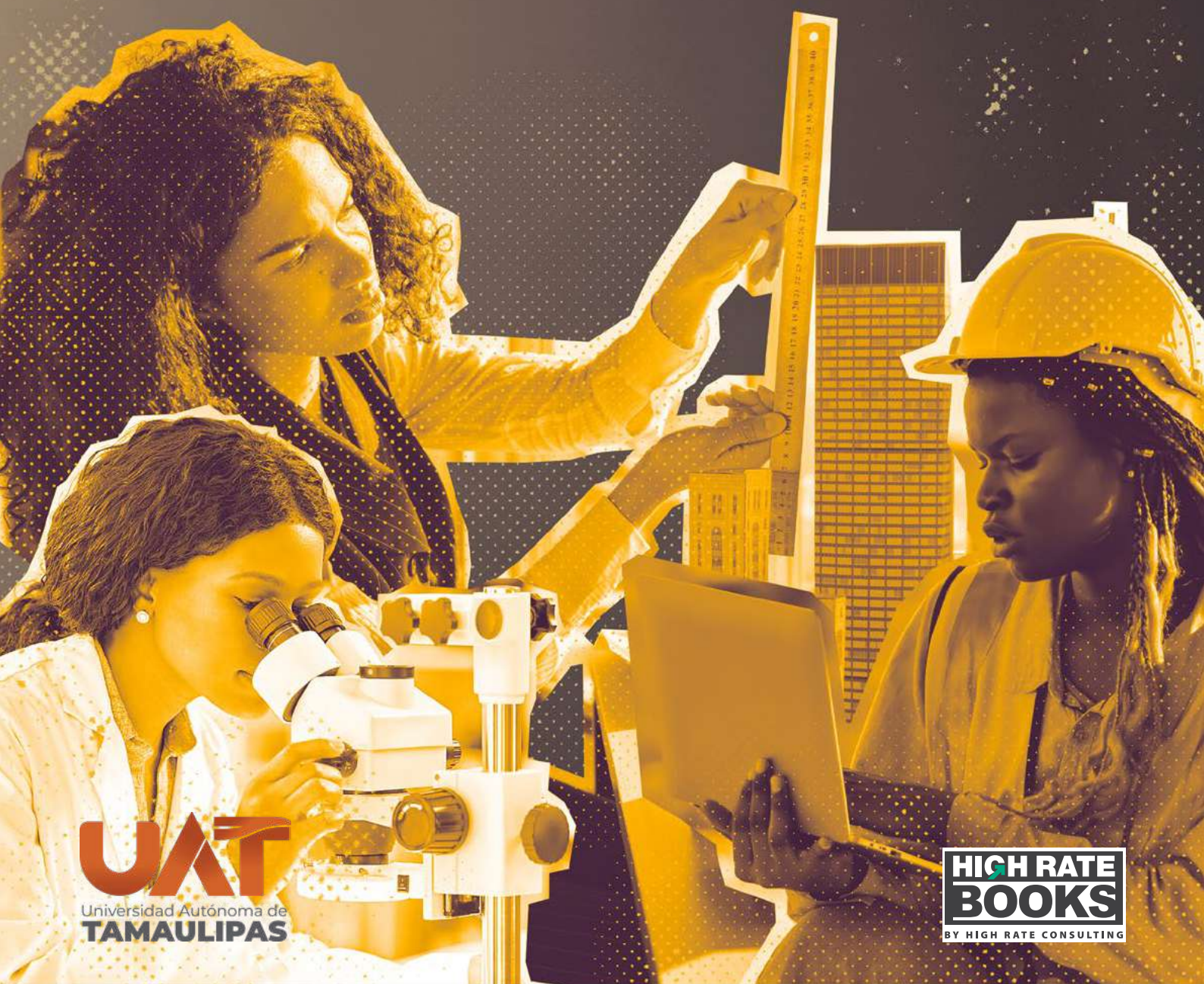


MUJERES QUE TRANSFORMAN EL CONOCIMIENTO

INNOVACIÓN EDUCATIVA E INVESTIGACIÓN
INTERDISCIPLINARIA PARA LA SOSTENIBILIDAD



UAT
Universidad Autónoma de
TAMAULIPAS

**HIGH RATE
BOOKS**
BY HIGH RATE CONSULTING

**María Elena Calles Santoyo, Elda Margarita Hernández Rejón
y Josefina Altamira García (Coord.)**

Mujeres que transforman conocimiento

Innovación educativa e investigación interdisciplinaria
para la sostenibilidad

**María Elena Calles Santoyo, Elda Margarita Hernández Rejón
y Josefina Altamira García (Coord.)**



MUJERES QUE TRANSFORMAN CONOCIMIENTO. INNOVACIÓN EDUCATIVA E INVESTIGACIÓN INTERDISCIPLINARIA PARA LA SOSTENIBILIDAD

WOMEN TRANSFORMING KNOWLEDGE: EDUCATIONAL
INNOVATION AND INTERDISCIPLINARY RESEARCH FOR
SUSTAINABILITY

USA, Mayo/May 10, 2026

© Alejandra Vázquez Vega, Alejandro Humberto García Ruiz, Ana Xóchitl Barrios del Ángel, Ángela Suárez Jacobo, Angélica Orozco-Cejudo, Aurora Stephanie Hilario-Azuara, Beatriz Eugenia Quiceno Castañeda, Brisol García García, Carla Carolina Pérez-Hernández, Cynthia Lizette Hurtado Espinosa, Dionicio Morales Ramírez, Dora Luisa Roux Oropeza, Elda Margarita Hernández Rejón, Elizabeth Lizeth Mayer Granados, Elsa González Paredes, Gabriela Clemente Martínez, Gloria Graciela Reyna Hagelsieb, Gumersindo Vera Hernández, Hyasseliny Alejandra Hurtado Mora, Iris Iddaly Méndez Gurrola, Jannett Ayup González, Jannya Pancardo Pérez, Jazmín Eduwigis Ruiz Maraboto, Jean Mía Ortega González, Jimena Odetti, Jorge Alberto Charles Coll, Jose Manuel Almodovar Melendo, Juan Gabriel Figueroa Velázquez, Judith Esmeralda Urías Silvas, Julio Mar Ortiz, Katea Elizabeth Lira García, Luis Jonás González Del Ángel, Luz del Carmen Alicia Vilchis Esquivel, Luz María Luna Saeb, Marcela del Rocío Ramírez Mercado, María Amos Cavazos Bustamante, María Dolores Gracia Guzmán, María Guadalupe Montiel-Hernández, María Guadalupe Neco Reyna, María Isabel de la Garza Ramos, María Josefina Hernández Barrera, María Obdulia Fernández Germán, María Silvia Montalvo Tello, Marisol Luitin Luna, Mónica Georgina Avelar Bribiesca, Nohemí del Carmen Reyes-Vázquez, Norma Patricia Hernández Rocha, Sandra Isabel Arango-Vásquez, Sonia Escalante López, Verónica Chong Cruz, Yully Nallely Ruiz Alfonso

Cómo citar / How to cite: Calles, M., Hernández, E., Altamira, J. (Eds.). *Mujeres que transforman conocimiento. Innovación educativa e investigación interdisciplinaria para la sostenibilidad*. High Rate Consulting. <https://doi.org/10.38202/mujerestransf>

Thema Classification: JNFK, JBSF1

Portada / Cover: Ronald Morillo.

Diseño / Graphic design: Equipo de diseño High Rate Consulting Co

Revisión de estilo / Style review: Carlos Scarabelli

ISNI High Rate Consulting: <https://isni.org/isni/0000000492376119>

e-ISBN: 978-1-969700-20-0 | **ISBN:** 978-1-969700-21-7

High Rate Consulting, Corp. Plano, TX. USA | Phone: +1 786 566 0795 | Email: wile@higrateco.com

ESTE LIBRO HA SIDO ARBITRADO POR PARES CIEGOS Y ES PRODUCTO DE INVESTIGACIÓN.
THIS BOOK HAS BEEN REVIEWED BY DOUBLE BLIND PEERS AND IS PRODUCT OF RESEARCH.

HIGH RATE CONSULTING Y LOS EDITORES DE ESTA OBRA HAN REALIZADO UN PROCESO DE REVISIÓN EDITORIAL ORIENTADO A PROMOVER LA CALIDAD, COHERENCIA Y RIGOR ACADÉMICO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS. NO OBSTANTE, LAS OPINIONES, INTERPRETACIONES, RESULTADOS Y CONCLUSIONES EXPRESADAS EN CADA CAPÍTULO SON RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DE SUS AUTORES Y NO REPRESENTAN NECESARIAMENTE LA POSICIÓN DE LA EDITORIAL NI DE LAS INSTITUCIONES A LAS QUE ESTOS SE ENCUENTRAN AFILIADOS. | HIGH RATE CONSULTING AND THE EDITORS OF THIS WORK HAVE CONDUCTED AN EDITORIAL REVIEW PROCESS AIMED AT PROMOTING THE QUALITY, COHERENCE, AND ACADEMIC RIGOR OF THE PUBLISHED CONTENT. NEVERTHELESS, THE OPINIONS, INTERPRETATIONS, FINDINGS, AND CONCLUSIONS EXPRESSED IN EACH CHAPTER ARE THE SOLE RESPONSIBILITY OF THEIR RESPECTIVE AUTHORS AND DO NOT NECESSARILY REPRESENT THE VIEWS OF THE PUBLISHER OR THE INSTITUTIONS WITH WHICH THE AUTHORS ARE AFFILIATED.



Autores/Authors

Alejandra Vázquez Vega

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0009-0008-3329-227X>

a2103350056@alumnos.uat.edu.mx

Alejandro Humberto García Ruiz

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0000-0001-8054-6510>

ahgarcia@uat.edu.mx

Ana Xóchitl Barrios del Ángel

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0000-0001-9620-0223>

axbarrios@docentes.uat.edu.mx

Angélica Orozco-Cejudo

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0009-0001-4070-9351>

aorozco@docentes.uat.edu.mx

Ángela Suárez Jacobo

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), México.

<https://orcid.org/0000-0003-4143-9557>

asuarez@ciatej.mx

Aurora Stephanie Hilario-Azuara

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), México.

<https://orcid.org/0009-0007-9006-5850>

auhilaro_al@ciatej.edu.mx

Beatriz Eugenia Quiceno Castañeda

Unidad Central del Valle del Cauca, Colombia.

<https://orcid.org/0000-0003-3086-0215>

bequiceno@gmail.com

Brisol García García

El Colegio de la Frontera Norte, México.

<https://orcid.org/0000-0003-4242-199X>

solbrillo3@gmail.com

Carla Carolina Pérez-Hernández

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), México.

<https://orcid.org/0000-0001-8286-8775>

carla_perez@uaeh.edu.mx

Cynthia Lizette Hurtado Espinosa

Universidad de Guadalajara, México.

<https://orcid.org/0000-0001-6178-7829>

cynthia.hurtado@academicos.udg.mx

Dionicio Morales Ramírez

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0000-0002-6859-6547>

dmorales@docentes.uat.edu.mx

Dora Luisa Roux Oropeza

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0000-0001-6184-845X>

droux@docentes.uat.edu.mx

Elda Margarita Hernández Rejón

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0000-0002-3197-2502>

mrejón@docentes.uat.edu.mx

Elizabeth Lizeth Mayer Granados

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0000-0002-8063-1157>

elmayer@docentes.uat.edu.mx

Elsa González Paredes

Instituto Politécnico Nacional, México.

<https://orcid.org/0000-0002-3611-2368>

elgonzalez@ipn.mx

Gabriela Clemente Martínez

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0000-0002-4641-0721>

gclement@docentes.uat.edu.mx

Gloria Graciela Reyna Hagelsieb

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0009-0002-7181-6894>

glreyna@docentes.uat.edu.mx

Gumersindo Vera Hernández

Instituto Politécnico Nacional, México.

<https://orcid.org/0009-0001-4845-3143>

gvera@ipn.mx

Hyasseliny Alejandra Hurtado Mora

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0009-0009-0124-0405>

hhurtado@docentes.uat.edu.mx

Iris Iddaly Méndez Gurrola

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México.

<https://orcid.org/0000-0002-9063-0481>

iris.mendez@uacj.mx

Jannett Ayup González

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0000-0003-0433-5679>

yanethay@docentes.uat.edu.mx

Jannya Pancardo Pérez

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0009-0006-2950-9662>

jpancardo@docentes.uat.edu.mx

Jazmín Eduwigis Ruiz Maraboto

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0000-0003-0789-963X>

jruizm@docentes.uat.edu.mx

Jean Mía Ortega González

Instituto Politécnico Nacional, México.

<https://orcid.org/0009-0000-3320-0277>

jeortega@ipn.mx

Jimena Odetti

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico José

Mario Molina Pasquel y Henríquez, México.

<https://orcid.org/0000-0001-6889-8791>

Jimena.odetti@vallarta.tecmm.edu.mx

Jorge Alberto Charles Coll

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0000-0003-2877-2937>

jacoll@docentes.uat.edu.mx

Jose Manuel Almodovar Melendo

Universidad de Sevilla, España.

<https://orcid.org/0000-0002-4736-750X>

jmalmodovar@us.es

Juan Gabriel Figueroa Velázquez

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), México.

<https://orcid.org/0000-0002-8846-1359>

jfigueroa@uaeh.edu.mx

Julio Mar Ortíz

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0000-0002-2150-6591>

jmar@docentes.uat.edu.mx

Judith Esmeralda Urías Silvas

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), México.

<https://orcid.org/0000-0002-5906-4979>

jurias@ciatej.mx

Katea Elizabeth Lira García

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0009-0000-6859-4552>

katea.lira@uat.edu.mx

Luis Jonás González Del Ángel

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0000-0002-1773-580X>

ljonas@docentes.uat.edu.mx

Luz del Carmen Alicia Vilchis Esquivel

UNAM, México.

<https://orcid.org/0000-0002-4180-4764>

linusviel@gmail.com

Luz María Luna Saeb

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0009-0002-3269-5196>

lunasaeb@docentes.uat.edu.mx

Marcela del Rocío Ramírez Mercado

Universidad de Guadalajara, México.

<https://orcid.org/0000-0002-8583-6899>

marcela.ramirez@academicos.udg.mx

María Amos Cavazos Bustamante

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0009-0002-1795-0646>

mcavazos@docentes.uat.edu.mx

María Dolores Gracia Guzmán

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0000-0001-8385-8587>

mgracia@docentes.uat.edu.mx

María Guadalupe Montiel-Hernández

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), México.

<https://orcid.org/0000-0001-6385-3148>

maria_montiel@uaeh.edu.mx

María Guadalupe Ñeco Reyna

Benemérita Escuela Normal Veracruzana "Enrique C. Rébsamen", México.

<https://orcid.org/0000-0002-7914-4239>

mariaguadalupeñeco@gmail.com

María Isabel de la Garza Ramos

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0000-0003-0003-8757>

igarza@docentes.uat.edu.mx

María Josefina Hernández Barrera

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0000-0003-3119-8673>

josefinahb@docentes.uat.edu.mx

María Obdulia Fernández Germán

Universidad Autónoma de Sinaloa, México.

<https://orcid.org/0009-0004-1635-8354>

mariaobduliafernandezgerman@gmail.com

María Silvia Montalvo Tello

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0000-0003-0816-8417>

smontalvo@docentes.uat.edu.mx

Marisol Luitín Luna

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0000-0002-8833-6443>

luitin@docentes.uat.edu.mx

Mónica Georgina Avelar Bribiesca

Universidad de Guadalajara, México.

<https://orcid.org/0000-0002-2607-0598>

monica.avelar@academicos.udg.mx

Nohemí del Carmen Reyes-Vázquez

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ), México.

<https://orcid.org/0000-0003-1869-6053>

nreyes@ciatej.mx

Norma Patricia Hernández Rocha

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0000-0002-4213-9049>

nphernandez@docentes.uat.edu.mx

Sandra Isabel Arango-Vásquez

Universidad de Medellín, Colombia.

<https://orcid.org/0000-0003-1732-5234>

sandraisabelarango@gmail.com

Sonia Escalante López

Universidad de la Policía del Estado de Sinaloa, México.

<https://orcid.org/0000-0002-2089-0050>

justicia.mc@hotmail.com

Verónica Chong Cruz

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<https://orcid.org/0009-0007-4675-0578>

vcruz@uat.edu.mx

Yully Nallely Ruiz Alfonso

Universidad de la Policía del Estado de Sinaloa, México.

<https://orcid.org/0009-0008-1065-1516>

yullyruiza@gmail.com

Índice

Presentación Presentation Angélica Mendieta Ramírez	10
Introducción Introduction María Elena Calles Santoyo, Elda Margarita Hernández Rejón, Josefina Altamira García (Coordinadoras)	12
El uso de las bicicletas y el medioambiente: análisis prospectivo de México en 2030 Bicycle Use and the Environment: A Prospective Analysis of Mexico in 2030 María Guadalupe Montiel-Hernández; Carla Carolina Pérez-Hernández; Juan Gabriel Figueroa Velázquez	17
Adaptación de estrategias bioclimáticas históricas al diseño contemporáneo de vivienda en Tampico Adaptation of Historical Bioclimatic Strategies to Contemporary Housing Design in Tampico Angélica Orozco-Cejudo	35
Las Cátedras y Redes UNITWIN Unesco: un efecto indirecto de la Convención 2003 The UNESCO Chairs and UNITWIN Networks: an indirect effect of the 2003 Convention Brisol García García	47
Ciudades cromáticas, miradas femeninas: investigadoras estudiando el color del paisaje urbano latinoamericano Chromatic Cities, Feminine Perspectives: Women Researchers Studying the Color of the Latin American Urban Landscape Jimena Vanina Odetti	67
El diseño gráfico para el aprendizaje de la música: medio tono Graphic design for music education: half-step Cynthia Lizette Hurtado Espinosa; Marcela del Rocío Ramírez Mercado; Monica Georgina Avelar Bribiesca	80
Experiencia de formación del pensamiento crítico de estudiantes de ingeniería utilizando metodología STEAM-S Experience in training the critical thinking of engineering students using STEAM-S methodology Elsa González Paredes; Gumersindo Vera Hernández; Jean Mía Ortega González	91
La importancia de los aranceles en la economía mundial y sus consecuencias The significance of tariffs in the global economy and their consequential impacts Luz María Luna Saeb; Gloria Graciela Reyna Hagelsieb; María Josefina Hernández Barrera	107
Economía circular aplicada en la ganadería bovina de las zonas rurales de Veracruz para el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes Circular economy applied to cattle farming in rural areas of Veracruz for improving the quality of life of its inhabitants Jannya Pancardo Pérez; María Dolores Gracia Guzmán; Dionicio Morales Ramírez	116
Interacción internacional como fortalecimiento de los semilleros de investigación, caso Colombia-México International interaction as a means of strengthening research seedbeds, the Colombia-Mexico case Iris Iddaly Méndez-Gurrola; Sandra Isabel Arango-Vásquez; Beatriz Eugenia Quiceno-Castañeda	124
Evaluación de la temperatura de extracción sobre algunos parámetros fisicoquímicos y perfil de ácidos grasos del aceite de nuez pecanera Evaluation of Extraction Temperature on Selected Physicochemical Parameters and the Fatty Acid Profile of Pecan Nut Oil Nohemí del Carmen Reyes-Vázquez; Aurora Stephanie Hilarío-Azuara; Judith Esmeralda Urías Silvas; Ángela Suárez Jacobo	132

Aprender haciendo; humanizando la investigación en estudiantes de pregrado en Tamaulipas Learning by doing; humanizing research in undergraduate students in Tamaulipas Dora Luisa Roux Oropeza; Jazmín Eduwigis Ruiz Maraboto; Norma Patricia Hernández Rocha; María Amos Cavazos Bustamante; Gabriela Clemente Martínez	145
Manejo responsable de residuos de polvo químico seco tipo ABC en Grupo Mercantil NORTAMA S.A. de Tamaulipas Responsible management of ABC-type dry chemical powder waste at Grupo Mercantil NORTAMA S.A. of Tamaulipas Alejandra Vázquez Vega; Luis Jonás González Del Ángel; Hyasseliny Alejandra Hurtado Mora; Alejandro Humberto García Ruiz; Katea Elizabeth Lira García	160
Trascendencia de la IA en el diseño de mensajes, objetos y espacios The impact of AI in the design of messages, objects, and spaces Luz del Carmen Alicia Vilchis Esquivel	176
Enseñanza y aprendizaje de la ciencia en la educación Teaching and Learning of Science in Education Sonia Escalante López; Yully Nallely Ruiz Alfonso; María Obdulia Fernández Germán	189
Análisis de la cadena de valor de la industria azucarera Analysis of the Sugar Industry Value Chain Verónica Chong Cruz; María Dolores Gracia Guzmán; Julio Mar Ortiz	199
Perspectiva de género en educación primaria: concepciones docentes y su incidencia en la convivencia escolar Gender perspective in primary education: teachers' conceptions and their impact on school coexistence María Guadalupe Neco Reyna	216
Trabajo en Redes de Investigación: CA-38 Cultura y Desarrollo de la Empresa Research Networking: CA-38 Culture and Business Development María Isabel de la Garza Ramos; Jannett Ayup González; Elizabeth Lizeth Mayer Granados; Jorge Alberto Charles Coll; Ana Xóchitl Barrios del Ángel	230
Expansión Urbana e Irregularidad: Riesgos e Impacto Territorial en Ciudad Madero, Tamaulipas Urban Expansion and Irregularity: Risks and Territorial Impact in Ciudad Madero, Tamaulipas Marisol Luitin Luna; Elda Margarita Hernández Rejón; Maria Silvia Montalvo Tello; Jose Manuel Almodovar Melendo	238

Resumen/Abstract

Mujeres que transforman conocimiento. Innovación educativa e investigación interdisciplinaria para la sostenibilidad reúne investigaciones surgidas del VI Congreso de Investigadoras del SNII y de Iberoamérica que examinan problemas educativos, tecnológicos, territoriales, ambientales y productivos desde distintas escalas y campos disciplinares. La obra aborda la enseñanza de las ciencias, la formación del pensamiento crítico mediante metodologías STEAM-S, las redes académicas y los semilleros de investigación; al mismo tiempo, incorpora estudios sobre inteligencia artificial y diseño, movilidad sostenible, estrategias bioclimáticas en la vivienda, expansión urbana, economía circular, cadenas productivas, aprovechamiento de recursos y perspectiva de género en los procesos educativos. El volumen propone una lectura común: los problemas vinculados con la sostenibilidad requieren relacionar saberes, métodos y contextos que con frecuencia se estudian por separado. En este marco, las mujeres investigadoras participan como autoras, coordinadoras de equipos y constructoras de redes de conocimiento entre instituciones y territorios de Iberoamérica. Los capítulos muestran distintas formas de producir y transferir conocimiento, vinculando la investigación con la enseñanza, la práctica profesional y la toma de decisiones. El libro ofrece así una aproximación interdisciplinaria a la educación y la sostenibilidad, entendidas como campos de investigación en permanente relación con los cambios tecnológicos, económicos, sociales y territoriales.

Palabras clave: innovación educativa, investigación interdisciplinaria, sostenibilidad, mujeres investigadoras, educación, pensamiento crítico, STEAM-S, redes académicas, inteligencia artificial, movilidad sostenible, estrategias bioclimáticas, economía circular, perspectiva de género, transferencia de conocimiento, Iberoamérica

Abstract

Women Transforming Knowledge: Educational Innovation and Interdisciplinary Research for Sustainability brings together research emerging from the VI Congress of Women Researchers of the SNII and Ibero-America, examining educational, technological, territorial, environmental, and productive challenges across different scales and disciplinary fields. The book addresses science education, the development of critical thinking through STEAM-S methodologies, academic networks, and research incubators. At the same time, it incorporates studies on artificial intelligence and design, sustainable mobility, bioclimatic strategies in housing, urban expansion, the circular economy, production chains, resource utilization, and the integration of a gender perspective into educational processes. The volume offers a shared perspective: sustainability-related challenges require connecting knowledge, methods, and contexts that are often studied separately. Within this framework, women researchers participate as authors, research team coordinators, and builders of knowledge networks across institutions and territories throughout Ibero-America. The chapters illustrate different ways of producing and transferring knowledge by connecting research with teaching, professional practice, and decision-making. The book thus offers an interdisciplinary approach to education and sustainability, understood as fields of research that are continually shaped by technological, economic, social, and territorial change.

Keywords: educational innovation, interdisciplinary research, sustainability, women researchers, education, critical thinking, STEAM-S, academic networks, artificial intelligence, sustainable mobility, bioclimatic strategies, circular economy, gender perspective, knowledge transfer, Ibero-America.

