educativo Abierto para América Latina, de la Red de Docentes de América Latina y del Caribe y de la Red Internacional para Innovación en la Educación a Distancia (RIIED)

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

<https://orcid.org/0000-0001-6480-6810>

carmen.ceron@correo.buap.mx



DRA. YOLANDA MOYAO MARTÍNEZ - Docente-Investigadora, de Tiempo Completo en la Facultad de Ciencias de la Computación-BUAP desde 2002. Doctora en Ingeniería del Lenguaje y del Conocimiento.

Amplia experiencia en Ciencias de la Computación, impartiendo cursos desde 2002. Autor de más de 29 publicaciones arbitradas en áreas de algoritmos, análisis sintáctico y recursos tecnológicos educativos. Su investigación se centra en minería de datos educativa y realidad aumentada para la enseñanza. Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores Nivel C, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

<https://orcid.org/0000-0002-7259-3525>

yolanda.moyao@correo.buap.mx



DRA. BEATRIZ BELTRÁN MARTÍNEZ - Docente-Investigadora, de Tiempo Completo en la Facultad de Ciencias de la Computación-BUAP, con doctorado en Ingeniería del Lenguaje y del Conocimiento, con más de 25 años de experiencia docente. Su área de investigación es en procesamiento de lenguaje natural y minería de datos educativa. Con más de 30 publicaciones de artículos arbitrados y capítulos de libros, además con experiencia en la formación de recursos humanos con más de 20 tesis. Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores

Nivel I, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

<https://orcid.org/0000-0002-7259-3525>

beatriz.beltran.martinez@correo.buap.mx



DRA. ERIKA OCHOA ROSAS - Miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel C, posdoctorado en la Universidad de Guadalajara, doctora en Investigación e Innovación Educativa, maestría en educación superior y licenciatura en Psicología. Docente en UPN 142 Tlaquepaque. Miembro del Consejo Mexicano de Investigación Educativa (COMIE), miembro de la Sociedad para el avance de la Economía del Comportamiento (SABE), miembro de la asociación de Economía de la Educación. Experiencia como docente

y capacitadora en empresas a nivel nacional e internacional. Líneas de investigación en formación, economía y psicología.

He desarrollado proyectos asociados a la capacitación docente en tecnologías, evaluación, planes de negocios enfocados a la investigación y economía de la educación, entre otros temas.

<https://orcid.org/0000-0002-7489-4321>

ochoarosaserika@gmail.com

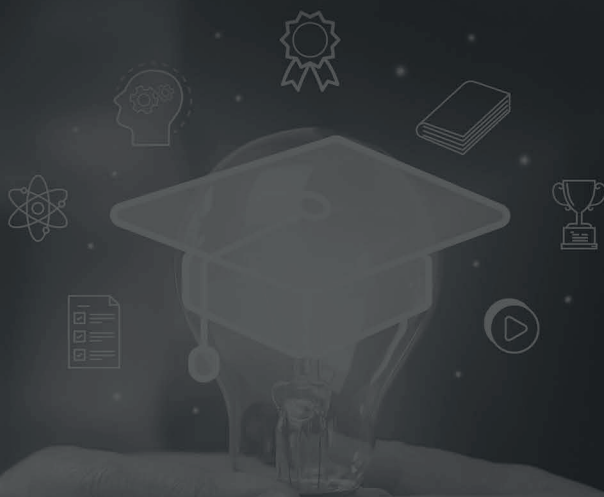
Aportes Científicos para el Desarrollo Sostenible: Un Enfoque Interdisciplinario

🌐 www.atenaeditora.com.br

✉ contato@atenaeditora.com.br

📷 @atenaeditora

📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Aportes Científicos para el Desarrollo Sostenible: Un Enfoque Interdisciplinario

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