Presentación/Presentation

Angélica Mendieta Ramírez

Presidenta de la Red Internacional de Mujeres Científicas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9344-8653>

La ciencia se transforma cuando cambia la manera en que nos acercamos a los problemas. Muchas de las preguntas que hoy ocupan a investigadores, instituciones y sociedades no pueden responderse desde una sola disciplina. El cambio climático, las transformaciones de las ciudades, los nuevos desafíos educativos, el desarrollo tecnológico, las formas de producción y las desigualdades sociales están relacionados entre sí y forman parte de una realidad que exige otras maneras de observar, analizar y construir conocimiento.

Mujeres que transforman conocimiento. Innovación educativa e investigación interdisciplinaria para la sostenibilidad parte de esta idea. Es una obra que reúne investigaciones diversas, tanto por los temas que aborda como por las disciplinas desde las cuales se construyen sus propuestas. Los trabajos que aquí se presentan tienen un punto de encuentro, la investigación como una herramienta para comprender problemas concretos y aportar elementos que permitan atenderlos.

La interdisciplinariedad es uno de los aspectos que da sentido a este volumen. Hablar de ella resulta sencillo; llevarla a la práctica requiere mucho más. Significa aceptar que una disciplina no siempre puede explicar por sí sola un fenómeno, escuchar otras formas de aproximarse a una realidad y estar dispuestos a construir conocimiento a partir del diálogo. Trabajar desde distintas disciplinas permite acercarse a un mismo problema desde ángulos diferentes. Cada campo aporta conocimientos, experiencias y herramientas propias, y al ponerlas en relación pueden aparecer otras preguntas y formas de resolver una situación.

Los trabajos reunidos en este libro reflejan esa diversidad: encontramos investigaciones sobre educación, territorio, tecnología, diseño, procesos productivos, ambiente y sostenibilidad. Algunos estudios se concentran en situaciones muy concretas y otros amplían la discusión, pero todos parten del interés por comprender una realidad y aportar elementos que puedan ser aprovechados en su contexto.

El lugar donde se realiza una investigación también influye en sus resultados. Las características de una comunidad, una institución o un territorio determinan, en buena medida, los problemas que se enfrentan y las posibilidades de atenderlos. Por ello, no basta con conocer los resultados de un estudio; también es necesario saber de dónde surge, con quiénes se desarrolla y cuáles son las condiciones que lo rodean. Esta mirada permite valorar mejor las propuestas y entender por qué una solución puede ser pertinente en un espacio y requerir ajustes en otro.

Los problemas no son iguales en todos los espacios ni se presentan de la misma manera. Una comunidad, una ciudad, una institución o un territorio tienen condiciones particulares que influyen tanto en la forma en que se manifiestan como en las alternativas que pueden plantearse. Por eso, conocer el contexto en el que se realiza una investigación resulta fundamental para comprender sus resultados y valorar la pertinencia de las propuestas que presenta. Una propuesta que funciona en determinado territorio puede necesitar modificaciones importantes cuando se aplica en otro. Por eso, la investigación debe considerar las características de las personas y de los lugares con los que trabaja.

Los estudios provenientes de México, Colombia y España que forman parte de este libro permiten precisamente observar esa diversidad. Aunque existen problemas que atraviesan diferentes países, las formas de enfrentarlos no son necesariamente las mismas. La educación, la innovación, la sostenibilidad o las

transformaciones urbanas adquieren matices distintos dependiendo de las condiciones sociales, económicas, culturales e institucionales de cada territorio.

La sostenibilidad también debe entenderse desde esta perspectiva amplia. No puede reducirse únicamente al cuidado del medio ambiente. Tiene relación con la manera en que producimos, consumimos, utilizamos los recursos, diseñamos nuestros espacios, educamos y pensamos el futuro. Hablar de sostenibilidad significa preguntarnos qué tipo de condiciones queremos dejar a las próximas generaciones y qué decisiones debemos tomar hoy para acercarnos a ellas.

La sostenibilidad no puede pensarse de manera aislada. Está relacionada con la forma en que educamos, investigamos, producimos y buscamos soluciones a los problemas que enfrentan nuestras comunidades. La educación ayuda a comprender lo que ocurre en nuestro entorno; la investigación permite profundizar en sus causas y consecuencias, y la innovación ofrece posibilidades para actuar de manera distinta. Cuando estos elementos se relacionan, la sostenibilidad deja de ser solamente un concepto y puede convertirse en una preocupación presente en las decisiones que tomamos.

Hay una presencia que merece destacarse a lo largo de estas páginas: la de las mujeres que hacen ciencia. Hoy encontramos investigadoras en prácticamente todos los campos del conocimiento y su participación es cada vez más visible. Sin embargo, llegar hasta aquí no ha sido sencillo. Muchas mujeres que investigaron, publicaron y aportaron al desarrollo científico durante décadas quedaron fuera del reconocimiento que recibieron sus colegas hombres. Por eso, dar espacio a sus trabajos y conocer sus trayectorias también es una manera de reconocer una parte de la historia de la ciencia que durante mucho tiempo no tuvo la visibilidad que correspondía.

Las dificultades no terminan con el acceso a los espacios científicos. Para muchas investigadoras siguen existiendo obstáculos relacionados con el desarrollo de sus carreras, la dirección de proyectos, el reconocimiento de sus resultados y su participación en los espacios donde se toman decisiones. Por eso, hablar de mujeres en la ciencia implica mirar no solamente cuántas están presentes, sino también las condiciones en las que desarrollan su trabajo y las oportunidades que tienen para avanzar. En este libro, cada una de las autoras aporta desde su experiencia y desde su campo de conocimiento, pero también forma parte de una comunidad científica que se construye mediante la colaboración.

Mujeres que transforman conocimiento representa, desde esta perspectiva, una muestra del trabajo que realizan investigadoras de diferentes disciplinas y territorios. Sus aportaciones permiten reconocer que la ciencia se construye desde múltiples lugares y que la colaboración entre mujeres, instituciones y países puede generar espacios importantes para compartir experiencias y conocimiento.

Espero que quienes se acerquen a estas páginas encuentren en ellas no solamente resultados de investigación, sino también nuevas preguntas. Que los capítulos generen discusión, que algunos de sus planteamientos puedan ser retomados y que otros trabajos surjan a partir de ellos.

Porque transformar el conocimiento no ocurre de un día para otro. Es un proceso que comienza con una pregunta, continúa con investigación, se fortalece con el diálogo y puede encontrar nuevas posibilidades cuando se comparte.

Ese es el espíritu que reúne estas páginas, mujeres que investigan, que enseñan, que cuestionan, que proponen y que, desde diferentes disciplinas y territorios, contribuyen a construir conocimiento para comprender mejor nuestro presente y pensar en el futuro.

Introducción/Introduction

María Elena Calles Santoyo, Elda Margarita Hernández Rejón,
Josefina Altamira García (Coord.)

La producción científica se organiza hoy alrededor de problemas que no coinciden con las fronteras convencionales entre disciplinas. El cambio climático, la expansión urbana, la digitalización, la reorganización de los sistemas productivos y la persistencia de desigualdades sociales articulan escalas, actores y procesos distintos. Su estudio exige relacionar conocimientos, reconocer la dimensión territorial de los fenómenos y revisar las formas mediante las cuales la investigación se vincula con la enseñanza, la tecnología y la toma de decisiones. Esta exigencia no elimina la especialización; plantea la necesidad de situarla dentro de marcos de análisis capaces de explicar las relaciones entre componentes que suelen examinarse por separado.

Morin (1999) advirtió que la fragmentación del saber limita la comprensión de problemas multidimensionales y sostuvo la necesidad de un conocimiento que vincule las partes con el conjunto y atienda las condiciones en que se produce. Este planteamiento ofrece una base para leer los trabajos reunidos en el presente volumen. Sus objetos de estudio pertenecen a campos distintos, pero remiten a relaciones comunes: educación y formación científica; territorio y ambiente; innovación tecnológica y diseño; producción, economía y uso de recursos; género y convivencia social. La unidad del libro no deriva, por tanto, de la homogeneidad temática, sino de la forma en que las investigaciones conectan escalas de análisis, métodos y ámbitos de aplicación.

La educación ocupa una posición específica dentro de esta discusión. Es un espacio de formación, pero también un medio para producir, contrastar y comunicar conocimiento. Las metodologías STEAM-S, el aprendizaje mediante la práctica, los semilleros de investigación, las redes académicas y la enseñanza de las ciencias examinan modos concretos de articular docencia e investigación. Bajo esta perspectiva, innovar no equivale a incorporar recursos nuevos de manera aislada. Supone modificar relaciones pedagógicas, criterios de evaluación, formas de colaboración y procedimientos para que estudiantes y docentes formulen preguntas, trabajen con evidencia y analicen las implicaciones sociales de lo aprendido.

La hoja de ruta de la UNESCO para la Educación para el Desarrollo Sostenible sitúa estas capacidades dentro de cinco ámbitos de acción: políticas públicas, entornos educativos, formación de educadores, participación de las juventudes y actuación local (UNESCO, 2020). El documento subraya que la sostenibilidad debe integrarse en los contenidos, las prácticas institucionales y la acción colectiva, no tratarse como un agregado curricular. Esta orientación permite enlazar dos núcleos del libro —innovación educativa e investigación interdisciplinaria— sin asumir que uno es instrumento del otro. Ambos participan en la construcción de conocimientos y capacidades para intervenir en problemas ambientales, económicos y sociales.

Desde esta base se presenta *Mujeres que transforman conocimiento. Innovación educativa e investigación interdisciplinaria para la sostenibilidad*, obra derivada de los trabajos expuestos en el VI Congreso de Investigadoras del SNII y de Iberoamérica, realizado en la Universidad Autónoma de Tamaulipas en noviembre del 2025. Los capítulos proceden de universidades y centros de investigación de México, Colombia y España, y corresponden a trayectorias, escalas y campos profesionales diversos. El volumen no funciona únicamente como registro del encuentro. Su propósito editorial es poner en relación investigaciones que analizan procesos concretos y que, desde sus respectivos marcos, aportan

elementos para la formación universitaria, la gestión territorial, el diseño, la producción y el estudio de las relaciones sociales.

La participación de las mujeres investigadoras forma parte del contenido académico de la obra y de las condiciones en que ésta fue producida. Las autoras intervienen como responsables o integrantes de equipos en educación, ingeniería, arquitectura, diseño, economía, ciencias ambientales, tecnología de alimentos y estudios territoriales. La presencia de coautorías mixtas no diluye este rasgo; muestra que la incorporación de las mujeres a la producción científica también ocurre mediante la dirección de proyectos, el trabajo colegiado y la formación de redes. El libro permite observar esa participación sin reducirla a un dato de representación: las investigadoras definen problemas, seleccionan métodos, construyen evidencia y sostienen intercambios entre instituciones y países.

Un primer conjunto de capítulos examina la educación y la formación para la investigación. El análisis de las Cátedras y Redes UNITWIN de la UNESCO sitúa la cooperación universitaria dentro de los mecanismos internacionales de intercambio de conocimiento. La experiencia de semilleros de investigación entre Colombia y México, el trabajo del Cuerpo Académico CA-38 y la propuesta de aprender haciendo describen arreglos institucionales y pedagógicos para incorporar a estudiantes y docentes en procesos colectivos de investigación. A ellos se suman el estudio sobre enseñanza y aprendizaje de la ciencia, la experiencia STEAM-S orientada al pensamiento crítico en ingeniería y el uso del diseño gráfico en el aprendizaje musical. En estos trabajos, la innovación se aborda a partir de prácticas observables, no como una cualidad atribuida de antemano a una herramienta o metodología.

Este eje también permite distinguir entre el empleo de una técnica y el cambio educativo. Una metodología puede ampliar la participación del estudiantado o favorecer la integración de saberes, pero sus resultados dependen de objetivos formativos, condiciones institucionales y procesos de seguimiento. De ahí que los capítulos atiendan experiencias situadas: formación de pregrado en Tamaulipas, cooperación entre comunidades académicas de dos países, enseñanza de ingeniería, educación científica y aprendizaje musical. La comparación entre estos casos no busca uniformar sus resultados; permite reconocer decisiones pedagógicas, restricciones y posibilidades de transferencia.

El territorio y el ambiente conforman un segundo campo de análisis. El estudio prospectivo sobre el uso de la bicicleta en México relaciona movilidad, hábitos y condiciones ambientales. La adaptación de estrategias bioclimáticas históricas al diseño contemporáneo de vivienda en Tampico recupera respuestas constructivas asociadas al clima local y las examina frente a requerimientos actuales. El análisis del color en el paisaje urbano latinoamericano incorpora percepción, cultura e identidad a la lectura de la ciudad, mientras que el trabajo sobre expansión urbana e irregularidad en Ciudad Madero aborda riesgos e impactos territoriales derivados de la ocupación del suelo. En conjunto, estas contribuciones muestran que la sostenibilidad urbana depende de decisiones técnicas, prácticas sociales, memoria construida y regulación territorial.

La escala territorial también aparece en el manejo de residuos y en el aprovechamiento de recursos. El estudio sobre polvo químico seco tipo ABC analiza un problema específico de gestión empresarial en Tamaulipas. La investigación acerca de la economía circular en la ganadería bovina de zonas rurales de Veracruz examina la reincorporación de materiales y su relación con las condiciones de vida. Por su parte, la evaluación de la temperatura de extracción del aceite de nuez pecanera aporta resultados fisicoquímicos útiles para el procesamiento y la calidad del producto. Estos capítulos trabajan con objetos distintos, aunque convergen en una pregunta: cómo organizar procesos productivos para reducir pérdidas, controlar efectos ambientales y mantener criterios verificables de desempeño.

Un tercer grupo aborda economía, tecnología y cadenas de valor. El análisis de los aranceles estudia sus efectos en la economía mundial y en las relaciones comerciales; el capítulo dedicado a la industria azucarera identifica actores, etapas y vínculos dentro de una cadena productiva; y la reflexión sobre inteligencia artificial en el diseño de mensajes, objetos y espacios examina cambios en los procedimientos de creación y comunicación. Estos temas permiten advertir que la sostenibilidad no se limita a variables ecológicas. Incluye decisiones sobre producción, circulación, empleo de tecnologías y distribución de costos y beneficios. También requiere valorar los alcances y límites de las herramientas utilizadas, así como los criterios profesionales que orientan su adopción.

La perspectiva de género se incorpora de manera explícita en el estudio sobre las concepciones docentes en educación primaria y su incidencia en la convivencia escolar. Su inclusión amplía la discusión del libro porque ubica las relaciones de género en prácticas cotidianas, procesos formativos y formas de interacción. De manera complementaria, el capítulo sobre investigadoras que estudian el color del paisaje urbano hace visible la posición de las mujeres como productoras de conocimiento sobre la ciudad. Ambos trabajos evitan tratar el género como un apartado separado de la educación o el territorio; lo emplean para examinar cómo se construyen categorías, percepciones y relaciones dentro de esos campos.

La lectura transversal de los capítulos permite precisar el sentido de la interdisciplinariedad en esta obra. No se trata de reunir disciplinas por acumulación ni de sustituir sus métodos por un lenguaje común. El trabajo interdisciplinario comienza cuando un problema obliga a establecer relaciones entre conceptos, evidencias y escalas que proceden de tradiciones distintas. En algunos capítulos, esa relación se expresa en el cruce entre diseño y pedagogía; en otros, entre arquitectura, clima y memoria; entre procesos productivos, química y economía circular; o entre expansión urbana, riesgo y regulación del suelo. La articulación se construye desde el objeto de estudio y debe justificarse metodológicamente en cada caso.

También es necesario delimitar el alcance de la transformación anunciada en el título. Transformar conocimiento no significa atribuir a toda investigación un efecto inmediato sobre la sociedad. Alude a operaciones más precisas: revisar un marco de interpretación, producir evidencia sobre un proceso poco documentado, adaptar una estrategia a otro contexto, incorporar un método de enseñanza, identificar relaciones dentro de una cadena productiva o establecer criterios para una decisión técnica. La incidencia puede ocurrir en el aula, en un equipo de investigación, en una organización, en el diseño de un espacio o en la gestión de un territorio. Su alcance depende de la calidad de la evidencia, de la posibilidad de comunicarla y de las condiciones institucionales para utilizarla.

El VI Congreso de Investigadoras del SNII y de Iberoamérica proporcionó el espacio inicial para presentar y discutir estas contribuciones. La publicación prolonga ese intercambio mediante un proceso editorial que permite someter los trabajos a revisión, ordenarlos dentro de una lectura conjunta y ponerlos a disposición de otras comunidades académicas. La circulación del conocimiento no es una etapa posterior y automática de la investigación; forma parte de ella, porque expone métodos y resultados al examen de lectores que trabajan en otros contextos y abre posibilidades de comparación, réplica o reformulación.

Mujeres que transforman conocimiento ofrece, así, un panorama de investigaciones que se desarrollan en la intersección entre educación, sostenibilidad y práctica profesional. Sus capítulos no proponen una definición única de estos campos ni una ruta uniforme de intervención. Presentan preguntas, procedimientos y resultados situados que permiten reconocer coincidencias y diferencias entre experiencias. La aportación del volumen reside en esa posibilidad de lectura: observar cómo las mujeres investigadoras y los equipos en los que par-

ticipan producen conocimiento desde instituciones y territorios específicos, y cómo ese conocimiento adquiere sentido al entrar en diálogo con otros saberes, problemas y comunidades.

Referencias

- Morin, E. (1999). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000117740_spa
- Unesco. (2020). Education for sustainable development: A roadmap. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374802>

El uso de las bicicletas y el medioambiente: análisis prospectivo de México en 2030

María Guadalupe Montiel-Hernández¹; Carla Carolina Pérez-Hernández²; Juan Gabriel Figueroa Velázquez³

Resumen

Los estudios de prospectiva permiten tener diversos panoramas futuros y, con ello, hacer una correcta planeación y toma de decisiones. Con respecto a la movilidad, específicamente en el caso de las bicicletas, brindan la posibilidad de identificar las variables que influyen en su uso como alternativa de movilidad sostenible. El objetivo de la presente investigación es generar una prospectiva del uso de las bicicletas en México para el año 2030, a través de la construcción de escenarios futuros. Mediante tres actividades básicas, se realizó la categorización de señales de cambio percibidas por: 1) la ciencia, a través del análisis del estado del arte, a partir de 2 000 investigaciones que se examinan mediante herramientas de procesamiento de lenguaje natural; 2) el contexto, mediante el análisis de tendencias a partir de 166 noticias, y 3) los usuarios locales, a partir de la creación de escenarios a través de estudios cualitativos (entrevistas semiestructuradas y encuestas aplicadas en línea). Para ello se entrevistó a 5 personas y se elaboraron 65 encuestas a través de medios electrónicos. Una vez que se identificaron los ejes de incertidumbre: a) infraestructura y b) bienestar, fueron establecidos un total de cuatro escenarios futuros: 1) oro; óptimo, con mayor bienestar e infraestructura; 2) plata; infraestructura ideal, menor percepción de bienestar; 3) bronce; mayor percepción de bienestar, infraestructura decadente, y 4) cobre; pésimo, menor bienestar e infraestructura. Dichos escenarios parten del uso de la bicicleta, la infraestructura y la percepción de bienestar; lo anterior vinculado con el futuro uso de las bicicletas en México y su impacto en el medio ambiente.

Palabras clave: prospectiva, bicicletas, medio ambiente, movilidad sostenible, escenarios futuros.

Cómo citar: Montiel-Hernández, M., Pérez-Hernández, C., Figueroa, J. (2026). El uso de las bicicletas y el medioambiente: análisis prospectivo de México en 2030. En Calles, M., Hernández, E., Altamira, J. (Eds.). *Mujeres que transforman conocimiento. Innovación educativa e investigación interdisciplinaria para la sostenibilidad*. High Rate Consulting. <https://doi.org/10.38202/mujerestransf1>

1. <https://orcid.org/0000-0001-6385-3148>, maria_montiel@uaeh.edu.mx | Instituto de Ciencias Económico Administrativas, UAEH; México.
2. <https://orcid.org/0000-0001-8286-8775>, carla_perez@uaeh.edu.mx | Instituto de Ciencias Económico Administrativas, UAEH; México.
3. <https://orcid.org/0000-0002-8846-1359>, jfigueroa@uaeh.edu.mx | Instituto de Ciencias Económico Administrativas, UAEH; México

Bicycle Use and the Environment: A Prospective Analysis of Mexico in 2030

Abstract

Foresight studies make it possible to envision different future scenarios and, consequently, support effective planning and decision-making. With regard to mobility, specifically in the case of bicycles, they provide the opportunity to identify the variables that influence their use as a sustainable mobility alternative. The objective of this research is to develop a foresight analysis of bicycle use in Mexico by 2030 through the construction of future scenarios. Through three basic activities, signals of change perceived by: 1) science, through a state-of-the-art review based on 2,000 research studies analyzed using natural language processing tools; 2) the context, through trend analysis based on 166 news articles, and 3) local users, through the creation of scenarios based on qualitative studies (semi-structured interviews and online surveys), were categorized. To this end, five people were interviewed and 65 surveys were conducted through electronic means. Once the uncertainty axes were identified: a) infrastructure and b) well-being, a total of four future scenarios were established: 1) gold: optimal, with greater well-being and infrastructure; 2) silver: ideal infrastructure, lower perception of well-being; 3) bronze: greater perception of well-being, declining infrastructure; and 4) copper: poor, with lower well-being and infrastructure.

Keywords: foresight, bicycles, environment, sustainable mobility, future scenarios.

Introducción

La bicicleta es un medio de transporte propulsado por el esfuerzo del usuario. Se considera que el antecesor de la bicicleta es el “celerífero”, invento desarrollado por el Conde de Sivrac, compuesto por dos ruedas de madera unidas por una barra del mismo material. Dicho invento fue mejorado por K. F. von Drais, quien realizó adecuaciones para que la rueda delantera pudiera ser orientable; en ambos casos, se desplazaban a través del impulso de los pies sobre el suelo. En 1851 se fijaron pedales a la rueda delantera; en 1880 surgió el término “bicycle”. Este artefacto logró cubrir necesidades de desplazamiento (Boix, 1999).

El uso de las bicicletas como medio de transporte sostenible ha tomado auge en los últimos años debido a su limitado impacto en las afecciones al medio ambiente y los beneficios para la salud; además, es considerado un bien medioambiental: “producir y utilizar más bicicletas puede ayudar a la sociedad a reducir las emisiones con el tiempo” (Reinsch *et al.*, 2021, p. 20). Es decir, las bicicletas no solo tienen beneficios para el medioambiente con respecto a su uso con relación a otros medios de transporte; además, su producción no es agresiva con el medioambiente y la sustitución de vehículos automotores por bicicletas como medio de transporte puede ayudar a disminuir la huella

ecológica. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 1999) proporcionó un listado de productos amigables con el medio ambiente; en esencia, refieren a bienes cuya producción y consumo final no dañan al medio ambiente.

A su vez, Mealy y Teytelboym (2022) se preguntan qué países tendrán las capacidades productivas para transitar a una economía verde; para ello, construyen un listado de productos verdes, los cuales tienen políticas ambientales y menores emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Asimismo, desarrollan un índice de complejidad de producto, el cual captura información medioambiental relevante sobre las capacidades productivas y su posible diversificación verde. Desarrollan un espacio producto verde en el que se visualiza el relacionamiento de las capacidades que sustentan los productos verdes. Se encuentran diversas partes para la construcción de bicicletas, dentro de las que se enlistan: frenos y partes de estos, bujes, llantas, asientos, marcos y pedales.

Por su parte, Pérez-Hernández *et al.* (2021) examinan la capacidad actual para impulsar la economía verde en México, para lograr una producción ecológica y amigable con el medio ambiente; en su estudio detectaron, con base en técnicas de com-

plejidad económica, que las bicicletas son un producto con alta densidad de relacionamiento, lo que implica que, dadas las capacidades actuales, específicamente el estado de Nuevo León es propenso a la exportación futura de este bien con una ventaja comparativa revelada.

El uso de las bicicletas requiere un cambio en la infraestructura de las ciudades, en el comportamiento de los ciudadanos, en la seguridad y en la conexión con otros medios de transporte. A pesar de los múltiples beneficios, también tiene algunos elementos negativos: la contaminación de las ciudades y las afecciones a quienes respiran el aire; la infraestructura inadecuada, que imposibilita el libre tránsito en bicicleta; el riesgo de accidentes; la dificultad para transportar artículos pesados o más pasajeros. Asimismo, resaltar que su uso es más factible para distancias cortas; por ello, el uso del automóvil ha incrementado, pues ofrece ciertas comodidades, tales como: velocidad, privacidad y confort (Caballero *et al.*, 2014; Suero, 2010).

La presente investigación tiene como objetivo generar una prospectiva del uso de las bicicletas en México para el año 2030, a través de la construcción de escenarios posibles. Lo anterior, debido a las implicaciones que tiene su uso en cuanto a aspectos de movilidad, salud, reducción de emisiones, afecciones a la salud y urbanismo, a través de tres actividades básicas, categorizadas como señales de cambio, percibidas por: 1) la ciencia, 2) el contexto, y 3) los usuarios locales.

Metodología

La metodología prospectiva aporta elementos a la planeación; permite identificar las opciones para la toma de decisiones. Asimismo, busca el diseño y la construcción de alternativas que permitan reconocer el futuro deseado; es de carácter creativo, permite guiar las acciones presentes e identificar las posibilidades futuras, y está enfocada en el largo plazo. Tiene como sustento la premisa sobre los elementos cualitativos como determinantes, pues son los que tienen contacto con la realidad. En específico, la investigación se basa en la metodología prospectiva normativa, la cual busca reconocer un futuro deseable y un futuro lógico, basado en estrategias y normas que permitan la construcción del futuro (Miklos, 2014). Asimismo, se adopta un enfoque de investigación cualitativa, el cual permite examinar procesos y significados, favoreciendo una comprensión profunda de la temática analizada (Leavy, 2020).

Construcción de escenarios prospectivos

La construcción de escenarios se realizó mediante el método de escenarios prospectivos normativos; este permite identificar futuros posibles, probables y deseables a partir de la integración de tres fuentes principales:

1. Evidencia científica.
2. Análisis contextual.
3. Percepciones de usuarios.

Este método se apoya en la identificación de señales de cambio, entendidas como indicios tempranos de transformaciones sociales, tecnológicas, ambientales y culturales que pueden incidir en la evolución del uso de las bicicletas y su impacto ambiental. A partir de dichas señales fueron definidos ejes críticos y se elaboraron escenarios que reflejan diversas combinaciones de condiciones estructurales y decisiones estratégicas, lo que permite anticipar trayectorias futuras del fenómeno estudiado (Becerra *et al.*, 2014; Flores-Aguero *et al.*, 2021). En continuidad con lo referido por Becerra *et al.* (2014), se emplearon cuatro métodos prospectivos: evidencia, experticia, interacción y creatividad.

Evidencia

El método de evidencia consistió en explicar el fenómeno a partir de documentos confiables. Para ello, se realizó una revisión de la literatura científica, lo cual permitió sintetizar la información y analizar el comportamiento de las investigaciones relacionadas con el uso de bicicletas y el medio ambiente. Se aplicó un mapeo científico sistemático para identificar investigaciones relevantes (Denyer & Tranfield, 2009; Núñez-Merino *et al.*, 2022).

La búsqueda se efectuó en la base de datos Web of Science, utilizando una cadena de búsqueda en inglés que incluyó los términos “bicycle” o “bike” y se limitó a las categorías de:

- 1) Tecnología científica sostenible verde.
- 2) Ciencias ambientales.
- 3) Estudios ambientales.

Esta delimitación se realizó con la finalidad de filtrar estudios vinculados exclusivamente con aspectos ambientales. Como resultado, se obtuvieron un total de 2000 investigaciones.

Experticia e interacción

Los métodos de experticia e interacción se desarrollaron a través del análisis del marco contextual, mediante una búsqueda manual de noticias por entidad federativa. Se identificaron 166 noti-

cias, consideradas como fuentes de información secundaria.

Para apoyar la sistematización de esta información, se utilizó ChatGPT exclusivamente como herramienta de apoyo técnico para la síntesis preliminar de contenidos, sin sustituir en ningún momento el análisis cualitativo ni la interpretación de los datos. Los resúmenes generados fueron verificados manualmente mediante la revisión directa de títulos, contenidos y fuentes originales, con el fin de reducir sesgos y asegurar la consistencia de la información empleada en el análisis contextual.

Posteriormente, se realizó un análisis de títulos y resúmenes para identificar la situación actual del uso de las bicicletas en cada entidad federativa. Esta información permitió enriquecer el estudio y realizar una triangulación metodológica, entendida como la combinación de distintas fuentes y técnicas para corroborar resultados e incrementar la confiabilidad del estudio (Villareal & Landeta, 2010).

El análisis de la evidencia científica y contextual permitió identificar conocimientos, habilidades y tendencias que sirvieron de base para el diseño de la entrevista semiestructurada y la interacción con los usuarios.

Creatividad

La creatividad constituye un elemento central para el desarrollo de escenarios prospectivos. En este estudio se concibe como la capacidad de integrar opciones de usuarios, tendencias emergentes y la interacción entre factores sociales, económicos y ambientales. Este enfoque permite construir una visión del futuro a partir de la vigilancia sistemática del presente, articulando expertos, modelos, tendencias y contextos.

Fases de la investigación

La investigación se estructuró en dos fases principales:

1. *Fase exploratoria.* En esta fase se identificaron, mediante la revisión de la literatura, los elementos vinculados con el medio ambiente y el uso de la bicicleta. Ello permitió la categorización de señales de cambio percibidas desde la ciencia, así como un análisis contextual que posibilitó la identificación de señales de cambio percibidas por el contexto y los usuarios.

2. *Fase descriptiva.* Esta fase se orienta a la categorización de señales de cambio percibidas por los usuarios locales, a partir de entrevistas semiestructuradas y encuestas aplicadas en línea.

De manera integrada, el proceso metodológico se compone de tres etapas: 1) estado del arte, 2) marco contextual, y 3) creación de escenarios. Cada una de las etapas mencionadas se describe de manera esquemática en la Figura 1.

Instrumentos y técnicas

En la Figura 2 se presentan los instrumentos y técnicas empleadas. Las técnicas utilizadas fueron la observación, la entrevista, la encuesta y el análisis documental. Los instrumentos incluyeron guía de observación, diario de campo, cuestionario, guía de entrevista semiestructurada y bitácoras de hechos portadores del futuro (Díaz Bambula & Gómez, 2016; Moreira, 2002; Sandin *et al.*, 1991; Vasilachis de Gialdino, 2006).

Instrumentos de recolección de información

El principal instrumento de la investigación fue un cuestionario aplicado mediante entrevistas semiestructuradas y encuesta de respuestas abiertas en línea. Las categorías de análisis fueron: a) uso de bicicleta, b) infraestructura, y c) bienestar.

El instrumento estuvo conformado por seis preguntas, validadas por expertos, y fue aplicado a usuarios de bicicleta residentes del municipio de Pachuca de Soto, Hidalgo, México, tanto de manera presencial como virtual.

Se empleó un muestreo por conveniencia no probabilístico, integrado por voluntarios que cumplieran con los siguientes criterios: ser mayores de edad, residir en el municipio de Pachuca de Soto y utilizar la bicicleta de manera cotidiana o recreativa. La muestra final estuvo conformada por 5 entrevistas semiestructuradas y 65 encuestas en línea.

Si bien este tipo de muestreo limita la generalización estadística de los resultados, resulta adecuado para estudios de carácter exploratorio prospectivo, cuyo objetivo es identificar tendencias, percepciones y señales de cambio más que realizar inferencias poblacionales (Pimienta Lastra, 2000; Pineda *et al.*, 1994).

Análisis de la información

Las entrevistas fueron grabadas en audio, transcritas íntegramente y, junto con las respuestas abiertas de las encuestas, analizadas mediante el software [Atlas.ti](https://atlas.ti.com/). Se aplicó un análisis de contenido, iniciando con una codificación abierta que permitió identificar unidades de significado relevantes, seguida de una codificación axial orientada a establecer relaciones entre categorías y subcate-

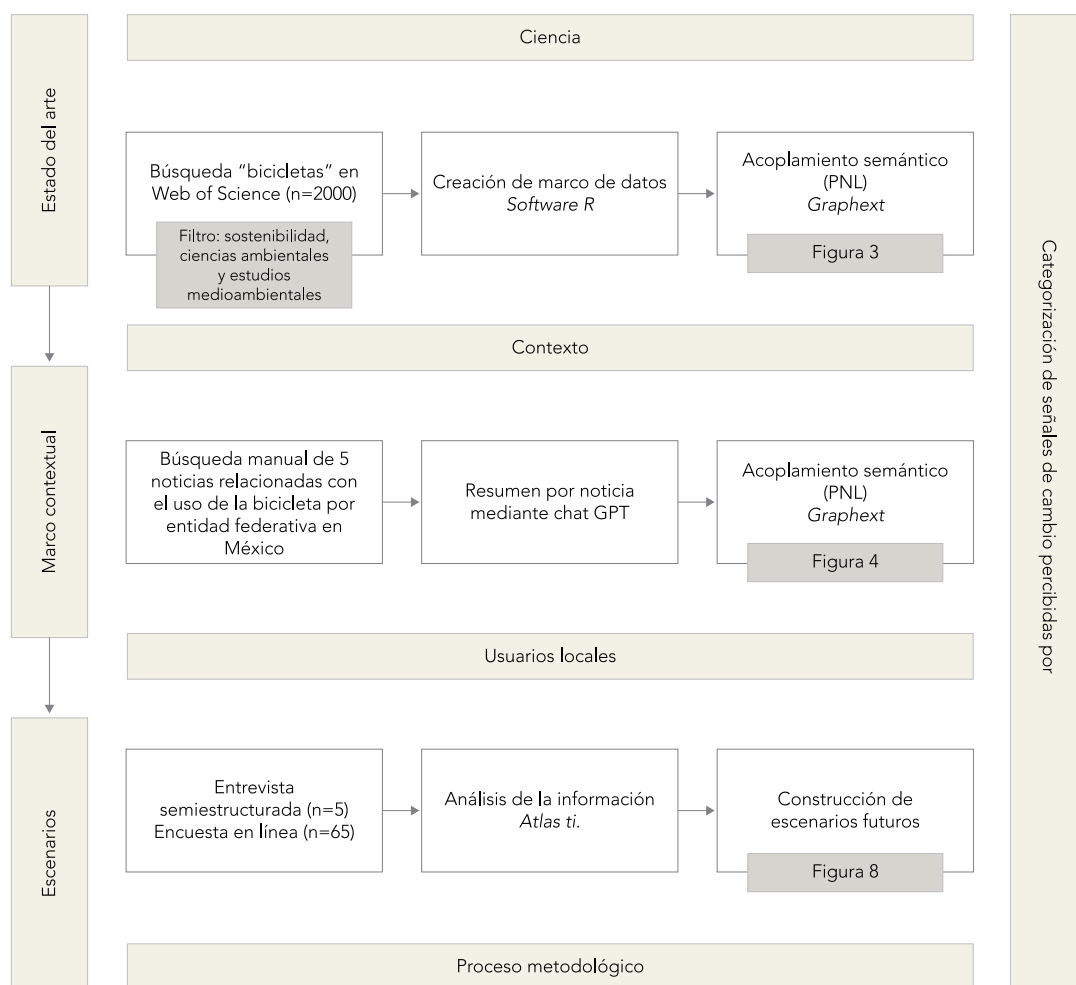


Figura 1.
Proceso metodológico

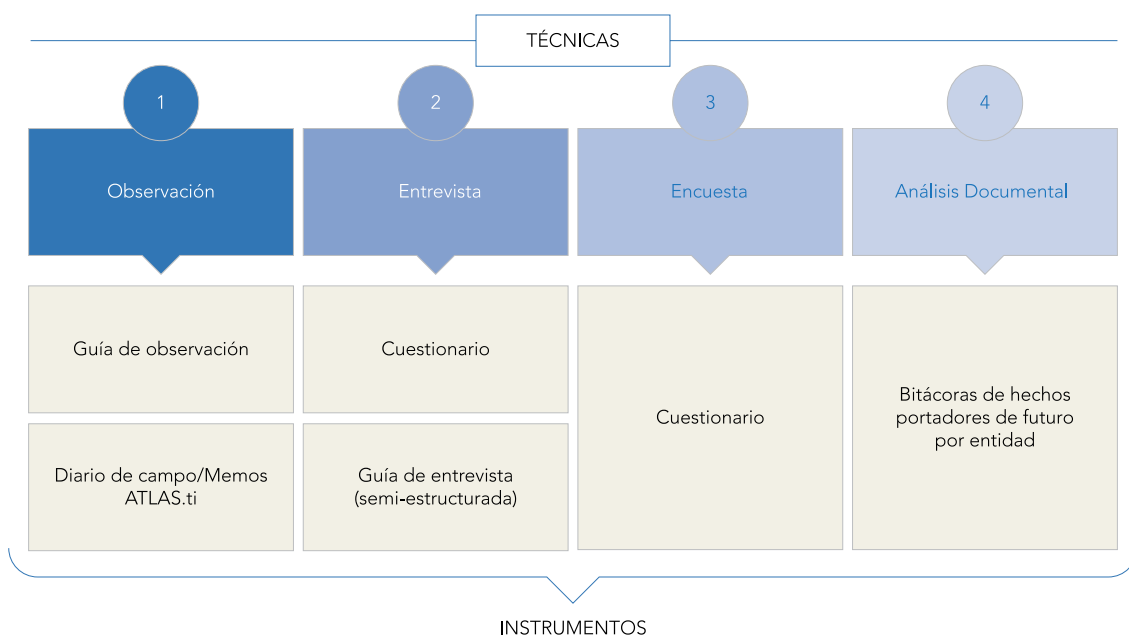


Figura 2.
Instrumentos y técnicas empleadas en la investigación

Fuente: elaboración propia con base en (Díaz Bambula & Gómez, 2016; Moreira, 2002; Sandin et al., 1991; Vasilachis de Gialdino, 2006).

gorías (Cáceres, 2008; Bernete, 2013; San Martín Cantero, 2014).

A partir de este proceso se identificaron categorías centrales y señales de cambio, las cuales fueron contrastadas mediante triangulación con la evidencia científica y el análisis contextual, fortaleciendo la confiabilidad y coherencia interpretativa del estudio.

Alcance del estudio

El estudio empírico se desarrolló a partir del caso del municipio de Pachuca de Soto, Hidalgo, el cual se concibe como un caso base exploratorio que permite profundizar en las dinámicas locales del uso de la bicicleta. No obstante, los escenarios prospectivos integran evidencia científica y contextual de alcance nacional, lo que posibilita su interpretación como insumos para reflexionar sobre la movilidad sostenible y el uso de la bicicleta en el contexto mexicano.

Movilidad sostenible y el uso de bicicletas

Se ha estudiado el beneficio del uso de bicicletas como medio de transporte y el medio ambiente. Existen diversas investigaciones que ponen especial atención en la reducción de emisiones de CO₂ y el medio ambiente (Brand, 2021; Espinosa

et al., 2018; López-Feldman *et al.*, 2020), la infraestructura (Figueroa-Luque *et al.*, 2020; Quintero González & Quintero González, 2015), la cultura vial (Céspedes Auris, 2020; Rinaldi, 2014) y la salud (Figueroa-Luque *et al.*, 2020).

Para la obtención de la categorización de señales de cambio percibidas por la ciencia y, con ello, la relación entre el medio ambiente y el uso de la bicicleta, se realizó una búsqueda en Web of Science sobre “bicicletas” y se filtraron específicamente los documentos de investigación relacionados con sostenibilidad, ciencias ambientales y estudios medioambientales. Lo cual le brinda evidencia al estudio a través de documentos confiables y útiles para el fenómeno de estudio (Becerra *et al.*, 2014).

La búsqueda arrojó 2 000 investigaciones; dicha base de datos fue extraída para posteriormente ingresarla a Graphext. Se realiza un análisis semántico por medio de algoritmos de inteligencia artificial de procesamiento de lenguaje natural, que genera un agrupamiento semántico de los documentos de investigación.

El análisis arrojó 9 grupos que se describen a continuación, en los que se mencionan algunos de los estudios relevantes de cada uno de ellos. En la Figura 3 se muestra el tablero interactivo de la investigación, donde cada nodo representa un documento de investigación y los colores constituyen cada uno de los grupos obtenidos.

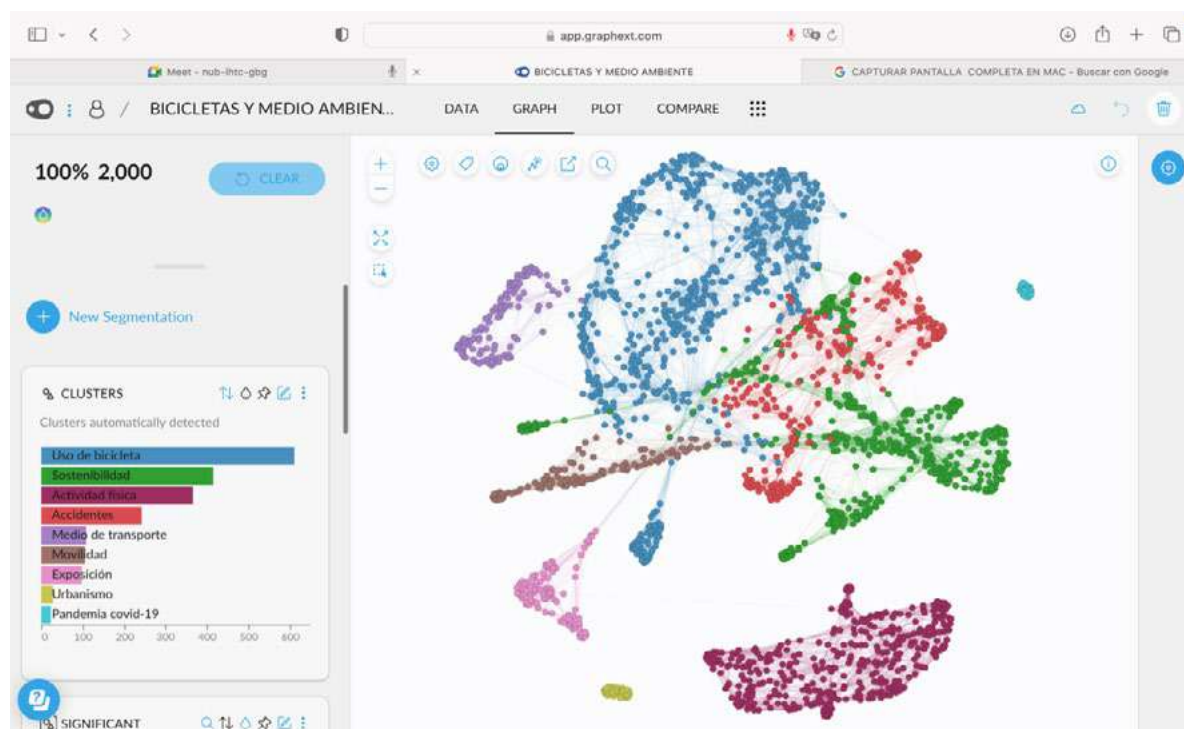


Figura 3.
Bicicletas y medio ambiente

Fuente: elaboración propia.

Consulta: <https://public.graphext.com/b13f409ba90f70f7/index.html>

Uso de bicicletas

En cuanto al uso de bicicleta, se han estudiado las bicicletas compartidas y si ellas pueden sustituir al sistema de transporte urbano (Kim & Cho, 2023); asimismo, su uso está en función de las necesidades de los usuarios, el propósito del viaje, la disponibilidad, el sexo, la ocupación y la edad, la diversión, la salud y las condiciones viales. Festa & Forciniti (2019) sugieren que el acceso a bicicletas compartidas puede incrementar su uso. En su estudio realizado en un pequeño poblado de Italia descubrieron que la falta de uso se debe principalmente a que no cuentan con una bicicleta o bien no saben usarla, o no hay infraestructura adecuada. Otros encuestados mencionan que no la usan, pues no la consideran como un medio de transporte, sino como un medio para realizar actividades deportivas y recreativas.

Una forma de transporte sostenible es el uso compartido de bicicletas, en el que se pueden alquilar las bicicletas para distancias cortas; ofrece ventajas de bienestar, disminución de emisiones de CO₂ y de tráfico, flexibilidad y beneficios financieros (Zhu *et al.*, 2022). Además, el uso compartido de bicicletas puede reducir el consumo de acero, caucho y aluminio; asimismo, representa un bajo costo y fácil acceso (en grandes ciudades) (Sun & Ertz, 2021).

Sostenibilidad

La micromovilidad es considerada como una solución sostenible de la movilidad. Por su parte, Felipe-Falgas *et al.* (2022) detectaron que el uso de la bicicleta convencional logró disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, caso contrario con las bicicletas y ciclomotores eléctricos. Para ello evaluaron el ciclo de vida del producto con la finalidad de estimar la carga ambiental de la micromovilidad. Por lo tanto, sugieren que es importante analizar el impacto de los medios de transporte y su ciclo de vida, con el fin de evaluar la pertinencia de su introducción. Su hallazgo principal versa sobre la premisa de que la micromovilidad no siempre es la mejor solución ambiental; para que lo sea, se debe mejorar el diseño ecológico de los vehículos y las políticas de transporte. Buscan analizar el proceso de planificación y los beneficios al medio ambiente generados por el uso de bicicletas y la creación de estacionamientos e infraestructura para bicicletas. Detectaron una reducción de las emisiones de CO₂, esto debido al aumento de viajeros en bicicleta, que se podría ver disminuido si el calentamiento global sigue en au-

mento y la temperatura de las ciudades incrementa (Heaney *et al.*, 2019; Mrkajic *et al.*, 2015).

Actividad física

Se trata de una de las mejores estrategias para la prevención de enfermedades. El uso de bicicleta se relaciona con la disminución de riesgos de enfermedades cardiovasculares y situaciones de salud adversas; por ello, su uso contribuye a la salud pública, permite la actividad física y la movilidad urbana (Heaney *et al.*, 2019; Hou *et al.*, 2023). Polo-Recuero *et al.* (2021) analizan el beneficio y la prevención de la salud a través del uso de escritorios de bicicleta en las aulas; permite mantener a los alumnos activos durante su proceso de aprendizaje. Resulta una alternativa a los escritorios tradicionales; no tiene efectos en los resultados académicos, pero sí incrementa la concentración (Polo-Recuero *et al.*, 2021). La disponibilidad de espacios urbanos verdes está relacionada con el aumento de actividad física; por ello, las ciudades deben poner a disposición de los habitantes lugares para ejercitarse, por ejemplo, rutas y estacionamientos para bicicletas (Schipperijn *et al.*, 2013).

Accidentes

A su vez, Rahimi *et al.* (2020) examinan los patrones de mortandad en accidentes de peatones y usuarios de bicicletas en Florida, Estados Unidos de América. Detectaron que los patrones de mortalidad y los factores son diferentes según el tránsito vehicular y el tipo de infraestructura. Los peatones, usuarios de bicicletas y los de vehículos no motorizados son considerados usuarios vulnerables de carreteras; tienen más probabilidades de ser perjudicados. Estudios muestran que los accidentes que involucran vehículos motorizados y usuarios vulnerables aumentan la probabilidad de muerte cuando el conductor tiene entre 46 y 55 años. El riesgo se incrementa si se conduce una bicicleta eléctrica, esto debido a que la velocidad de la bicicleta eléctrica es mayor que la de una bicicleta tradicional. Se recomienda el uso de protección, como casco, para disminuir las lesiones; por ello, se debe reforzar la cultura vial y hacer cumplir las regulaciones (Yuan *et al.*, 2022).

Medio de transporte

Las poblaciones que van en aumento están sufriendo una transformación urbana acelerada; los grupos más desfavorecidos son los que no cuentan con un automóvil propio. En tal sentido, Zheng *et al.*

(2022) realizan un análisis sobre la movilidad urbana con diversos modos de transporte. Detectaron que se ha registrado un incremento en el transporte público y privado, una disminución del ciclismo y senderismo, lo que representa una mayor contaminación y tránsito vial. Trček & Mesarec (2022) estudian el comportamiento de los desplazamientos en la Universidad de Maribor, sobre las políticas de transporte y los factores que influyen en el cambio o elección de movilidad sostenible. En los estudiantes se detectó un incremento en el desplazamiento a pie, al igual que en el uso de bicicletas, y una leve disminución en el uso de automóviles; en el caso del personal, no se registraron cambios.

Movilidad

Más de seis millones de viajes en bicicletas compartidas fueron registrados en 2011 en la ciudad de Lyon, Francia, la segunda aglomeración más grande del país. Muestran que el uso se da con fines de desplazamiento; su empleo es considerado como una alternativa y complemento de transporte, tiene beneficios para la salud, disminuye el tránsito vehicular y es una alternativa de movilidad flexible. El estudio detectó que para incrementar el uso de bicicletas compartidas como alternativa de movilidad es necesario contar con estaciones adecuadas, las cuales se encuentren correctamente conectadas (Tran & Ovtracht, 2018). La micromovilidad es adecuada para distancias cortas, ofrece opciones convenientes que permiten hacer más eficientes y accesibles las redes de transporte, además de apoyar la sostenibilidad social, ambiental y económica. La micromovilidad compartida puede ser una opción viable, pues reduce los costos de inversión para adquirir un vehículo de pequeña escala y brinda mayores opciones de transporte (Aman *et al.*, 2021).

Exposición a contaminantes

El tránsito vehicular genera contaminantes en el aire: carbono negro y dióxido de nitrógeno (NO₂). Los ciclistas están expuestos a dicha contaminación, asociada con efectos adversos para la salud, tales como cáncer, asma, daños cardiovasculares y cerebrovasculares y, con ello, el aumento en la mortalidad. Para analizar el grado de exposición, MacNaughton *et al.* (2014) realizaron un estudio en Boston, Massachusetts. Su investigación se dividió en:

a) *Carriles para bicicletas separados de carriles para automóviles*: mostraron concentraciones de contaminantes.

b) *Carriles para bicicletas junto a carriles para automóviles*: indicaron mayores concentraciones de contaminantes que los carriles separados.

c) *Carriles para autobuses y ciclistas*: presentan la mayor concentración de contaminantes.

Luego de lo expuesto, es posible inferir que el tipo de ruta tiene un impacto significativo en la exposición a contaminantes de los ciclistas. Se considera que los beneficios para la salud de usar la bicicleta pueden verse afectados por el impacto de la inhalación de contaminantes. Se ha estudiado la exposición a contaminantes de ciclistas y otros usuarios de transporte; resultó que sus dosis de inhalación fueron las más altas. Esto en función del tránsito vehicular (número, tipo y configuración vehicular), los factores meteorológicos (humedad, temperatura, viento) e infraestructura urbana (tipo de carril, vegetación, nivel de la carretera) (Qiu *et al.*, 2022).

Urbanismo

Con el fin de identificar la mejor forma de diseñar y construir caminos para ciclistas, se elabora un trabajo en el que se pone especial importancia en la calidad, observar a los ciclistas, brindarles un acceso equitativo a la bicicleta y opciones de transporte placenteras, útiles y seguras, generar redes que les permitan hacer un uso multimodal (Berney, 2018). Son Figueroa-Luque *et al.* (2020), quienes proponen una infraestructura verde mediante árboles y arbustos que puedan filtrar los contaminantes; es decir, la construcción de un carril exclusivo para uso de los ciclistas que a sus costados tenga árboles. Esto disminuirá la inhalación de partículas contaminantes, así como también una disminución en la temperatura del suelo.

Pandemia COVID-19

Durante la pandemia de COVID-19 se vieron cambios en el comportamiento de los pasajeros, relacionados con el uso de transporte público y el uso compartido de bicicletas. En este sentido, los usuarios de transporte público disminuyeron y en los viajes en bicicletas compartidas se detectó un incremento, esto debido a que con ello se reducían los riesgos de contagio. Asimismo, se registró un aumento de preferencias en las alternativas de micromovilidad. Cabe señalar que dicho uso es para traslados en distancias cortas, donde existen redes de transporte que permiten realizar viajes multimodales (Kubalák *et al.*, 2021; Kwon & Akar, 2023; Monterde-i-Bort *et al.*, 2022).

El uso de bicicletas en México

La utilización de la bicicleta ha sido tomada en cuenta como un método de movilidad sostenible. A pesar de ello, se han identificado diversos elementos que pueden entorpecer su uso, dentro de los cuales se pueden enlistar: contaminación, calentamiento global, mala planificación urbana, inseguridad, cultura, entre otros elementos. En México, Estados como Querétaro, Nuevo León, Jalisco y la Ciudad de México cuentan con legislaciones que consideran a los ciclistas. En la Ley de Movilidad de la Ciudad de México no se distinguen derechos de los ciclistas ni consideraciones sobre el sistema de bicicletas públicas. Incentivar el uso de la bicicleta puede traer consigo una disminución de emisiones de CO₂; para ello, es necesario que las legislaciones en materia de movilidad brinden a los usuarios seguridad, infraestructura, redes de transporte y eficiencia en su traslado. Dentro de los beneficios del uso de la bicicleta se distinguen la actividad física, la nula emisión de gases, la mejora de la calidad de vida y el hecho de que es más pequeña que un automóvil (López Gómez, 2018).

Con información de los censos económicos de México en los años 2004, 2009, 2014 y 2019, el total nacional de unidades económicas dedicadas a la fabricación de bicicletas y triciclos era de 60, 46, 48 y 54, respectivamente, siendo la Ciudad de México la que más unidades económicas presentó dentro de los cuatro censos. Los Estados de la República que en 2018 reportaron dichas unidades económicas fueron Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Ciudad de México, Durango, Jalisco, Estado de México, Morelos, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí y Tlaxcala (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2004, 2009, 2014, 2019).

Tabla 1.

Total nacional de la fabricación de bicicletas y triciclos en México

Año censal	2003	2008	2013	2018
Unidades económicas	60	46	48	54
Personal ocupado	3534	3009	2813	2598
Producción bruta total (millones de pesos)	1802.422	1867.138	2181.844	2434.543

Fuente: elaboración propia con base en el Instituto de Estadística y Geografía (INEGI 2004, 2009, 2014, 2019) Censos económicos.

Como se puede observar en la Tabla 1, el número de unidades económicas dedicadas a la fabricación de bicicletas y triciclos ha disminuido con el tiempo; no así su producción bruta total, la cual se ha visto incrementada.

Patlán Velázquez & Medina Cardona (2019) desarrollaron el ranking de ciclo ciudades 2018, en el que evalúan la movilidad en bicicleta en ciudades mexicanas a través de 11 ejes de evaluación: cambio climático, capacidad institucional, educación y promoción, intermodalidad, inversión, monitoreo y evaluación, otros incentivos, planeación urbana, red de movilidad en bicicleta, regulación y seguridad vial. Sobresalen ciudades como Hermosillo y Mérida, que han impulsado el uso de las bicicletas y la infraestructura. En la ciudad de Querétaro se destaca la promoción de movilidad activa para los estudiantes; en Metepec, los incentivos dirigidos a las personas que se desplazan en bicicleta. Asimismo, se menciona que en el año 2015 se realizó un estudio similar, en el que se analizaron 15 ciudades, las cuales para 2018 presentaron mejor desempeño, donde se identificaron diversas áreas de oportunidad para promover el uso de bicicleta que responda a las necesidades de movilidad, teniendo ciudades saludables y seguras. En cuanto a las posibilidades de conexión ciclista, ciudades como Ciudad de México, Guadalajara, Cancún, Puebla, Mérida y Querétaro tuvieron un avance positivo; asimismo, otras urbes como Pachuca y Zapopan incluyeron información sobre el ciclismo en los exámenes de manejo.

La movilidad en México está dada por vehículos motorizados propios, transporte público, caminatas y vehículos no motorizados, como lo es la bicicleta. En el país, 2 196 854 personas utilizan la bicicleta como medio de transporte para llegar a sus centros de trabajo; el estado que más usa la bicicleta para ir a trabajar es Guanajuato, mientras que Baja California Sur es el que menos la utiliza. Yucatán es la entidad federativa donde sus habitantes usan la bicicleta como medio de transporte para llegar a la escuela, mientras que Nuevo León es el Estado que menos la utiliza. En la zona sureste del país, se ha distinguido el uso de bicicleta como medio de transporte sostenible, específicamente en Campeche, Quintana Roo y Yucatán (Méndez, 2018).

Según datos reportados por DataMéxico (2023), en 2022 la compra y venta nacionales e internacionales de bicicletas y demás velocípedos sin motor fue de 107 millones de dólares (mdd). Ciudad de México, Jalisco y Quintana Roo fueron las entidades federativas con más ventas internacionales; los principales destinos comerciales fueron El Salvador, Honduras, Guatemala, Panamá y Canadá.

Mientras que Ciudad de México, San Luis Potosí, Aguascalientes, Estado de México y Nuevo León fueron los Estados que más compras internacionales registraron desde China, Taiwán, Camboya, Vietnam y Estados Unidos.

Para la detección de señales de cambio percibidas por el contexto, se realizó una investigación de al menos cinco noticias por cada entidad federativa de los Estados Unidos Mexicanos relacionadas con el uso de bicicletas, las cuales funcionan como hechos portadores de futuro; surgen de situaciones presentes y brindan información que permite observar el fenómeno de estudio e identificar nuevas tendencias (Becerra *et al.*, 2014).

Se obtuvieron 166 noticias, las cuales fueron procesadas y resumidas por ChatGPT para después introducirlas en Graphext (Figura 4) para un análisis de título y resumen. En dicho análisis de fuentes secundarias se pudo observar que las noticias relacionadas con el uso de bicicletas en México están enfocadas en la inseguridad, los accidentes, la legislación, el uso recreativo, las ciclovías, los ciclistas y el uso compartido de bicicleta. La percepción de los sentimientos en el resumen arrojó una percepción neutral, seguida de percepciones negativas. Lo anterior refleja que las personas no se muestran positivas al usar bicicleta en México, lo cual puede deberse a la falta de infraestructura e

inseguridad. Al menos el 35 % de las noticias analizadas refiere a asuntos de inseguridad al usar la bicicleta; destaca el robo de bicicletas. Entre los accidentes alcanzan relevancia los percances viales, como ciclistas atropellados, las lesiones por falta de infraestructura o la carencia de cultura vial.

Bicicletas, medio ambiente y prospectiva

Son pocos los estudios que relacionan la planeación prospectiva y la creación de escenarios relacionados con el uso de bicicletas como medio de transporte para la reducción de emisiones de CO₂.

En una investigación realizada por Kaufmann & Ravalet (2016), elaboran el análisis prospectivo de cuatro pasos. En la primera fase realizan el diagnóstico mediante una revisión de la literatura de los pasados cinco años; en la segunda fase identifican los cambios clave en los comportamientos de movilidad; la tercera fase explora los escenarios y, por último, establecen acciones concretas a corto, mediano y largo plazo con fines políticos.

Asimismo, proponen los escenarios para Francia 2050: 1) “ultramovilidad”, alta movilidad y alto uso de telecomunicaciones; el automóvil seguirá siendo el principal medio de transporte en Francia; 2) “altermovilidad”, el uso de medios de transporte con combustibles fósiles disminuye; está

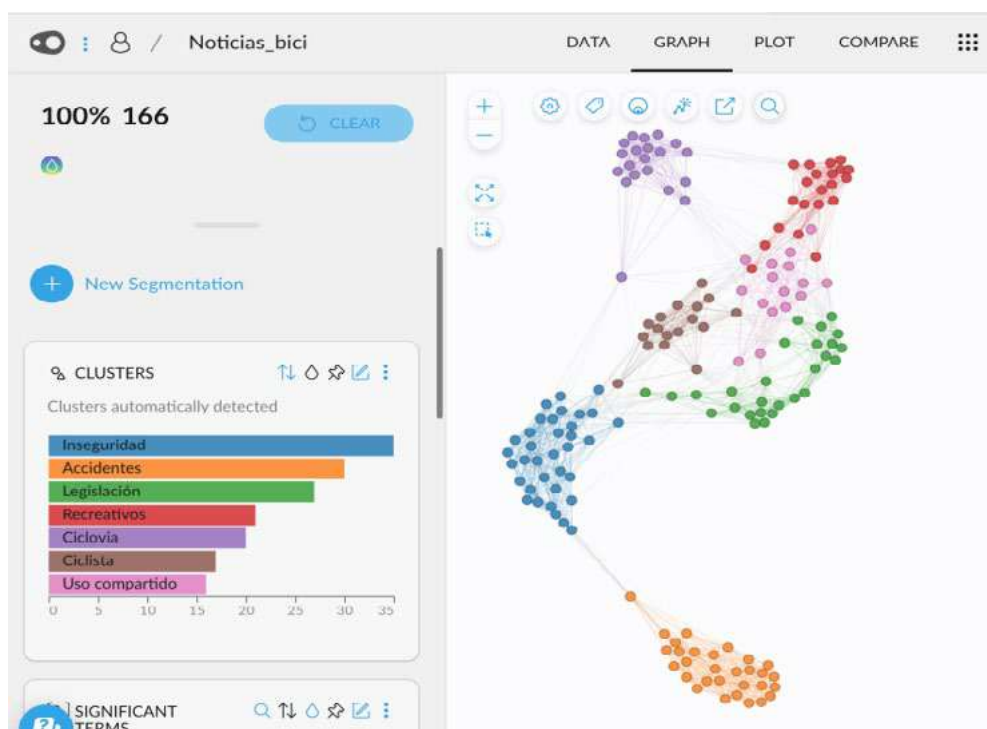


Figura 4. Uso de bicicletas en México, noticias – hechos portadores de futuro
Fuente: elaboración propia.

Consulta: <https://public.graphext.com/a11dd248cd4555ad/index.html>

relacionado con un cambio modal del uso de automóviles de uso individual a uso compartido, y 3) “proximovilidad”, se basa en la desaceleración de los estilos de vida y, con ello, la disminución del tráfico de automóviles, pues su uso será moderado. Para la construcción de los escenarios se aplicaron 1 800 cuestionarios vía telefónica a personas mayores de 15 años.

En un estudio sobre la reducción de emisiones de CO₂ para ciudades medianas, se presentan ocho escenarios que permitan reducir las emisiones de los pasajeros de transporte en Colombia, lo anterior con la finalidad de contribuir a la creación de políticas de movilidad sostenible. En los escenarios toman en cuenta los cambios en la flota vehicular, la participación modal objetivo, las ocupaciones promedio por medio de transporte y la tendencia de movilidad en vehículo privado. Con ello muestran las condiciones necesarias para una viable reducción de CO₂ con el uso alternativo de medios de transporte, entre ellos el uso de bicicleta (Montoya-Torres *et al.*, 2023).

Para mitigar los daños al medio ambiente, el Gobierno Federal Alemán y la Unión Europea han implementado una serie de estrategias. Byrne *et al.* (2021) realizan un estudio sobre el comportamiento de la movilidad de la población, las emisiones y los medios de transporte; con ello establecen tres escenarios para 2030, basados en la expansión de la movilidad eléctrica, uso de automóviles, bicicletas, transporte público y la mejora de factores de emisión. El primer escenario logra reducir emisiones sin cambios en los comportamientos, pero sí en los automóviles híbridos y eléctricos. En el segundo escenario se logra una combinación moderada de las condiciones de los escenarios 1 y 3. El tercer escenario duplica el tráfico de bicicletas y, con ello, se logra la disminución de emisiones. Lo anterior fue posible por medio del análisis de comportamiento de movilidad y encuestas; se limitaron a tres escenarios, pues son los que influyen de modo directo en el comportamiento de movilidad y las emisiones, con el objetivo de presentar posibles futuros, para los cuales es necesaria la implementación de diversas estrategias e infraestructura.

Dentro de la revisión de la literatura se han identificado diversos estudios que abordan el uso de bicicleta y el medio ambiente, en aspectos como uso compartido de bicicletas, micromovilidad, medio de transporte, aspectos (positivos y negativos) de salud y el incremento en su uso debido a la pandemia. Asimismo, se detectaron estudios que abordan la planeación prospectiva y la construcción de escenarios. En dichas investigaciones

no se detectó una que integre el uso de la bicicleta, los beneficios al medio ambiente y la urbanización en México, lo cual hace evidente la falta de estudios de dicha índole.

Resultados y discusión

A partir de la información obtenida mediante [Atlas.ti](#), se obtiene un total de 33 códigos, los cuales están relacionados con cada una de las preguntas. Se detectó que las respuestas están relacionadas con temas de infraestructura y bienestar; en específico, la relación entre el bienestar físico y ambiental, así como la necesidad de la creación de más ciclovías. En la Figura 5 (a) se pueden observar los códigos que tienen mayor enraizamiento con relación a cada una de las preguntas. A partir de la detección de familias fue posible el establecimiento de ejes de incertidumbre [Figura 5(b)], los cuales se vinculan con las preguntas contenidas en el instrumento.

Posterior al análisis, fue posible la creación de los ejes de incertidumbre; estos fueron definidos mediante las fases descriptiva y exploratoria. Estos factores permiten la creación de escenarios, combinándolos para crear el futuro. Los ejes de incertidumbre se distinguen en la Figura 6, y son los siguientes:

- Bienestar: Renshaw *et al.* (2015, p. 535) definen al bienestar como “un meta constructo que abarca todos los aspectos de una vida sana y satisfactoria, incluyendo aspectos psicológicos, físicos y otros ámbitos”.
- Infraestructura: en el ámbito ciclista engloba aspectos sobre seguridad vial, adecuada iluminación, conexión de áreas que potencialice el uso de medios de transporte activos, señalización, visibilidad, concurrencia de personas, vigilancia, mantenimiento de las áreas y participación de la comunidad; para ello, es necesaria la construcción de carriles específicos para bicicletas (Obach Lapieza & Ramos Sanz, 2020).

A partir de la obtención de los ejes de incertidumbre, se agruparon los códigos por familia, obteniendo en total cuatro familias: a) menor bienestar; b) mayor bienestar; c) mayor infraestructura, y d) menor infraestructura. La Figura 7 presenta una red de coocurrencias de familias, en la que el tamaño del nodo está relacionado con el enraizamiento de cada código y el grosor de las aristas está en función de la coocurrencia entre códigos.

La familia de mayor bienestar, como se puede observar, está relacionada con más ciclovías y sus conexiones; en cuanto a menor bienestar, se relaciona con mayor riesgo de accidentes, ciclovías

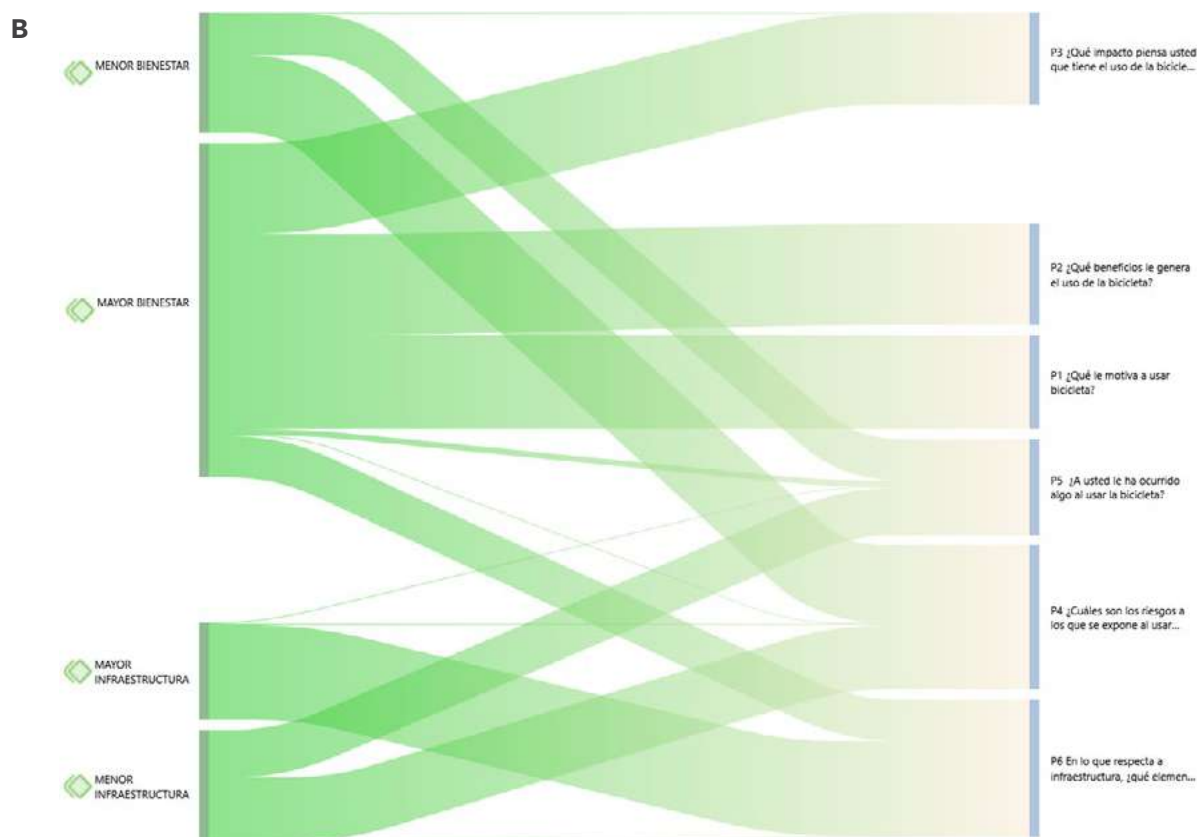
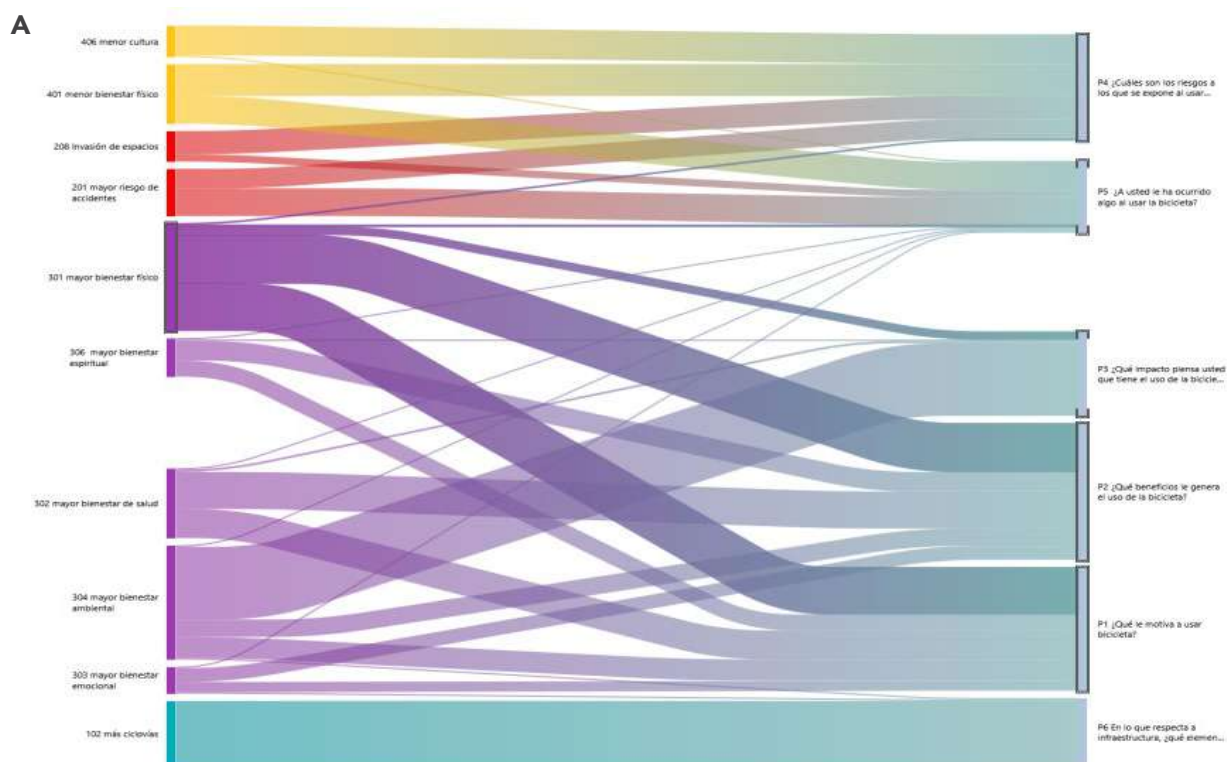


Figura 5.
Relación código/familia – pregunta
Fuente: elaboración propia.

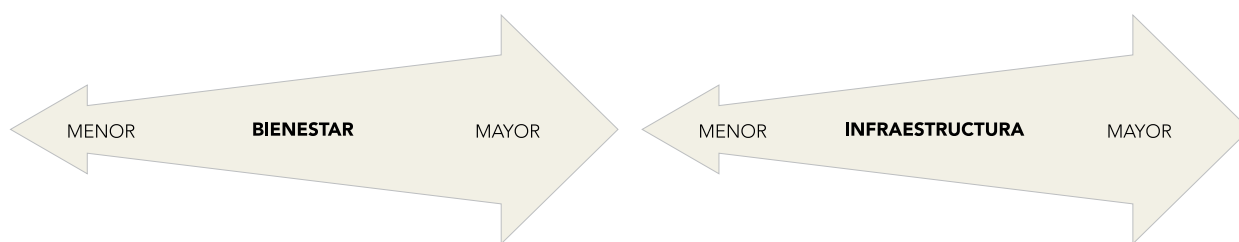


Figura 6.
Ejes de incertidumbre
Fuente: elaboración propia.

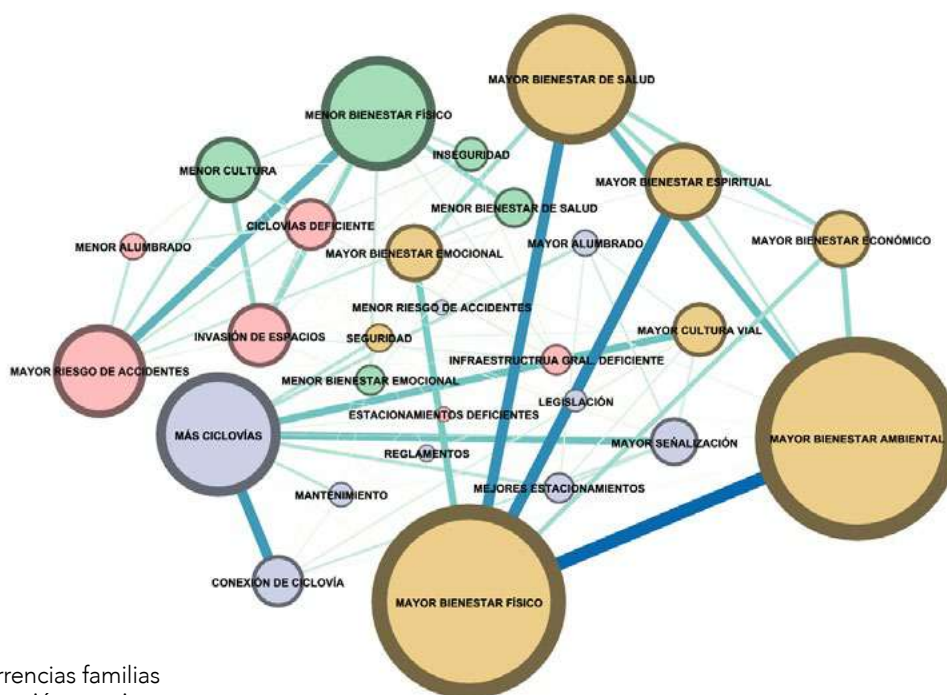


Figura 7.
Red de coocurrencias familias
Fuente: elaboración propia.

deficientes e invasión de espacios. En el caso de mayor infraestructura, se vincula con mayor seguridad, cultura y bienestar. Es decir, en general, una infraestructura deficiente se vincula con menor bienestar, mientras que una infraestructura eficiente se relaciona con mayor bienestar.

A partir de los ejes de incertidumbre y la detección de familias, fue posible la creación de cuatro escenarios futuros, los cuales se resumen en la Figura 8. Los nombres fueron elegidos a partir de una analogía con las medallas otorgadas en los Juegos Olímpicos (oro, plata y bronce), a la que se incorporó una cuarta categoría denominada cobre. Partiendo de la perspectiva de que en el escenario oro habrá mayor infraestructura y mayor bienestar, en el escenario plata habrá menor bienestar y mayor infraestructura; menor bienestar y menor infraestructura estarán dentro del escenario cobre, mientras que en el escenario bronce se tendrá mayor bienestar y menor infraestructura.

A continuación, se describen a profundidad

cada uno de los escenarios establecidos sobre el uso de las bicicletas y el medio ambiente en México en 2030.

Oro

El uso de las bicicletas en México para 2030 es favorable para todos los habitantes del país. El número de usuarios ha incrementado, pues todas las ciudades de la república cuentan con carriles exclusivos para las bicicletas, alumbrado, señalización para vías ciclistas, así como con sistemas de videovigilancia, por lo que prácticamente se han erradicado los robos de bicicletas. Las ciclovías se encuentran en constante mantenimiento, están en óptimas condiciones y conectan perfectamente todos los puntos de la ciudad; cuentan con estacionamientos y áreas de descanso, están rodeadas de arbustos y aisladas de los carriles de automóviles, lo que reduce el riesgo de accidentes y de inhalar contaminantes que producen los medios de transporte motorizados, así como la invasión de

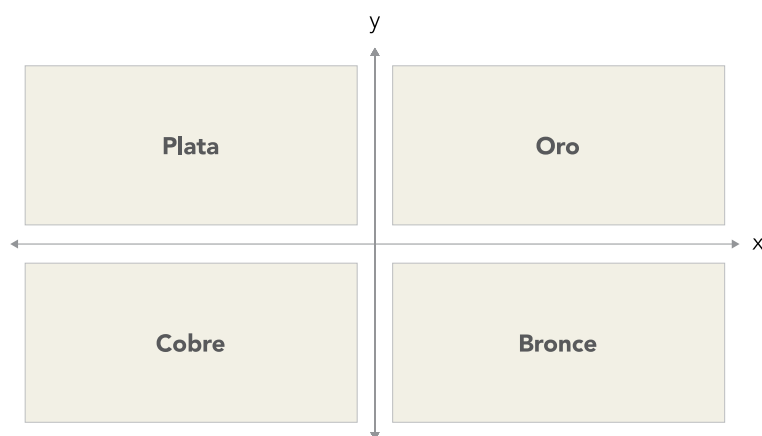


Figura 8.
Construcción de escenarios
Fuente: elaboración propia.

los carriles. Los ciclistas se sienten seguros de desplazarse en bicicleta; se han implementado programas de concientización y cultura vial, y han sido regulados los reglamentos de tránsito. La calidad de vida y la salud de las personas han mejorado, pues realizan mayor actividad física y se desplazan activamente; ha disminuido el índice de obesidad y las enfermedades producidas por el estrés. Las personas están de mejor humor; al incrementar el uso de las bicicletas y disminuir el uso de los automóviles, se ha detectado una reducción en la contaminación ambiental.

Plata

En México, se han creado las condiciones necesarias para que las personas usen la bicicleta como medio de transporte. Todas las ciudades de la república cuentan con carriles exclusivos, estacionamientos, alumbrado y señalización; permanecen en óptimas condiciones, conectan todos los puntos de las ciudades y cuentan con áreas de descanso. A pesar de los esfuerzos por tener una infraestructura adecuada, las personas no se sienten seguras; argumentan que son demasiados los automóviles que transitan en la ciudad y despiden contaminantes, por lo que prefieren no usar la bicicleta para evitar inhalarlos. En general, la inseguridad en el país no permite que las personas decidan salir en bicicleta, pues temen que les roben sus bicicletas o las asalten. Es tal el grado de inquietud que, a pesar de que se cuenta con la infraestructura necesaria, no hay usuarios; es decir, el número de usuarios de bicicletas en México ha disminuido y, por ende, el uso de vehículos motorizados se ha incrementado, lo que trajo como consecuencia mayores emisiones de gases de efecto invernadero y el incremento de enfermedades.

Bronce

En México, la infraestructura para el uso de las bicicletas sigue siendo la misma. Las personas invaden los carriles; las ciclovías con las que se cuenta no conectan las ciudades, no se les da mantenimiento, tienen baches y carecen de estacionamientos, alumbrado y señalización. A pesar de la carente infraestructura para los usuarios de bicicletas, se ha visto un incremento en los usuarios. Las personas resaltan que les es placentero andar en bicicleta, pues la emplean como un medio de transporte y les brinda un momento de esparcimiento y convivencia con otras personas. La calidad de vida de las personas se ha acrecentado, pues han disminuido las afecciones a la salud y el estrés; disfrutan de los paisajes, llegan de mejor humor a su destino y han detectado un ahorro, pues el uso del combustible y de los vehículos motorizados ha disminuido, lo cual tiene implicaciones positivas para su bolsillo y para el medio ambiente.

Cobre

México cuenta con una carente planeación urbana para el uso de las bicicletas. Las ciclovías que se han implementado en años pasados no cuentan con mantenimiento; no se han construido nuevas ciclovías que puedan conectar las ciudades; las personas no respetan los carriles exclusivos y la educación vial cada vez es más precaria. Los carriles no cuentan con iluminación, señalamientos ni las condiciones necesarias para poder circular con tranquilidad; no se han construido nuevas vías. La inseguridad en el país ha incrementado, por lo que cada vez resulta más riesgoso andar en bicicleta; los asaltos y robos van en aumento, así como los accidentes por la falta de respeto al ciclista y por

la calidad de las vías exclusivas. Con las situaciones a las que a diario se enfrentan los ciclistas, han decidido disminuir su uso. El uso de los automóviles, las enfermedades, la contaminación y la inseguridad han incrementado; las personas se sienten inseguras y estresadas, y las personas que empleaban la bicicleta como medio de transporte han visto afectada su economía.

Conclusión

El planteamiento de escenarios futuros permite visualizar, desde distintas perspectivas, el futuro del uso de la bicicleta en México para 2030, tomando en cuenta el bienestar y la infraestructura. El presente estudio ha demostrado la posible creación de escenarios a partir de la categorización de señales de cambio percibidas por la ciencia, el contexto y los usuarios locales; en conjunto, permiten crear posibles soluciones.

Los hallazgos permitieron identificar la percepción de beneficios económicos, físicos y ambientales de las personas que usan la bicicleta; asimismo, reconocer, de voz de los usuarios, los riesgos a los que se enfrentan a diario al usar la bicicleta como su principal medio de transporte.

Conocer, desde distintas perspectivas, el presente y las tendencias del uso de la bicicleta y su impacto en el medio ambiente permite tener un panorama general de las variables que inciden en ello y, por tal motivo, la creación de escenarios futuros a partir de ejes de incertidumbre.

Dichos ejes son observados de menor a mayor impacto, y el cruce de ambos evidencia cada esce-

nario. Es importante resaltar que dichos escenarios representan un futuro que debe ser creado en conjunto con el gobierno para la implementación de iniciativas que buscan modificar la infraestructura vial, normativa y social, con la finalidad de que cada vez más personas tengan la seguridad de introducir la bicicleta como su medio de transporte principal, teniendo diversos beneficios en materia de salud física y emocional y en la reducción de afecciones al medio ambiente, pues, como se ha mencionado, las bicicletas son amigables con el medio ambiente desde la producción de sus componentes hasta su uso final.

Este análisis se limita a dos variables; por lo tanto, los escenarios están enfocados únicamente en la infraestructura y el bienestar. En futuros estudios se sugiere la implementación de más ejes de incertidumbre y, con ello, más escenarios que permitan una mayor perspectiva sobre el uso de la bicicleta y las variables que inciden en este, tales como: a) inversión de los gobiernos, b) las emisiones de contaminantes, y c) el acceso a adquirir una bicicleta.

La elaboración de dichos estudios y el presente pueden conjuntarse y ser de utilidad para los hacedores de políticas públicas en pro del medio ambiente, incentivando el uso de bicicletas y, con ello, la disminución del uso de vehículos automotores que incrementan la huella ecológica. Asimismo, se sugiere la implementación del presente estudio en diversas áreas geográficas de la República Mexicana, con la finalidad de realizar un comparativo de percepciones según el lugar donde se utiliza la bicicleta.

Referencias

- Aman, J.J.C., Zakhem, M., & Smith-Colin, J. (2021). Towards Equity in Micromobility: Spatial Analysis of Access to Bikes and Scooters amongst Disadvantaged Populations. *Sustainability*, 13(21), 11856. <https://doi.org/10.3390/su132111856>
- Becerra, S., Castaño, P., & Medina Vásquez, J.E. (2014). *Prospectiva y política pública para el cambio estructural en América Latina y el Caribe* (Foresight and public policy for structural change in Latin America and the Caribbean). Cepal. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/37057-prospectiva-politica-publica-cambio-estructural-america-latina-caribe>
- Bernete, F. (2013). Análisis de contenido. En: A.L. Marín, & A. Noboa (Eds.). *Conocer lo social: estrategias, técnicas de construcción y análisis de datos* [Content analysis. In: A.L. Marín, & A. Noboa (Eds.). Understanding the social: strategies, data construction techniques and analysis] (pp. 193-203). Fragua.
- Berney, R. (Ed.). (2018). *Bicycle Urbanism: Reimagining Bicycle Friendly Cities* (1.a ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315569338>
- Boix, J.P. (1999). *La bicicleta: un vehículo para cambiar nuestras ciudades* (The bicycle: a vehicle to change our cities). *Ecología política: cuadernos de debate internacional*, (17), 37-43. <http://agora.edu.es/descarga/articulo/153383.pdf>
- Brand, C. (2021). *Cycling is ten times more important than electric cars for reaching net-zero cities*. The Conversation. <https://theconversation.com/cycling-is-ten-times-more-important-than-electric-cars-for-reaching-net-zero-cities-157163>
- Byrne, L., Bach, V., & Finkbeiner, M. (2021). Urban transport assessment of emissions and resource demand of climate protection scenarios. *Cleaner Environmental Systems*, 2(2), 100019. <https://doi.org/10.1016/j.cesys.2021.100019>

- Caballero, R., Franco, P., Mustaca, A., & Jakovcevic, A. (2014). Uso de la Bicicleta como Medio de Transporte: Influencia de los Factores Psicológicos. Una Revisión de la Literatura (Use of the Bicycle as a Means of Transport: Influence of Psychological Factors. A Literature Review). *Psico*, 45(3), 316-327. <https://doi.org/10.15448/1980-8623.2014.3.17286>
- Cáceres, P. (2008). Análisis cualitativo de contenido: Una alternativa metodológica alcanzable (Qualitative content analysis: An achievable methodological alternative). *Psicoperspectivas. Individuo y Sociedad*, 2(1), 53-82. <https://doi.org/10.5027/psicoperspectivas-Vol2-Issue1-fulltext-3>
- Céspedes Auris, H.R. (2020). Cultura de movilidad y el uso de la bicicleta (Culture of mobility and the use of bicycles). *Big Bang Faustiano*, 9(2), Art.2.
- Data México. (2023). *Bicicletas y demás velocípedos (incluidos los triciclos de reparto), sin motor* [Bicycles and other velocipedes (including delivery tricycles), without motor]. Gobierno de México. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/product/bicycles-and-other-cycles-including-delivery-tricycles-not-motorized>
- Denyer, D., & Tranfield, D. (2009). Producing a systematic review. In: D.A. Buchanan, & A. Bryman (Eds.). *The Sage handbook of organizational research methods* (pp. 671-689) SAGE Publications.
- Díaz Bambula, F. & Gómez, I. (2016). Research on burnout from 2000 to 2010 in Latin America. *Psicología desde el Caribe*, 33(1), 113-131. <https://doi.org/10.14482/psdc.33.1.8065>
- Espinosa, M., Pacheco, J. & Franco, J.F. (2018). Potencial de mitigación de proyectos de transporte activo: Indicadores de atracción de viajes y emisiones CO2 en ciudades colombianas (Mitigation potential of active transport projects: Travel attraction and CO2 emission indicators in Colombian cities). *DYNA*, 85(205), 302-309. <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n205.68340>
- Felipe-Falgas, P., Madrid-López, C. & Marquet, O. (2022). Assessing Environmental Performance of Micromobility Using LCA and Self-Reported Modal Change: The Case of Shared E-Bikes, E-Scooters, and E-Mopeds in Barcelona. *Sustainability*, 14(7), 4139. <https://doi.org/10.3390/su14074139>
- Festa, D., & Forciniti, C. (2019). Attitude towards Bike Use in Rende, a Small Town in South Italy. *Sustainability*, 11(9), 2703. <https://doi.org/10.3390/su11092703>
- Figueroa-Luque, E., Figueroa-Luque, T., Mateos Martínez, E., Luque Palomo, T. & Figueroa Clemente, M.E. (2020). Salud urbana, bicicletas y árboles (Urban health, bicycles and trees). *Hábitat y Sociedad*, 13, 47-62. <https://doi.org/10.12795/HabitatSociedad.2020.i13.04>
- Flores-Aguero, F., Vivanco-Vargas, M., Méndez-Palacios, J. J., & Bermudez-Peña, C. P. (2021). La perspectiva tecnológica desde la perspectiva de las capacidades centrales en centros de investigación (Technology Foresight from the Perspective of Core Capabilities of Research Centers). *Revista CEA*, 7(13), 1-2. <https://doi.org/10.22430/24223182.1628>
- Heaney, A.K., Carrión, D., Burkart, K., Lesk, C. & Jack, D. (2019). Climate Change and Physical Activity: Estimated Impacts of Ambient Temperatures on Bikeshare Usage in New York City. *Environmental Health Perspectives*, 127(3), 37002. <https://doi.org/10.1289/ehp4039>
- Hou, Z., Wu, K. & Zhang, H.M. (2023). Does bike sharing improve public health? A case study in New York City. *International Journal of Sustainable Transportation*, 17(11), 1207-1216. <https://doi.org/10.1080/15568318.2022.2160285>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2004). Censos Económicos 2004 (Economic Censuses 2004). <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2004/>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2009). Censos Económicos 2009. México: INEGI. <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2009/>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2014). Censos Económicos 2014 (Economic Censuses 2014). <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2014/>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2019). Censos Económicos 2019 (Economic Censuses 2019). <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/>
- Kaufmann, V., & Ravalet, E. (2016). From Weak Signals to Mobility Scenarios: A Prospective Study of France in 2050. *Transportation Research Procedia*, 19, 18-32. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.12.064>
- Kim, M., & Cho, G-H. (2023). The effects of bike-share users' socio-demographics and trip features on the bike-transit relationships. *International Journal of Sustainable Transportation*, 17(8), 897-910. <https://doi.org/10.1080/15568318.2022.2119903>
- Kubalák, S., Kalašová, A. & Hájnik, A. (2021). The Bike-Sharing System in Slovakia and the Impact of COVID-19 on This Shared Mobility Service in a Selected City. *Sustainability*, 13(12), 6544. <https://doi.org/10.3390/su13126544>
- Kwon, K. & Akar, G. (2023). What determines modal substitution between bike-sharing and public transit? Evidence from Columbus, Ohio during the COVID-19 pandemic. *International Journal of Sustainable Transportation*, 17(10), 1087-1096. <https://doi.org/10.1080/15568318.2023.2168576>
- Leavy, P. (2020). *The Oxford handbook of qualitative research* (2nd edition). Oxford University Press.
- López Gómez, L. (2018). *La bicicleta como medio de transporte en la Movilidad Sustentable*. <http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx/handle/123456789/3971?show=full>
- López-Feldman, A., Chávez, C., Vélez, M.A., Bejarano, H., Chimeli, A.B., Féres, J., Robalino, J., Salcedo, R., & Viteri, C. (2020). COVID-19: impactos en el medio ambiente y en el cumplimiento de los ODS en América Latina (COVID-19: Impact on the Environment and the Achievement of the SDGs in Latin America). *Revista Desarrollo y Sociedad*, 1(86), 104-132. <https://doi.org/10.13043/DYS.86.4>
- MacNaughton, P., Melly, S., Vallarino, J., Adamkiewicz, G., & Spengler, J.D. (2014). Impact of bicycle route type on exposure to traffic-related air pollution. *Science of The Total Environment*, 490, 37-43. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.04.111>
- Mealy, P., & Teytelboym, A. (2022). Economic complexity and the green economy. *Research Policy*, 51(8), 103948. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.103948>

- Méndez, G. (Coord.) (2018). *Anatomía de la movilidad en México: Hacia dónde vamos* (Anatomy of mobility in Mexico: Where are we headed). Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano (SEDATU)/BID/ Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable en México (GIZ). https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/411314/Anatom_a_de_la_movilidad_en_M_xico.pdf
- Miklos, T. (2014). *Planeación prospectiva: Una estrategia para el diseño del futuro* (Prospective planning: A strategy for designing the future). LIMUSA, Centro de Estudios Prospectivos de la Fundación Javier Barros Sierra.
- Monterde-i-Bort, H., Sucha, M., Risser, R., & Kochetova, T. (2022). Mobility Patterns and Mode Choice Preferences during the COVID-19 Situation. *Sustainability*, 14(2), 768. <https://doi.org/10.3390/su14020768>
- Montoya-Torres, J., Akizu-Gardoki, O., Alexandre, C., & Iturrondobeitia, M. (2023). Towards sustainable passenger transport: Carbon emission reduction scenarios for a medium-sized city. *Journal of Cleaner Production*, 418, 138149. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138149>
- Moreira, M.A. (2002). Investigación en educación en ciencias: métodos cualitativos (Research in science education: qualitative methods). *Actas del PIDECE*, 4(14), 25-45. <http://if.ufrgs.br/~moreira/metodoscualitativos.pdf>
- Mrkajic, V., Vukelic, D., & Mihajlov, A. (2015). Reduction of CO2 emission and non-environmental co-benefits of bicycle infrastructure provision: The case of the University of Novi Sad, Serbia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 232-242. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.100>
- Núñez-Merino, M., Maqueira-Marín, J.M., Moyano-Fuentes, J., & Castaño-Moraga, C.A. (2022). Industry 4.0 and supply chain. A Systematic Science Mapping analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 181, 121788. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121788>
- Obach Lapieza, A., & Ramos Sanz, M. (2020). Elementos clave para la introducción de la perspectiva de género en las infraestructuras ciclistas (Key elements for the introduction of the gender approach on cycling infrastructures). *Hábitat y Sociedad*, 13, 87-105. <https://doi.org/10.12795/HabitatySociedad.2020.i13.06>
- OCDE. (1999). *Future liberalisation trade in environmental goods and services: Ensuring environmental protection as well as economic benefits*. [https://one.oecd.org/document/COM/TD/ENV\(98\)37/FI-NAL/en/pdf](https://one.oecd.org/document/COM/TD/ENV(98)37/FI-NAL/en/pdf)
- Patlán Velázquez, M., & Medina Cardona, S.N. (2019). *Ranking ciclociudades 2018. Evaluación de movilidad en bicicleta en ciudades mexicanas* (2018 Cycling Cities Ranking. Evaluation of bicycle mobility in Mexican cities). https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/466701/Ranking_Ciclociudades_2018.pdf
- Pérez-Hernández, C.C., Salazar-Hernández, B.C., Mendoza-Moheno, J., Cruz-Coria, E., & Hernández-Calzada, M.A. (2021). Mapping the green product-space in Mexico: From capabilities to green opportunities. *Sustainability*, 13(2), 1-25. <https://doi.org/10.3390/su13020945>
- Pimienta Lastra, R. (2000). Encuestas probabilísticas vs. No probabilísticas (Probabilistic vs. Non-probabilistic surveys). *Política y Cultura*, (13), 263-276. <https://www.redalyc.org/pdf/267/26701313.pdf>
- Pineda, E.B., Alvarado, E.L., & Hernández de Canales, F. (1994). *Metodología de la investigación: Manual para el desarrollo de personal de salud* (Research Methodology: Manual for the Development of Health Personnel). Organización Panamericana de la Salud. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/3132>
- Polo-Recuero, B., Rojo-Tirado, M.Á., Ordóñez-Dios, A., Breitzkreuz, D., & Lorenzo, A. (2021). The Effects of Bike Desks in Formal Education Classroom-Based Physical Activity: A Systematic Review. *Sustainability*, 13(13), 7326. <https://doi.org/10.3390/su13137326>
- Qiu, Z., Wang, X., Liu, Z., & Luo, J. (2022). Quantitative assessment of cyclists exposure to PM and BC on different bike lanes. *Atmospheric Pollution Research*, 13(11), 101588. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2022.101588>
- Quintero González, J. R., & Quintero González, L. E. (2015). El transporte sostenible y su papel en el desarrollo del medio ambiente urbano (Sustainable transport and its role in the development of the urban environment). *Ingeniería y Región*, 14(2), 87-97. <https://journalusco.edu.co/index.php/iregion/article/view/696>
- Rahimi, A., Azimi, G., Asgari, H., & Jin, X. (2020). Injury Severity of Pedestrian and Bicyclist Crashes Involving Large Trucks. *International Conference on Transportation and Development 2020*, 110-122. <https://doi.org/10.1061/9780784483152.010>
- Reinsch, W.A., Benson, E., & Puga, C. (2021). *Environmental Goods Agreement: A New Frontier or an Old Stalemate?* CSIS. <https://www.csis.org/analysis/environmental-goods-agreement-new-frontier-or-old-stalemate>
- Renshaw, T.L., Long, A.C.J., & Cook, C.R. (2015). Assessing adolescents' positive psychological functioning at school: Development and validation of the Student Subjective Wellbeing Questionnaire. *School Psychology Quarterly*, 30(4), 534-552. <https://doi.org/10.1037/spq0000088>
- Rinaldi, F.J. (2014). Bicicletas y equidad vial. Hacia nuevas formas de entender el tránsito (Bicycles and roadequity. Towards new ways of understanding traffic). *Revista Transporte y Territorio*, (11), 135-139. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4863820.pdf>
- San Martín Cantero, D. (2014). Teoría fundamentada y Atlas.ti: Recursos metodológicos para la investigación educativa (Grounded Theory and Atlas.ti: Methodological Resources for Educational Research). *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 16(1) 104-122. <https://www.scielo.org.mx/pdf/redie/v16n1/v16n1a8.pdf>
- Sandin, R., Wahlberg, J., & Modig, J. (1991). Variations in superficial renal cortical blood flow and tissue oxygenation: An experimental porcine model. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 35(5), 411-419. <https://doi.org/10.1111/j.1399-6576.1991.tb03320.x>

- Schipperijn, J., Bentsen, P., Troelsen, J., Toftager, M., & Stigsdotter, U.K. (2013). Associations between physical activity and characteristics of urban green space. *Urban Forestry & Urban Greening*, 12(1), 109-116. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2012.12.002>
- Suero, D.F. (2010). Factibilidad del uso de la bicicleta como medio de transporte en la ciudad de Bogotá (Feasibility of using bicycles as a means of transport in the city of Bogotá). *Avances: Investigación en ingeniería*, 1(12), 54-62. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6684832>
- Sun, S., & Ertz, M. (2021). Contribution of bike-sharing to urban resource conservation: The case of free-floating bike-sharing. *Journal of Cleaner Production*, 280, 124416. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124416>
- Tran, T.D., & Ovtracht, N. (2018). Promoting sustainable mobility by modelling bike sharing usage in Lyon. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 143, 012070. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/143/1/012070>
- Trček, B., & Mesarec, B. (2022). Pathways to Alternative Transport Mode Choices among University Students and Staff—Commuting to the University of Maribor since 2010. *Sustainability*, 14(18), 11336. <https://doi.org/10.3390/su141811336>
- Vasilachis de Gialdino, I. (2006). La investigación cualitativa. En: Vasilachis de Gialdino (Coord.). *Estrategias de investigación cualitativa* [Qualitative Research]. In: Vasilachis de Gialdino (Ed.). *Strategies of Qualitative Research*. Gedisa.
- Villareal, O. & Landeta, J. (2010). El estudio de casos como metodología de investigación científica en dirección y economía de la empresa. Una aplicación a la internacionalización (Case study as a methodology of scientific research in business economics and management. An application of the internationalisation). *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 16(3), 31-52. [https://doi.org/10.1016/S1135-2523\(12\)60033-1](https://doi.org/10.1016/S1135-2523(12)60033-1)
- Yuan, Q., Zhai, X., Ji, W., Yang, T., Yu, Y., & Yu, S. (2022). Correlation Analysis on Accident Injury and Risky Behavior of Vulnerable Road Users Based on Bayesian General Ordinal Logit Model. *Sustainability*, 14(23), 16048. <https://doi.org/10.3390/su142316048>
- Zheng, H., He, B., He, M., & Guo, J. (2022). Impact of Urban spatial transformation on the mobility of commuters with different transportation modes in China: Evidence from Kunming 2011–2016. *Sustainability*, 14(13), 7672. <https://doi.org/10.3390/su14137672>
- Zhu, L., Ali, M., Macioszek, E., Aghaabbasi, M., & Jan, A. (2022). Approaching Sustainable Bike-Sharing Development: A Systematic Review of the Influence of Built Environment Features on Bike-Sharing Ridership. *Sustainability*, 14(10), 5795. <https://doi.org/10.3390/su14105795>

Adaptación de estrategias bioclimáticas históricas al diseño contemporáneo de vivienda en Tampico

Angélica Orozco-Cejudo¹

Resumen

Esta investigación analiza la adaptación de estrategias bioclimáticas históricas al diseño contemporáneo de vivienda en Tampico, con el objetivo de mejorar el confort térmico interior en un clima cálido-húmedo. El estudio se basa en el análisis de viviendas construidas durante el auge petrolero (1912–1930), identificando elementos de diseño pasivo como ventilación cruzada, aleros, vegetación, orientación y alturas interiores. La metodología se desarrolló en dos etapas: una revisión tipológica de un catálogo de viviendas aún existentes y habitadas en la zona, así como una caracterización climática de la ciudad. En la segunda etapa, cuantitativa, se realizaron mediciones de temperatura y humedad en tres viviendas representativas a las cuales se tuvo acceso. Los resultados confirmaron la efectividad de las estrategias pasivas, evidenciando que los espacios con mayor integración de estos elementos presentan mejores condiciones térmicas. Asimismo, las percepciones de los usuarios respaldaron los hallazgos cuantitativos. Se concluye que la incorporación de estrategias bioclimáticas históricas en la vivienda contemporánea es viable y contribuye a la sostenibilidad, la eficiencia energética y la revalorización del patrimonio arquitectónico local.

Palabras clave: arquitectura bioclimática, clima cálido-húmedo, adaptación climática, sistemas pasivos; confort higrotérmico, vivienda contemporánea.

Cómo citar: Orozco-Cejudo, Á. (2026). Adaptación de estrategias bioclimáticas históricas al diseño contemporáneo de vivienda en Tampico. En Calles, M., Hernández, E., Altamira, J. (Eds.). *Mujeres que transforman conocimiento. Innovación educativa e investigación interdisciplinaria para la sostenibilidad*. High Rate Consulting. <https://doi.org/10.38202/mujerestransf2>

Adaptation of Historical Bioclimatic Strategies to Contemporary Housing Design in Tampico

Abstract

This research analyzes the adaptation of historical bioclimatic strategies to contemporary housing design in Tampico, with the aim of improving indoor thermal comfort in a warm-humid climate. The study is based on the analysis of dwellings built during the oil boom period (1912–1930), identifying passive design elements such as cross ventilation, overhangs, vegetation, orientation, and interior heights. The methodology was developed in two stages: a typological review based on a catalog of existing and still inhabited houses in the area, as well as a climatic characterization of the city. The second stage, quantitative in nature, involved temperature and humidity measurements in three representative houses to which access was granted. The results confirmed the effectiveness of passive strategies, showing that spaces with a greater integration of these elements achieved better thermal conditions. Additionally, users' perceptions supported the quantitative findings. It is concluded that the incorporation of historical bioclimatic strategies into contemporary housing is feasible and contributes to sustainability, energy efficiency, and the revaluation of local architectural heritage.

Keywords: bioclimatic architecture, hot-humid climate, climate adaptation, passive systems, hygro-thermal comfort, contemporary housing.

Introducción

El confort térmico en las viviendas es un aspecto crucial para la calidad de vida de sus habitantes. A decir de Elaouzy & El Fadar (2023), la investigación sobre elementos arquitectónicos que promueven dicho confort ha cobrado relevancia en los últimos años, especialmente en el contexto del cambio climático y la necesidad de reducir el consumo energético. La presente investigación se centra en identificar y evaluar tipos bioclimáticos arquitectónicos históricos de la época del auge petrolero en Tampico (1912-1930) que puedan ser adaptados a las viviendas contemporáneas para mejorar el confort térmico interior.

La ciudad de Tampico se distinguió por su importancia durante el auge petrolero a principios del siglo XX, lo que provocó la llegada de personas de todo el mundo que requerían vivienda. La urbe cuenta con un clima cálido-húmedo, con altas temperaturas y altos porcentajes de humedad, lo que impone desafíos significativos para el diseño arquitectónico. Las viviendas de esta época histórica fueron construidas con técnicas y materiales específicos, por lo que ofrecen un interesante campo de estudio para identificar soluciones bioclimáticas que puedan ser adaptadas a las cons-

trucciones actuales. Diferentes estudios, como los de López-Pérez *et al.* (2019) y Caro & Sendra (2020), han demostrado que la arquitectura histórica, adaptada a las condiciones climáticas locales, puede proporcionar un confort térmico superior sin necesidad, o con menor necesidad, de recurrir a sistemas mecánicos de climatización.

Las mediciones de temperatura y humedad realizadas en tres viviendas representativas del auge petrolero en Tampico han revelado patrones interesantes que pueden ser útiles para el diseño de viviendas contemporáneas. Estos patrones, coincidentes con sistemas pasivos como los mencionados por Gaytán-Ortiz (2019), incluyen el uso de materiales de construcción con alta inercia térmica, la orientación estratégica de las viviendas y la incorporación de elementos de ventilación natural. De acuerdo con Gaudry *et al.* (2019), la correcta aplicación de estos elementos puede reducir significativamente la dependencia de sistemas de aire acondicionado, contribuyendo así a la sostenibilidad ambiental y a la reducción de costos energéticos.

Integrar tecnologías modernas con principios de diseño tradicionales para optimizar el confort térmico interior ha sido tema de diversas investi-

gaciones recientes. Autores como Toris-Guitron *et al.* (2022) estudian el efecto del uso de los patios en viviendas tradicionales. Verma & Srivastava (2023) exploran principios de diseño, estrategias y tecnologías empleadas en arquitectura tradicional y moderna para mitigar el impacto de los climas cálidos en el confort interior. A decir de Sharma *et al.* (2023), la combinación de ventilación cruzada, patios interiores y techos altos, características comunes en las viviendas del auge petrolero en Tampico, junto con otros sistemas pasivos, pueden abonar a conseguir un entorno interior más confortable. Para Hu *et al.* (2023) la adaptación de estos principios a las condiciones actuales y a los materiales de construcción modernos resulta esencial para garantizar su efectividad.

Otro aspecto relevante para la investigación es la percepción y aceptación por parte de los usuarios de estos elementos arquitectónicos. En su investigación, Diz-Mellado *et al.* (2023) sugieren que, para lograr una adopción exitosa, es necesario considerar tanto los beneficios térmicos como los estéticos y funcionales. En este sentido, como lo indica Cárdenas Celis *et al.* (2020), la educación y sensibilización de los futuros propietarios y constructores sobre las ventajas del diseño bioclimático juegan un papel crucial.

Finalmente, es importante mencionar que el análisis de las viviendas del auge petrolero no solo aporta soluciones técnicas, sino que, como lo han demostrado Domínguez Ruiz & Rey Pérez (2019) en sus estudios de vivienda histórica en España, también ofrece una oportunidad para revalorizar el patrimonio arquitectónico medioambiental de Tampico. Según Castillo & Huelsz (2017), la integración de elementos históricos en el diseño moderno puede enriquecer el paisaje urbano y promover una mayor apreciación por el legado cultural de la ciudad.

En conclusión, esta investigación busca determinar elementos y/o sistemas arquitectónicos que contribuyan al confort térmico interior de las viviendas contemporáneas, tomando como referencia las soluciones encontradas en las viviendas del auge petrolero en Tampico. A través de mediciones y análisis, se proporcionan directrices que puedan ser implementadas en el diseño y construcción de viviendas actuales, promoviendo así una arquitectura más sostenible y confortable.

Objetivo

El propósito consistió en identificar, evaluar y proponer la inserción de elementos y estrategias

de diseño arquitectónico que permitan mejorar el confort térmico de la vivienda que se construye actualmente en la ciudad de Tampico, a partir del análisis de las viviendas de tipo medio construidas en la época del auge petrolero (1912-1930).

Metodología

La metodología de esta investigación se llevó a cabo en dos etapas. La primera de ellas abarcó la selección de la muestra, la caracterización climática de Tampico y la identificación de las estrategias y sistemas bioclimáticos utilizados en el diseño de las viviendas del apogeo petrolero. Se resume a continuación del siguiente modo:

1. Revisión exhaustiva de literatura y estudios previos que permitieron identificar las estrategias y sistemas bioclimáticos propuestos por diversos autores para las condiciones climáticas específicas de Tampico (Orozco-Cejudo *et al.*, 2023). Elementos de exterior, de acuerdo con Olgyay (2015), y para interior, de acuerdo con Givoni (2011).

2. Se definieron las colonias de estudio creadas en la época y se realizó un catálogo de 27 viviendas, a las que se solicitó acceso y se obtuvo permiso para cinco de ellas.

3. Para cada vivienda se realizó un estudio tipológico mediante entrevistas, archivo fotográfico, levantamiento arquitectónico, representación y estudio tridimensional.

4. Se realizó una caracterización climática de la ciudad de Tampico con datos históricos de 30 años de antigüedad, los cuales fueron analizados y ubicados en las gráficas psicrométricas de Olgyay (2008) y Givoni (1992), con el fin de definir las estrategias y sistemas pasivos que estos autores han demostrado como efectivos en clima cálido-húmedo.

5. Se identificó en el diseño de cada vivienda el uso de los sistemas pasivos y las estrategias bioclimáticas recomendadas por los autores especialistas; se definieron y caracterizaron.

La segunda etapa corresponde a las mediciones y la confirmación, mediante los datos recabados, de la efectividad térmica de la utilización de los sistemas pasivos identificados en el diseño de las viviendas de estudio.

1. Se solicitó permiso para colocar registradores de temperatura y humedad Onset Hobo Data Loggers en las cinco viviendas de la primera parte del estudio, obteniéndose permiso solo para tres de ellas: casa Meza, casa Llerena y casa Luengas.

2. Se colocaron los registradores de temperatura y humedad en espacios interiores y semiexteriores de las tres viviendas, cinco registradores en



Figura 1.
Colocación de instrumentos de recolección de datos: (a) sala Casa Meza; (b) cocina Casa Luengas; (c) porche Casa Llerena

cada una, a una altura promedio de 1.65 m (Figura 1). Los espacios seleccionados son los de mayor uso por los habitantes, ventilados de manera natural y que presentan en su diseño las estrategias identificadas.

3. El periodo de recolección de datos inició a finales de marzo de 2023 y los registradores se retiraron en agosto del mismo año.

4. Se descargó la información recolectada y los datos fueron analizados y presentados en gráficos y tablas para mostrar el comportamiento térmico de los espacios y la eficiencia de los elementos y estrategias bioclimáticas identificados en las viviendas estudiadas.

5. Los datos se compararon con la zona de confort calculada con base en la caracterización climática de Tampico para determinar la temperatura neutra y la fórmula de Auliciems del modelo adaptativo, así como los límites establecidos por Szokolay.

6. Se redactaron conclusiones basadas en los hallazgos de la investigación, que resaltan las estrategias bioclimáticas más efectivas y ofrecen directrices para su aplicación en el diseño de viviendas contemporáneas.

7. Finalmente, todos los resultados se compilaron en un documento detallado, destinado a servir de guía para arquitectos, diseñadores y público en general interesado en construir viviendas que utilicen estrategias y sistemas bioclimáticos. Este documento pretende promover un diseño sostenible y confortable que no dependa de la climatización artificial, aprovechando las estrategias y sistemas

de diseño comprobados de las viviendas construidas durante el auge petrolero en Tampico.

Resultados y discusión

Los resultados del análisis demuestran positivamente la hipótesis inicial sobre la efectividad de los sistemas pasivos para proporcionar confort térmico sin recurrir a la climatización artificial. Los registradores se colocaron en espacios interiores y semiexteriores representativos, en un periodo que abarcó del 29 de marzo al 15 de agosto de 2023. Estos meses son parte de los más cálidos en la ciudad de Tampico y fueron elegidos para comprobar la hipótesis sobre el uso de estrategias pasivas de diseño arquitectónico para mejorar el confort térmico.

Los datos climáticos recolectados mostraron un aumento progresivo de la temperatura y variaciones en la humedad. Abril presentó las temperaturas más bajas y junio las más altas. Dicho mes se identifica como de mayor variación en temperaturas y humedades debido a que se detectan eventos climáticos como vientos del norte y precipitaciones de moderadas a fuertes. En julio y agosto, la humedad se observó muy alta, especialmente durante la noche y la madrugada (Figura 2).

Los vientos predominantes en la zona son del sureste y, en abril, se registran las mayores velocidades. Las precipitaciones más frecuentes se producen en abril y mayo, lo que afecta las temperaturas exteriores. Se observa alta radiación solar, salvo en días nublados y de lluvia; el mes de abril es el de menor radiación.

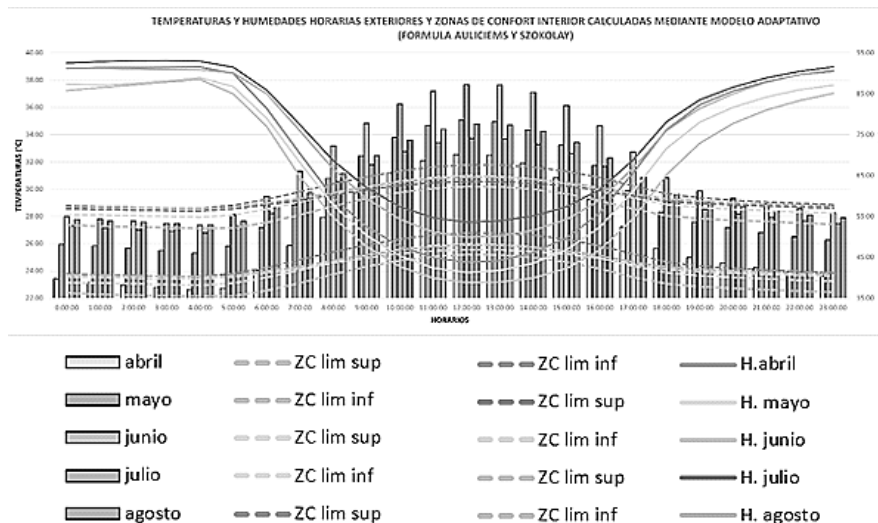


Figura 2. Temperaturas y humedades exteriores, y zonas de confort hora/mes en la cd. de Tampico durante el periodo de estudio

Caracterización de áreas de estudio en casas

Las viviendas de estudio se caracterizaron realizando un levantamiento planimétrico, fotográfico, modelado en 3D y entrevista con usuarios. Se realizó la ficha tipológica de cada una, con las características más relevantes de su historia, diseño, construcción y técnica. Los espacios de estudio se analizaron uno por uno, identificándose las estrategias observadas en su diseño:

Casa Meza: vivienda construida con muros y cubierta de madera, de dos niveles, habitada por

dos personas, con una superficie de construcción aproximada de 260 m². Se estudiaron cinco espacios: cocina, porche, recámara planta alta, sala y sala de estar. En los espacios se observaron las estrategias de ventilación cruzada, techo falso ventilado, gran altura interior, sombreado natural, vegetación, orientación al sureste y elementos para minimizar la radiación solar directa (alero perimetral y porche) (Figura 3).



Figura 3. Casa Meza: ubicación de registradores de temperatura y humedad

Casa Llerena: vivienda construida con muros de ladrillo y cubierta de concreto, de un nivel, parcialmente habitada por dos personas durante el estudio, con una superficie de construcción aproximada de 210 m². Se estudiaron cinco espacios: cocina, estancia, porche, recámara principal y sala. En estos espacios se observan las estrategias de ventilación cruzada, uso de aleros para protección solar, gran altura interior, sombreado natural, vegetación y orientación al sureste (Figura 4).

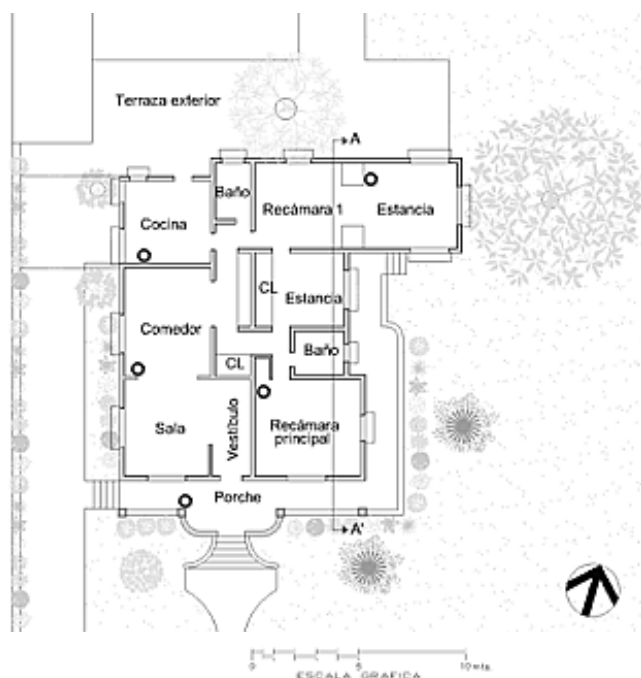


Figura 4.
Casa Llerena: ubicación de registradores de temperatura y humedad

Casa Luengas: vivienda construida con muros de ladrillo y cubierta de madera, de un nivel, habitada por dos personas, con una superficie de construcción aproximada de 220 m². Cuatro espacios estudiados: biblioteca, cocina, sala y porche. En estos espacios se observan las estrategias de ventilación cruzada, uso de aleros para protección solar, gran altura interior y techo falso ventilado (Figura 5).

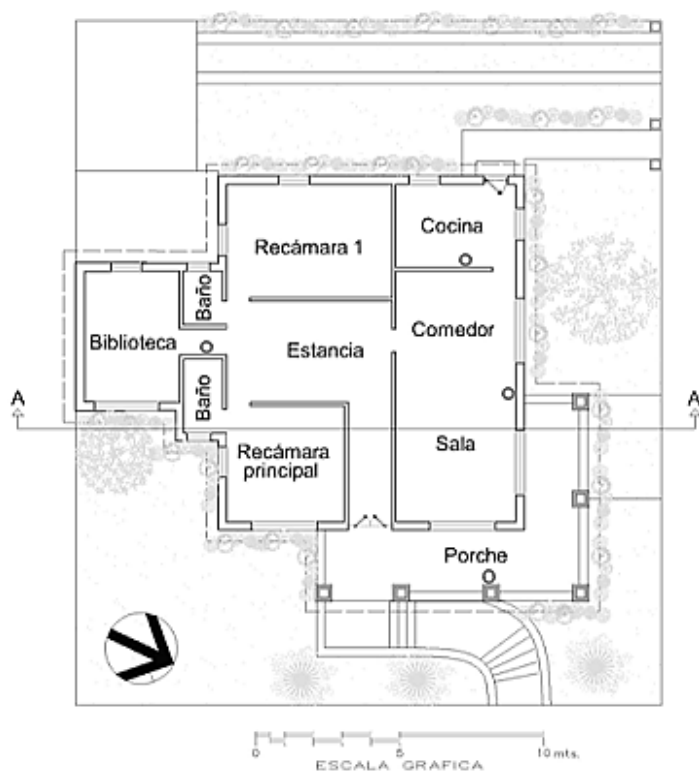


Figura 5.
Casa Luengas: ubicación de registradores de temperatura y humedad

Análisis cuantitativo

Las mediciones se analizaron para cada espacio de cada vivienda en tres escalas:

1. Todo el periodo de estudio.
2. Mes por mes.
3. Día típico.

Estas tres escalas se compararon con la zona de confort calculada para el modelo adaptativo, utilizando la fórmula de Auliciems (1981) para calcular la temperatura neutra y los límites de Szokolay (2014). Para el interior, junio y agosto se observaron como los meses más cálidos, y abril, el menos cálido, situación que se observó también al exterior. Los horarios más cálidos observados, en la mayoría de los espacios, fueron durante la tarde, de 15:00 a 19:00, mientras que las mañanas y madrugadas se observaron ligeramente más frescas. Los datos recopilados validaron las estrategias bioclimáticas identificadas, corroborando que la incorporación de elementos de diseño pasivo puede mejorar el confort térmico en viviendas actuales.

Análisis cualitativo

Durante la investigación se obtuvo el testimonio de los ocupantes, quienes expresaron sus impresiones sobre cada uno de los espacios estudiados, mostrándose satisfechos y orgullosos del confort de sus viviendas en general. Las viviendas han sido habitadas por los ocupantes actuales durante muchos años y en diferentes etapas de su vida, lo cual nos permite obtener un testimonio que integra vivencias de cambio climático, fenómenos climatológicos y sucesos históricos que han sido parte de su vida. Al ser entrevistados, compartieron vivencias desde su niñez, adolescencia, juventud y adultez, pues han sido testigos del mantenimiento preventivo y correctivo que cada vivienda ha requerido a través de su historia, lo que nos brinda información de primera mano, que ayuda a la conformación de las conclusiones de este estudio.

Datos cuantitativos y análisis de eficiencia

La primera etapa del estudio subrayó la relevancia de los ejemplos de viviendas arquitectónicas construidas durante el auge petrolero en Tampico. Se evidenció que, como indican Elaouzy & El Fadar (2023), implementar estrategias y sistemas bioclimáticos adaptados a las condiciones locales puede proporcionar un confort superior en estas viviendas. Aunque estos diseños iniciales fueron importados de otros contextos, lograron ajustarse al clima local, lo que demuestra la viabilidad de

aplicar estas estrategias bioclimáticas en la vivienda que se construye en Tampico.

En la segunda etapa, la recopilación y análisis de datos cuantitativos permitió corroborar la hipótesis del estudio; los espacios en que se realizaron las mediciones mostraban un comportamiento acorde con las estrategias utilizadas en su diseño. Las condiciones climáticas exteriores durante el periodo de estudio fueron un parámetro de análisis para entender el comportamiento térmico en los espacios interiores.

Se observó que los resultados obtenidos en el estudio se ven condicionados por distintos factores: el número de estrategias utilizadas en el diseño del espacio, el uso de aberturas en el espacio (si las ventanas se abrían o no) y los materiales de la envolvente. A continuación, las observaciones de cada vivienda:

Vivienda Meza: construida con muros y cubierta de madera, mostró una menor resistencia térmica. Sin embargo, su diseño con cubiertas inclinadas y ventilas superiores permitió una buena ventilación y aislamiento del calor. Entre sus espacios, el más favorecido por diseño es la sala de estar, la cual cuenta con las estrategias: espacios interiores abiertos, ventilación cruzada, aleros perimetrales, altura interior mayor a 3 m, orientación de aberturas hacia los vientos dominantes (sureste) y vegetación arbolada en la cercanía, que da sombra y mejora la temperatura del viento. El espacio menos favorecido es la recámara de planta alta, la cual no está ventilada, pues mantienen la ventana cerrada y cuenta con un muro orientado al oeste, el cual recibe el sol toda la tarde (Gráfico 1).

Vivienda Llerena: construida con muros de ladrillo y cubierta de concreto, las aberturas no se utilizaron al 100 % durante el estudio, y aun así las temperaturas registradas fueron aceptables. Se infiere que, con su uso correcto, las condiciones térmicas serían muy favorables, tal como lo confirmó el propietario en entrevistas. Entre sus espacios, el más favorecido es la estancia, la cual cuenta con las siguientes estrategias en su diseño: espacios interiores abiertos, ventilación cruzada, aleros individuales por abertura, altura interior mayor a 3 m, vegetación arbolada que da sombra en la cercanía y aberturas hacia el norte y sureste. El menos favorecido es la sala, con un muro orientado al oeste, en el cual recibe mayor radiación (Gráfico 2).

Vivienda Luengas: construida con muros de ladrillo y cubierta de madera, presentó una combinación efectiva de materiales y diseño. A pesar de una orientación más marcada hacia el este, el uso adecuado de aberturas permite buenos resultados térmicos. Los dueños manifestaron que las ventanas siempre están abiertas.

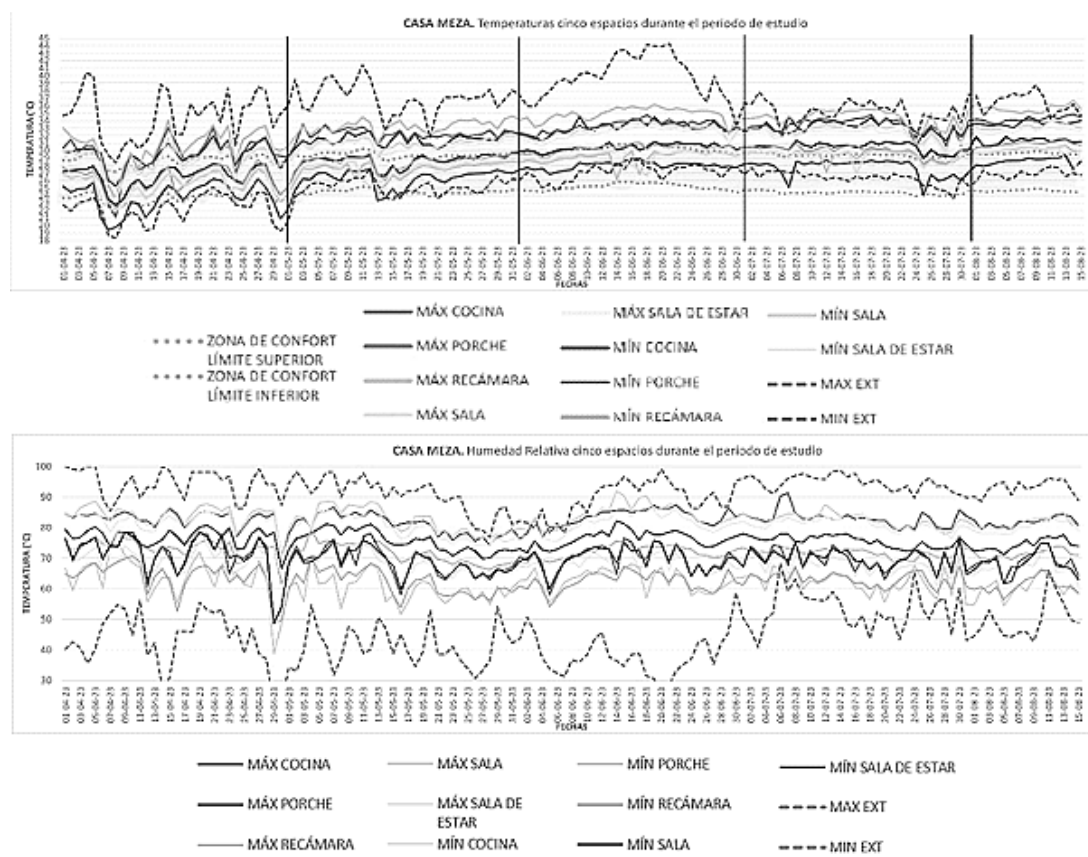


Gráfico 1.

Temperaturas y humedades del período en los cinco espacios de casa Meza

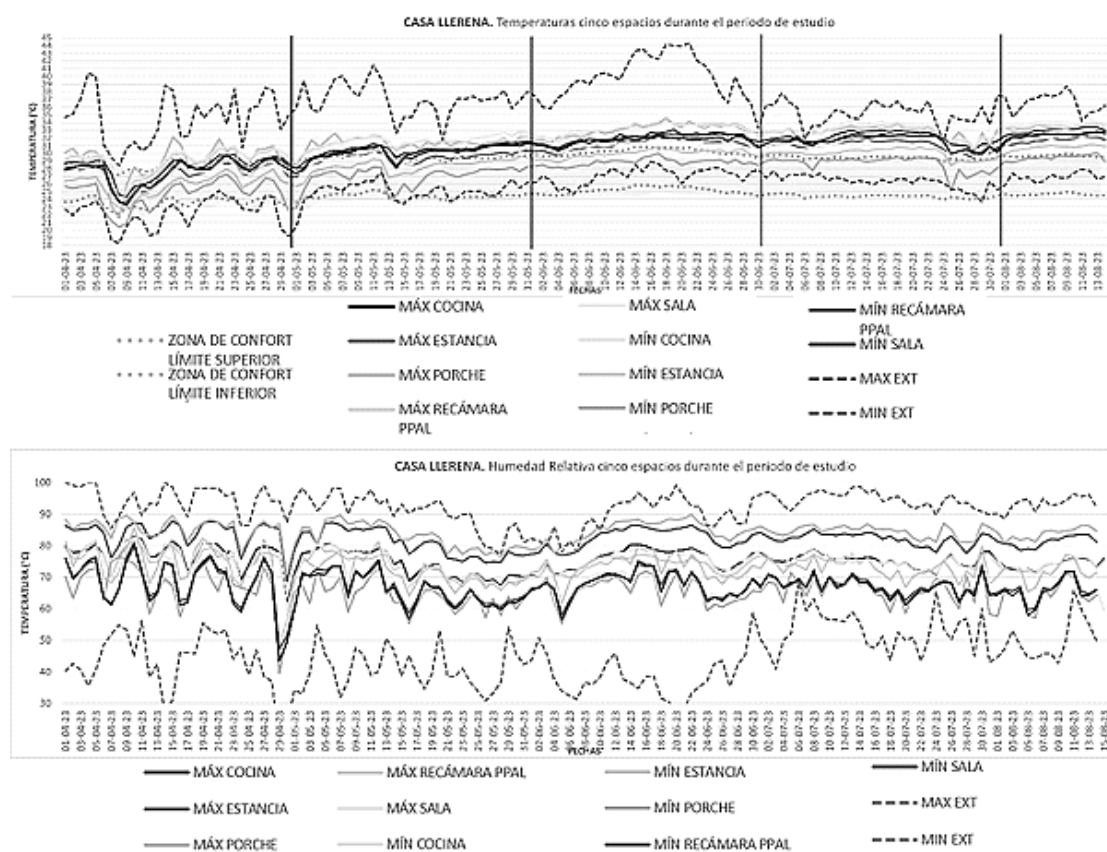


Gráfico 2.

Temperaturas y humedades del período en los cinco espacios de casa Llerena

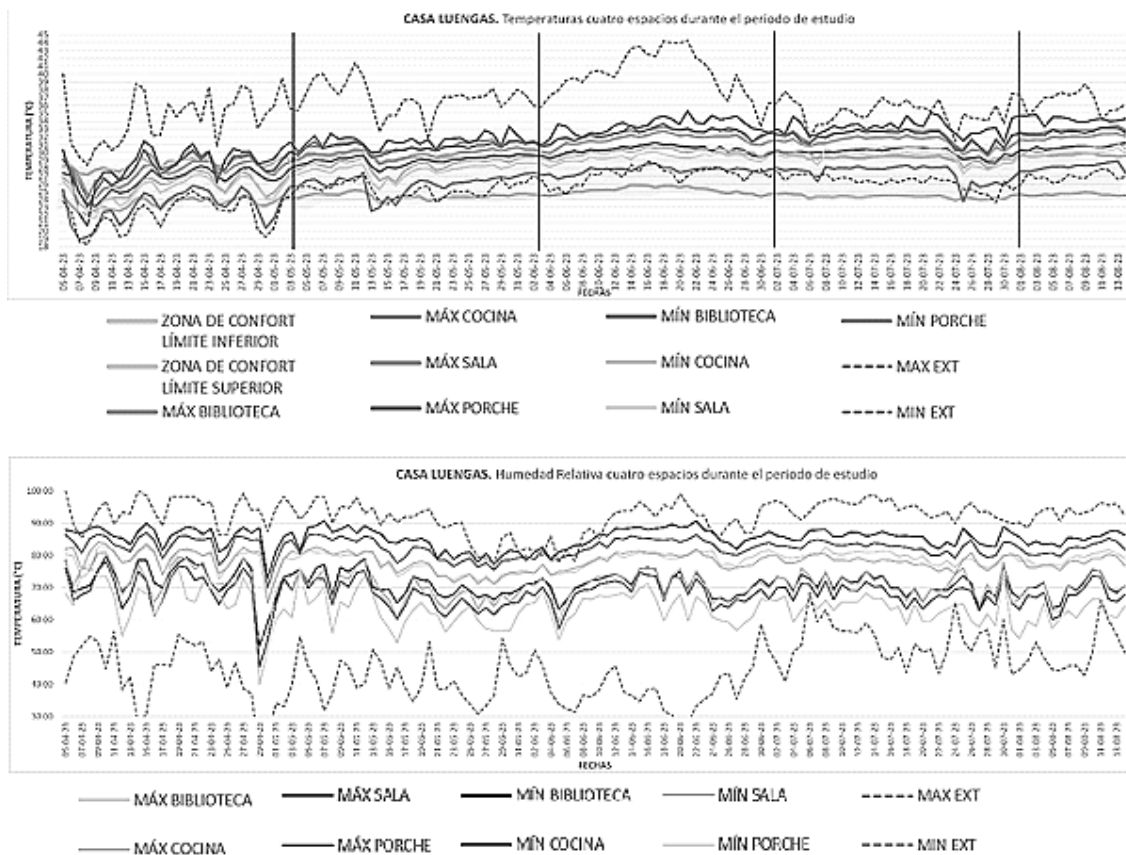


Gráfico 3.
Temperaturas y humedades del período en los cuatro espacios de casa Luengas

Entre sus espacios, el más favorecido es la biblioteca, espacio que cuenta con ventilación cruzada, cubierta ventilada y altura mayor a tres metros. El menos favorecido es el porche, con orientación al este y mayor presencia de sol durante el día (Gráfico 3).

Se observaron similitudes y diferencias en los efectos de la radiación solar según los materiales y diseños de las viviendas. Las cubiertas inclinadas y techos falsos de las casas Meza y Luengas aislaron eficazmente el calor, mientras que las paredes de ladrillo de la casa Llerena retardaron la entrada del calor. En todos los casos, la vegetación exterior jugó un papel importante en el confort térmico, en especial en las viviendas Meza y Llerena, donde sus grandes árboles proporcionan frescura al viento que ingresa al interior y sombra en el espacio colindante.

Estrategias bioclimáticas y su relevancia actual

El estudio confirmó la efectividad de las estrategias bioclimáticas identificadas. Los espacios con mayor número de estrategias mostraron mejores condiciones térmicas. Los elementos identificados en las viviendas de estudio que se han dejado de utilizar en el diseño moderno son: el porche, los

techos inclinados y ventilados con falsos techos, alturas interiores superiores a tres metros, aleros perimetrales y vegetación dentro del predio. El porche, en particular, se descubre como un elemento muy efectivo en la regulación térmica, funcionando como un espacio de transición que mejora la temperatura interior (Tabla 1).

Las entrevistas con los ocupantes resaltaron el valor histórico y funcional del porche, que solía ser un espacio de uso familiar y social en los tres casos. En la actualidad, aunque sus usos podrían adaptarse a estilos de vida modernos, su función en la mejora del confort térmico sigue siendo relevante. La investigación sugiere rescatar estos elementos bioclimáticos para optimizar las condiciones de vida en las viviendas actuales de Tampico.

Comparación y validación

El estudio de Espuna Mújica (2011) sobre la vivienda inglesa y los trabajos de Olgay (2008) y Lee & Givoni (1971) proporcionan un marco comparativo que valida los hallazgos de esta investigación. Las viviendas construidas durante el auge petrolero en Tampico han demostrado que las estrategias y sistemas pasivos utilizados en su diseño pueden

CUADRO COMPARATIVO DE LAS VIVIENDAS DE ESTUDIO						
	CASA MEZA		CASA LLERENA		CASA LUENGAS	
Número de niveles	2 NIVELES		1 NIVEL		1 NIVEL	
Altura interior	PB 3.50M PA 3.05 M		3.50 M		3.50 M	
Material de muros	MADERA		LADRILLO		LADRILLO	
Material de cubierta	MADERA		CONCRETO ARMADO		MADERA	
ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS IDENTIFICADAS EN EL CONJUNTO						
Separación de las colindancias	SI		SI		SI	
Vegetación de gran tamaño dentro del terreno	SI		SI		SI	
Frente de terreno norte o sur	SI		SI		NO	
Barda baja o herrería que permite el paso del aire al terreno	SI		SI		SI	
Colores reflectantes en fachadas y azotea	SI		SI		SI	
ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS IDENTIFICADAS EN LOS ESPACIOS						
	PORCHE SALA COCINA SALA DE ESTAR RECÁMARA 1	# espacios en que se aplica la estrategia	PORCHE SALA COCINA ESTANCIA RECÁMARA PRINCIPAL	# espacios en que se aplica la estrategia	PORCHE SALA COCINA BIBLIOTECA	# espacio en que se aplica la estrategia
Espacios interiores abiertos		2		2		1
Ventilación cruzada		3		4		3
Aleros individuales por abertura	NO APLICA	0		4	NO APLICA	0
Aleros perimetrales		4		3		2
Altura interior mayor a 3m		5		5		4
Orientación hacia vientos dominantes (sureste)		3		3		2
Techo falso con ventilas		1	NO APLICA	0		3
Vegetación arbolada que da sombra a la cercanía		2		1	NO APLICA	0
Aberturas hacia el norte		1		2		3
Total de estrategias aplicadas en los espacios de estudio.	21		22		18	

Tabla 1.

Cuadro resumen de las viviendas de estudio y las estrategias identificadas en cada uno de los espacios estudiados

ser muy eficaces en el clima de la ciudad y proporcionan valiosos aportes al diseño actual (Figura 6).

Este enfoque confirma que la integración de estrategias bioclimáticas históricas no solo es viable, sino esencial para mejorar el confort térmico y la sostenibilidad en el diseño de viviendas modernas en climas cálidos y húmedos.

Conclusiones

Los resultados de esta investigación confirman la hipótesis de que las estrategias y sistemas bioclimáticos empleados en las viviendas construidas durante el auge petrolero en Tampico mejoran de manera efectiva el confort térmico de las viviendas actuales de tipo medio en la misma ciudad.

Los elementos más eficientes durante el periodo de análisis resultaron ser la integración del porche como elemento que reduce la radiación a los espacios interiores, las alturas interiores mayores a 3 m, la vegetación perimetral en los predios, la ventilación cruzada, el uso eficiente de las aberturas, los aleros perimetrales o individuales, entre otras. Estos resultados permiten reflexionar sobre su implementación en el diseño de la vivienda actual.

Este estudio contribuye significativamente al campo de diseño y tecnologías para la vivienda y la sostenibilidad al identificar y proponer elementos, estrategias y sistemas bioclimáticos que son efectivos para el clima local, reduciendo así el impacto ambiental y el consumo energético. Además, aunque muchas de estas viviendas históricas no

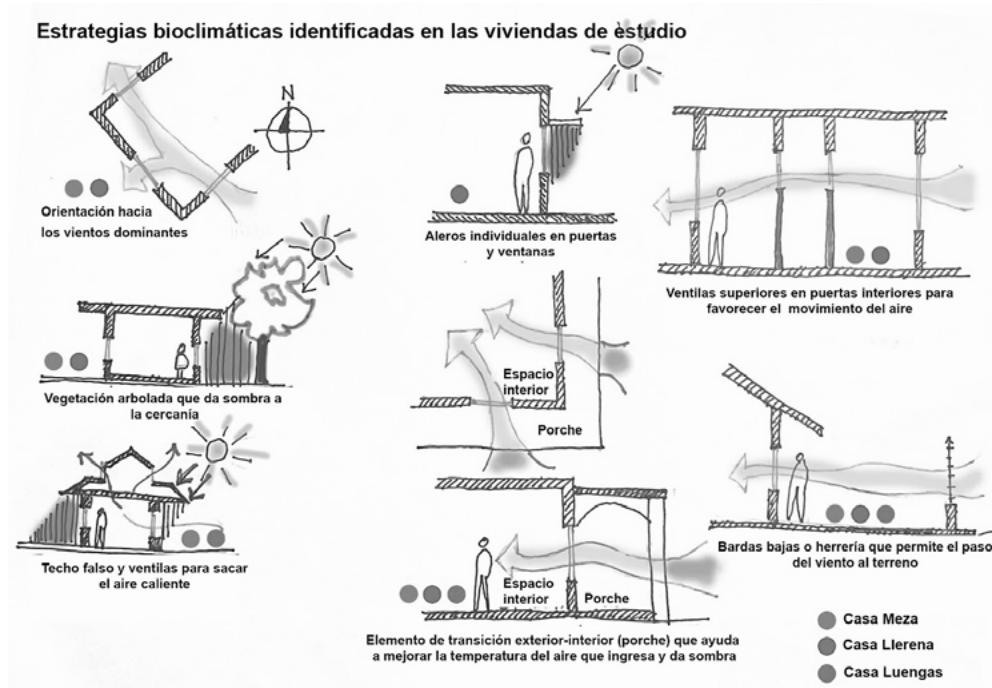


Figura 6.
Estrategias bioclimáticas identificadas en las viviendas de estudio

están reconocidas formalmente como patrimonio cultural, representan un valor significativo tanto arquitectónico como ambiental, potencialmente merecedoras de ser consideradas patrimonio medioambiental.

El análisis efectuado se fundamentó en una revisión exhaustiva de la literatura, integrando modelos y recomendaciones de autores clave como Auliciems (1981), Fanger (1970) y Givoni (1992), cuyos trabajos fueron fundamentales para desarrollar la metodología aplicada. A pesar de las limitaciones en el acceso a más viviendas para realizar

el estudio, se lograron recopilar datos sustanciales, sugiriendo como recomendación futura la realización de simulaciones energéticas y estudios más detallados sobre los materiales de construcción modernos en relación con el diseño bioclimático propuesto.

En resumen, este artículo científico demuestra que las estrategias bioclimáticas históricas pueden ser adaptadas y aplicadas eficazmente en el diseño contemporáneo de viviendas para mejorar el confort térmico y promover la sostenibilidad ambiental en Tampico.

Referencias

- Auliciems, A. (1981). Towards a psycho-physiological model of thermal perception. *International Journal of Biometeorology*, 25(2), 109-122. <https://doi.org/10.1007/BF02184458>
- Caro, R., & Sendra, J.J. (2020). Evaluation of indoor environment and energy performance of dwellings in heritage buildings. The case of hot summers in historic cities in Mediterranean Europe. *Sustainable Cities and Society*, 52, 101798. <https://doi.org/10.1016/J.SCS.2019.101798>
- Castillo, J. A., & Huelsz, G. (2017). A methodology to evaluate the indoor natural ventilation in hot climates: Heat Balance Index. *Building and Environment*, 114, 366-373. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.12.027>
- Cárdenas Celis, A. M., Pereira, J. V., & Moreira, M. (2020). *Guía de Estratégias Bioclimáticas para Projetos Arquitetônicos no Clima Quente e Úmido. Guide to Bioclimatic Strategies for Architectural Projects in Hot and Humid Climate* (Guide to Bioclimatic Strategies for Architectural Projects in Hot and Humid Climates). VII Encontro de Sustentabilidade em Projeto. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/229396>
- Diz-Mellado, E., López-Cabeza, V.P., Rivera-Gómez, C., & Galán-Marín, C. (2023). Performance evaluation and users' perception of courtyards role in indoor areas of mediterranean social housing. *Journal of Environmental Management*, 345, 118788. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118788>
- Domínguez Ruiz, V., & Rey Pérez, J. (2019). Vernacularmente: patrimonio cultural y retos de sociedad (Vernacularly: cultural heritage and societal challenges). *Revista PH* 97, 15-16. <https://doi.org/10.33349/2019.97.4375>

- Elaouzy, Y., & El Fadar, A. (2023). Sustainability of building-integrated bioclimatic design strategies depending on energy affordability. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 179, 113295. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113295>
- Espuna Mújica, J.A. (2011). *Evolución de la vivienda inglesa en Tampico* (Evolution of English Housing in Tampico). Editorial Académica Española.
- Fanger, P.O. (1970). *Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering*. Danish Technical Press.
- Gaudry, K.-H., Godoy-Vaca, L., Espinoza, S., Fernández, G., & Lobato-Cordero, A. (2019). Normativas de energía en edificaciones ante el cambio climático (Energy regulations in buildings in the face of climate change). *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 11(2), 154-171. <https://doi.org/10.18272/aci.v11i2.1285>
- Gaytán-Ortiz, I.delR. (2019). Diseño bioclimático en la arquitectura de hoy (Bioclimatic design in today's architecture). *Artificio. Revista en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos*, 15–23. <https://doi.org/10.33064/artificio120192296>
- Givoni, B. (1992). Comfort, climate analysis and building design guidelines. *Energy and Buildings*, 18(1), 11–23. [https://doi.org/10.1016/0378-7788\(92\)90047-K](https://doi.org/10.1016/0378-7788(92)90047-K)
- Givoni, B. (2011). Indoor temperature reduction by passive cooling systems. *Solar Energy*, 85(8), 1692–1726. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2009.10.003>
- Hu, M., Zhang, K., Nguyen, Q., & Tasdizen, T. (2023). The effects of passive design on indoor thermal comfort and energy savings for residential buildings in hot climates: A systematic review. *Urban Climate*, 49, 101466. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2023.101466>
- Lee, D.H.K., & Givoni, B. (1971). Man, Climate, and Architecture. *Geographical Review*, 61(2), 318-319. <https://doi.org/10.2307/214009>
- López-Pérez, L.A., Flores-Prieto, J.J., & Ríos-Rojas, C. (2019). Adaptive thermal comfort model for educational buildings in a hot-humid climate. *Building and Environment*, 150, 181–194. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.12.011>
- Olgyay, V. (2008). *Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas* (Architecture and climate: a bioclimatic design manual for architects and urban planners). Editorial Gustavo Gili.
- Olgyay, V. (2015). *Design with Climate*. Princeton University Press.
- Orozco-Cejudo, A., Rosas-Lusett, M.A., & de Asiain-Alberich, M.L. (2023). Diseño bioclimático de vivienda media en la época del auge petrolero en Tampico, México (1912-1930) pBioclimatic design of average housing during the oil boom in Tampico, Mexico (1912-1930)]. *Revista Hábitat Sustentable*, 13(2), 92–105. <https://doi.org/10.22320/07190700.2023.13.02.07>
- Sharma, D., Yadav, S., Goap, A., & Bansal, D. (2023). SmartVent: A Smart Ventilation Solution for Comfortable Indoor Environment. *IEEE Internet of Things Journal*, 10(24), 22270-22278. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2023.3303577>
- Szokolay, S. (2014). *Introduction to Architectural Science*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315852409>
- Toris-Guitron, M.G., Esparza-López, C.J., Luna-León, A., & Pozo, C.E.del. (2022). Evaluation of the thermal performance of traditional courtyard houses in a warm humid climate: Colima, Mexico. *Heritage Science*, 10(187), 1–23. <https://doi.org/10.1186/s40494-022-00820-4>
- Verma, E., & Srivastava, S. (2023). Role of Passive Design Techniques for a Comfortable Indoor Environment: Comparison between Tradition & Modern Architecture in Hot Climate. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 11(6), 4264-4277. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2023.54444>

Las Cátedras y Redes UNITWIN Unesco: un efecto indirecto de la Convención 2003

Brisol García García¹

Resumen

El programa de Cátedras y Redes UNITWIN constituye el principal instrumento de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) en el marco de la implementación de la Convención de 2003 para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial (PCI). El objetivo de esta investigación es demostrar que uno de los efectos indirectos de la creación e implementación de dicha convención es la proliferación de cátedras universitarias y redes UNITWIN centradas en la temática del PCI. Para ello, se empleó el método PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*) como modelo de revisión sistemática, analizando fuentes documentales en sitios oficiales de la Unesco, Google Académico y metabuscadores especializados, lo que permitió identificar aproximadamente 270 documentos. Los resultados revelan una marcada centralización geográfica: Europa y América del Norte concentran el 46.85 % de las 1 048 cátedras existentes en 2025, mientras que los Estados árabes solo poseen 63. Esta asimetría replica la distribución de patrimonios enlistados y evidencia la perpetuación del discurso patrimonial autorizado (AHD) propuesto por Laurajane Smith. Asimismo, se identificó que en México existían únicamente tres cátedras especializadas en PCI en 2022. Se finaliza que las cátedras y redes pueden actuar como mecanismos de institucionalización de valores que no siempre benefician a las comunidades portadoras del patrimonio.

Palabras clave: Cátedras Unesco, efectos, patrimonialización, Convención 2003, revisión sistemática, PRISMA.

Cómo citar: García, B. (2026). Las Cátedras y Redes UNITWIN Unesco: un efecto indirecto de la Convención 2003. En Calles, M., Hernández, E., Altamira, J. (Eds.). *Mujeres que transforman conocimiento. Innovación educativa e investigación interdisciplinaria para la sostenibilidad*. High Rate Consulting. <https://doi.org/10.38202/mujerestransf3>

1. <https://orcid.org/0000-0003-4242-199X>, solbrillo3@gmail.com | Posdoctorante del Departamento de Estudios Culturales, del El Colegio de la Frontera Norte.

The UNESCO Chairs and UNITWIN Networks: an indirect effect of the 2003 Convention

Abstract

The UNESCO Chairs and UNITWIN Networks Programme represents the main instrument of the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) within the framework of the 2003 Convention for the Safeguarding of the Intangible Cultural Heritage (ICH). The objective of this research is to demonstrate that one of the indirect effects of the creation and implementation of this convention is the proliferation of university chairs and UNITWIN networks focused on ICH. To this end, the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) method was used as a systematic review model, analyzing documentary sources from UNESCO's official sites, Google Scholar, and specialized search engines, identifying approximately 270 documents. Results reveal a marked geographical centralization: Europe and North America concentrate 46.85 % of the 1 048 chairs existing in 2025, while Arab States hold only 63. This asymmetry mirrors the distribution of listed heritage sites and evidences the perpetuation of the Authorized Heritage Discourse (AHD) proposed by Laurajane Smith. Furthermore, it was identified that Mexico had only three chairs specialized in ICH in 2022. It is finalized that chairs and networks can function as mechanisms of value institutionalization that do not always benefit the communities that are bearers of heritage.

Keywords: UNESCO Chairs, effects, heritagization, 2003 Convention, systematic review, PRISMA.

Introducción

A dos décadas de la existencia de este instrumento, el aumento exponencial de registros ha propiciado que, en el ámbito académico, se acuñe el término “inflación patrimonial”. En este escenario, se retoma la premisa de que el patrimonio no es algo dado, sino una construcción social que requiere un nivel mínimo de consenso para ser legitimada. De este modo, resulta fundamental trascender hacia un análisis crítico que comprenda el patrimonio como un fenómeno político y sus estructuras de poder.

Para ello, Laurajane Smith (2006) acuñó el término “Authorized Heritage Discourse” (AHD), definido como el conjunto de discursos de poder instaurados por expertos y organismos como la Unesco, con el fin de legitimar narrativas sobre la nación y la cultura..

Existen tres orientaciones teóricas en este campo: la sustancialista, la relativista y el análisis crítico. Es sustancial trascender hacia un análisis que comprenda al patrimonio como un fenómeno político y sus estructuras de poder. Por tanto, es posible aplicar teorías de la antropología del conflicto para crear una “mediación patrimonial” que solucione las brechas entre los agentes sociales involucrados (Carretero-Sánchez, 2012).

En el ámbito de los estudios críticos del patrimonio no existe una línea de investigación consolidada; sin embargo, es común encontrar, en investigaciones publicadas en español, que se cite a Prats (1997; 2005). Aunque, en el ámbito de los historiadores y arqueólogos, se reconoce a Smith (2006) como un punto de inflexión, debido a que afirmó que todo el patrimonio es inmaterial y que posee un proceso social de valorización. La aportación primordial de Smith estriba en que acuñó el término “Authorized Heritage Discourse” (AHD), producto de los discursos de poder instaurados por expertos, agencias sancionadas por los estados y organismos internacionales como el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS) y la Unesco.

El AHD y su poder son producto de la constante legitimación de los discursos dominantes de las instituciones o expertos sobre la nación, la clase, la cultura y la etnia. Dada la importancia del AHD en los procesos de proclamación de los patrimonios, Smith (2006) propuso, como herramienta analítica teórica, el análisis de los discursos. De ahí que, para la comunidad científica de la antropología, arqueólogos e historiadores, “la construcción social del patrimonio es un punto de partida que se da

por hecho. Sin embargo, en otras disciplinas, entre gestores patrimoniales o personal que diseña políticas patrimoniales, esto no es así” (Carretero-Sánchez, 2012, p. 197).

Esto, en parte, se debe al objetivo que persiguen algunos actores al promover procesos de patrimonialización, con el fin de usar, de forma instrumental racional, la conservación de las prácticas culturales o bienes, al inscribir a estos bajo modelos de “puesta en valor” del patrimonio como objeto. Al respecto de esta perspectiva instrumentalista, Davallon (2010), en su artículo “El juego de la patrimonialización”, señala que existen tres líneas de investigación del patrimonio. La primera se deriva de la existencia de agentes o actores que denomina sustancialistas, alineados al enfoque teórico donde se infravalora al patrimonio, al ser el que crea a “la entidad social en lugar de ser esta comunidad social a priori la propietaria del patrimonio en cuestión” (p. 49).

Caso contrario ocurre en la segunda línea, denominada como la de los relativistas, cuyos seguidores enfatizan que el estatus de los patrimonios es resultado de un proceso de construcción social. Sobre este relativismo, Davallon (2010) expresa que, con el fin de evitar la formación de dogmas, este no debe convertirse en extremo, puesto que sus seguidores se rigen bajo el supuesto de que “cualquier cosa podría convertirse en patrimonio siempre que alguien así lo decida” (p. 29). A causa de este dogmatismo y relativización, Davallon recomienda que la práctica de este enfoque sea moderada, ya que se rige por: “donde existe la categoría de patrimonio, este es un hecho institucional y, por lo tanto, el reconocimiento de un objeto como patrimonio es una construcción social” (2010, p. 29).

Además de las problemáticas señaladas, se debe reflexionar: ¿en qué disciplinas o áreas se realiza este tipo de estudios y cuál es el número de investigadores que se alinean a esta postura? En el caso de la antropología, estas investigaciones se ejecutan desde la década de los noventa. No obstante, se debe repensar “entre los actores sociales involucrados en los procesos de patrimonialización, ¿cuántos tienen esta perspectiva crítica?; y cuestionar, ¿en las otras disciplinas que investigan sobre patrimonio en qué medida la han incorporado?” (Carretero-Sánchez, 2012, p. 197).

Aunque lo esencial de lo expuesto no estriba en el hecho de que en la línea de investigación de los estudios críticos del patrimonio coexisten estos tres enfoques descritos, sino en trascender estas orientaciones hacia un análisis crítico del patrimonio y de su construcción social, con el objeto de comprender a este “fenómeno desde su vertiente

política y las estructuras de poder que conlleva” (Carretero-Sánchez, 2012, p. 197). Uno de los primeros conflictos que se suscitan entre los actores que promueven el enfoque sustancialista y que dominan el discurso patrimonial autorizado es el proceso a posteriori de incorporación reflexiva de la sociedad (Carretero-Sánchez, 2012, p. 198).

Objetivo de la investigación y las Cátedras Unesco en las universidades

El propósito de esta investigación es demostrar que uno de los efectos indirectos de la creación e implementación de la Convención 2003 es la oferta, en los programas educativos de las universidades, de cátedras de la Unesco y redes UNITWIN centradas en la temática del PCI. Razón por la cual es ineludible describir qué es un patrimonio, explicar qué es un instrumento de salvaguarda y presentar, de forma breve, los antecedentes de la Convención 2003.

Antecedentes de la patrimonialización

Se pudo hallar que la literatura sobre patrimonialización presenta antecedentes diversos según el idioma y la región (véase Tabla 1). En castellano, el término se emplea sistemáticamente desde 1990 por autores como Fernández de Paz y Agudo Torrico (1999), Pereiro (1999) y Prats (2005), mientras que, en francés, destacan Davallon (2006) y Amougou (2004). En el caso del idioma inglés, el concepto fue invisibilizado durante años bajo la influencia de Kevin Walsh (1992), quien lo asociaba peyorativamente al turismo, aunque, en años recientes, se ha normalizado como “heritagization” (Walsh, 1992). Un caso paradigmático analizado es el de Allariz, donde la activación del patrimonio cultural por medio de museos y la arquitectura sirvió como vehículo de comunicación de nuevos valores identitarios impulsados por políticas nacionalistas (Pereiro, 1999).

Por otro lado, es pertinente señalar otra problemática que se presentaba hace 20 años en el sur de Europa: la existencia de una brecha de conocimiento norte-sur en la investigación de los estudios del patrimonio y sus procesos. Esto se debe, en parte, a la traducción lingüística del término “patrimonialización” y al vínculo que realizó Walsh (1992) entre patrimonio y turismo. Aunque, actualmente, dentro de los campos de la antropología, los estudios culturales, la geografía y la literatura en inglés, ya se utiliza el término “heritagization” en el mismo sentido que en castellano o francés (Carretero-Sánchez, 2012, p. 197).

Tabla 1.

Antecedentes de trabajos sobre la patrimonialización

Castellano (desde 1990)	Canadá	Inglés	Heritagization (inglés)	Francia
Fernández de Paz y Agudo (1999); García (2007); Pereiro (1999); Ariño Villarroja (2002); Prats (2005); García y Martínez (2018).	Creación de la Network of Researchers on Heritagizations (2001); inclusión en la Encyclopedia of French Cultural Heritage in North America.	Kirshenblatt-Gimblett (1995; 1998; 2004); Hufford (1994); Abrahams (1994).	Walsh (1992); Bendix (1997); Lung-Chih y Min-Chin (2012); Sánchez-Carretero y Margry (2011); Flesler y Pérez Melgosa (2010); Ruiz-Ballesteros <i>et al.</i> (2009).	Faure (1998); Amougou (2004); Davallon (2006); Drouin (2006).

Nota. Elaboración propia a partir de Carretero-Sánchez (2012) y otros autores.

La patrimonialización se entiende como un proceso social mediante el cual agentes legítimos confieren “valores” a un objeto o práctica para su posterior institucionalización. No obstante, existen tensiones con el discurso oficial; por ejemplo, la resistencia comunitaria en el son jarocho muestra cómo los portadores pueden rechazar la inscripción en la lista de la Unesco para evitar que el sector turístico sea el principal beneficiario, evitando así ser relegados a “pasajeros de segunda clase”. Frente a los modelos verticales, surge la patrimonialización ordinaria, donde el grupo social reivindica el patrimonio por su valor intrínseco.

A pesar de que también se observó, con el caso de Taiwán, que, al finalizar la ley marcial, el país transformó antiguos sitios coloniales japoneses en “patrimonio cultural” para forjar una nueva identidad colectiva, demostrando que la descolonización no implica borrar las huellas coloniales, sino reinterpretar su naturaleza conflictiva por medio del diálogo (Lung-Chih y Min-Chin, 2012). En consecuencia, se observó que la conservación debe evolucionar hacia la protección de la diversidad biocultural, cuestionando si, al preservar la naturaleza, se ponen en peligro elementos culturales asociados.

La Unesco la salvaguarda de los patrimonios

En lo que respecta a la estructura operativa, la Unesco funciona como un laboratorio de ideas y organismo normativo sobre la salvaguardia de los patrimonios. Se fundamenta en cinco instrumentos principales: Convención, Protocolo, Carta, Declaración y Recomendación. Mientras que las convenciones son legalmente vinculantes para los Estados que las ratifican, las recomendaciones y declaraciones establecen normas internacionales no obligatorias (Unesco, 2017).

La Convención 2003 se creó a partir de cinco ámbitos: tradiciones orales, artes escénicas, prácticas sociales, conocimientos relativos a la naturaleza y lenguas. Durante su redacción, surgieron

discrepancias entre antropólogos y juristas sobre los “portadores de la cultura” y los derechos de autor, por lo que se incluyó una cláusula para que la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) se encargue de la propiedad intelectual del PCI. Un antecedente remoto de este instrumento es la propuesta de Bolivia ante la Unesco en 1973, que buscaba proteger el folclore bajo el régimen de derechos de autor para evitar la explotación comercial irregular (Guevara, 2011). México participó activamente en este proceso y ratificó, en 2006, la Convención sobre la Protección y Promoción de la Diversidad de las Expresiones Culturales. No obstante, persiste el problema de la disociación entre patrimonios materiales, naturales y el PCI.

Tipos de patrimonio Unesco

Con el objeto de definir qué es un patrimonio Unesco, es prudente aludir a la clasificación que ha realizado este organismo sobre los patrimonios. La Unesco distingue los siguientes tipos de patrimonio: el cultural, el natural y los bienes mixtos (Unesco Extea, 2004).

Patrimonio cultural material: monumentos (edificios, palacios, lugares de culto, sitios arqueológicos, etc.); conjuntos, como ciudades, poblados y barrios; y obras elaboradas únicamente por el hombre u obras conjuntas del hombre y la naturaleza, como paisajes urbanos y rurales.

Patrimonio Cultural Inmaterial (PCI): Son el conjunto de manifestaciones culturales y tradiciones que se transmiten de generación en generación. Forman parte del patrimonio inmaterial las lenguas, los relatos y cuentos populares, la música y la danza, las artes marciales, las fiestas, las artes culinarias y la artesanía (Unesco Extea, 2004, p. 4). Una de las características principales del PCI, desde el AHD Unesco, es que este es transmitido de generación en generación y se recrea permanentemente en función de su medio, su interacción con la naturaleza y las personas, y su historia. Lo



Imagen 1.
Mapa Unesco 2017-2018 de los patrimonios de la humanidad

Patrimonios	Transfronterizos	Deslistado	En riesgo	Cultural	Natural	Mixto	Estados Parte
1092	37	2	54	845	209	38	167

Nota. Mapa Unesco 2017-2018, de los patrimonios de la humanidad, en Unesco (2019, s.p).

esencial de la protección de este tipo de patrimonio radica en que constituye una garantía de sostenibilidad de la diversidad cultural. En 2004, la lista Unesco estaba compuesta por 788 bienes (611 culturales, 154 naturales y 23 mixtos) de 134 Estados Miembros (Unesco Extea, 2004, p. 8). Sin embargo, durante el período 2017-2018, la lista estaba integrada por 1 092 declaraciones en 167 Estados miembros.

El análisis estadístico revela una asimetría geográfica persistente. En 2024, la lista de la Unesco

incluía 1 199 elementos, de los cuales Europa y América del Norte poseían el 47.12 % de los registros. Para 2025, la cifra ascendió a 1 223 bienes. Esta disparidad se refleja en las cátedras universitarias: de las 1 048 existentes en 2025, Europa y Norteamérica concentran 573 (46.85 %), mientras que los Estados árabes solo cuentan con 63. España es el país con más cátedras a nivel mundial, alcanzando las 64 en 2024. En México, para el año 2022, se identificaron tres cátedras especializadas en PCI (véanse las Tablas 2 y 3, el Gráfico 1 y la Imagen 2).

Tabla 2.
Listado de Patrimonio Unesco 2024

Región	Cultural	Natural	Mixto	Total	%	Estados inscritos con patrimonios
África	56	42	5	103	8.59 %	36
Estados árabes	84	6	3	93	7.76 %	18
Asia y el Pacífico	205	72	12	289	24.10 %	36
Europa y Norte América	485	69	11	565	47.12 %	50
Latino América y el Caribe	103	38	8	149	12.43 %	28
Total	933	227	39	1199	100 %	168

Nota. Adaptado de *Listas de Patrimonio Unesco 2024* (whc.Unesco.org, 2024).

Tabla 3.
Listado de Patrimonio Unesco 2025

Regiones	Cultural	Natural	Mixto	Total	%	Estados parte con bienes inscritos
América Latina y el Caribe	103	39	8	150	12.26 %	28
Europa y América del Norte	490	71	12	573	46.85 %	50
Asia y el Pacífico	211	73	12	296	24.20 %	36
Estados árabes	87	6	3	96	7.85 %	18
África	61	42	5	108	8.83 %	36
Total	952	231	40	1,223	100 %	168

Nota. Adaptado de *Estadísticas de la Lista del Patrimonio Mundial* (whc.unesco.org, 2025a).

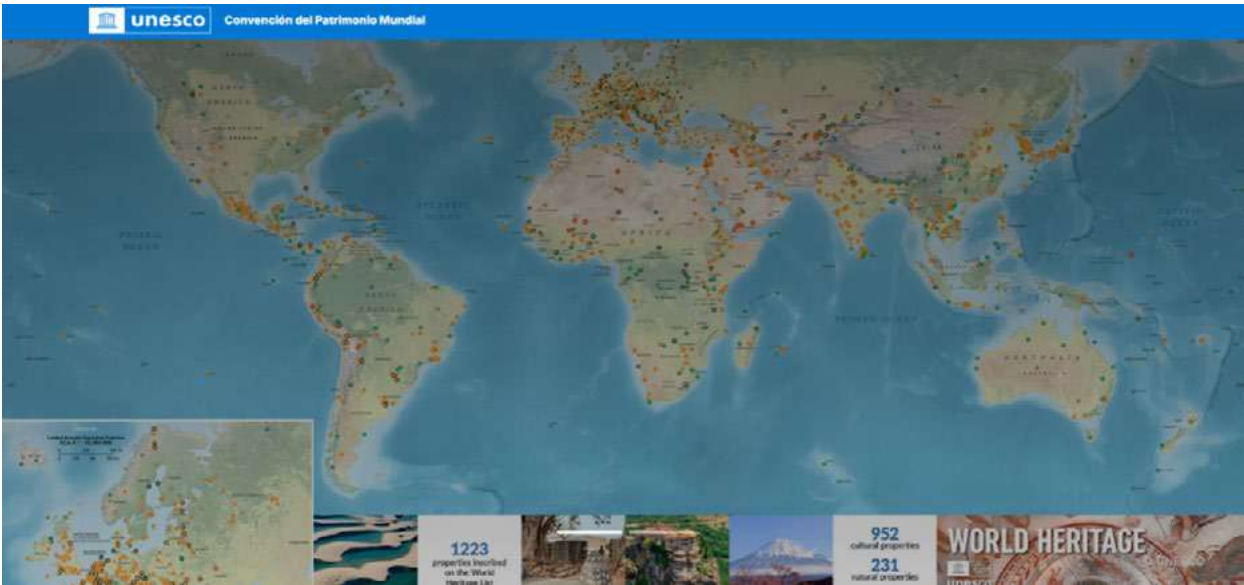


Imagen 2.
Mapa Unesco 2025 de los patrimonios de la humanidad
Nota. (Unesco, 2025b).

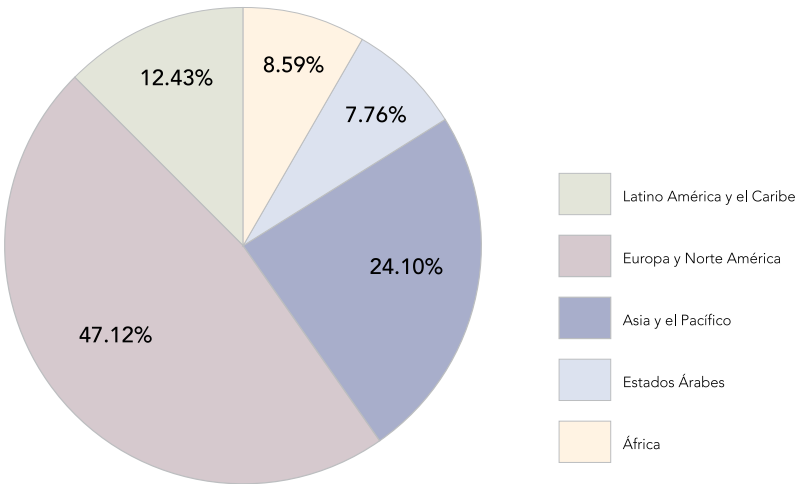


Gráfico 1.
Listas de Patrimonio Unesco 2024
Nota. Listas de Patrimonio Unesco 2024
(whc Unesco, 2024, s.p)

Los instrumentos de la Unesco para la salvaguarda de los patrimonios

Una vez delimitado qué se entiende por patrimonio, resulta vital conocer cuáles son los principales instrumentos Unesco para la salvaguarda de los patrimonios. La Unesco trabaja como un organismo normativo intergubernamental cuyo órgano máximo es la Conferencia General, la cual define los lineamientos normativos con los que deberán guiarse tanto la Unesco como los Estados que pactan un acuerdo. Así, “más allá de sus diferencias culturales y tradiciones, establecen un instrumento internacional: una convención que asocia legalmente una recomendación o una declaración” (Unesco, 2017, s. p.). Los principales instrumentos en materia de salvaguarda son los cinco que podemos apreciar en la Tabla 4.

Tabla 4.

Principales instrumentos Unesco para la salvaguarda de los patrimonios

Instrumentos Unesco para la salvaguarda de los patrimonios
Convención
Protocolo
Carta
Declaración
Recomendación

Nota. Adaptado de *Documentos Fundamentales para el Patrimonio Cultural*, Instituto Nacional de Cultura del Perú (2007).

Las convenciones solo son adoptadas si se cuenta con un tercio de los votos de los Estados miembros. Los Estados que se adhieren a estos acuerdos adquieren una obligación de cumplir con lo pactado, porque este instrumento tiene un valor legal vinculante. La Unesco ha adoptado más de 20 convenciones internacionales. Las recomendaciones y las declaraciones son adoptadas con tan solo el voto de la mayoría simple de los Estados miembros y no son obligatorias, dado que establecen lineamientos o normas internacionales. Sin embargo, todos los Estados miembros están obligados a informar periódicamente sobre la aplicación de las convenciones y recomendaciones (Uruguay Comisión Nacional para la Unesco, 2017, s. p.).

La Convención de 2003 entró en vigor el 20 de abril de 2006 solo para los Estados que habían depositado su aceptación, aprobación o ratificación. Los estados parte que se han suscrito son 178 países. Con el objeto de dimensionar el nivel de aceptación de la Convención, se aduce que existen 194

Estados; por tanto, solo 16 no se han adherido.

Historia de la Convención 2003

Históricamente, aunque se suele citar la Recomendación de 1989 como origen, existe un antecedente más remoto en una propuesta de Bolivia de 1973 que buscaba proteger el folklóre bajo el régimen de derechos de autor (Guevara, 2011). México también desempeñó un papel protagónico mediante figuras como Lourdes Arizpe (2006, pp. 13-27), quien impulsó una visión más holística y menos centrada en lo monumental.

El origen de la Convención 2003 según el AHD: Bolivia

Muy a menudo, en el AHD, se dice que el origen o el antecedente inmediato de la Convención 2003 es la Recomendación sobre la salvaguardia de la cultura tradicional y popular, adoptada por la Unesco en 1989, donde México tuvo un papel primordial. Del mismo modo, es común encontrar en ciertos trabajos la afirmación de que el hecho que suscitó el tránsito del enfoque de cultura tradicional al de inmaterialidad fue la política a gran escala de Japón de los tesoros culturales vivos (Guevara, 2011, pp. 160-161).

Sin embargo, estas dos afirmaciones sobre el origen de la Convención de 2003 no son del todo definitivas. En un reciente estudio, Manuel Guevara (2011) asevera que existe un antecedente más remoto: una carta que depositó Bolivia ante la Unesco en 1973. Según el relato de Guevara, esto sucedió en el marco de la normativa internacional sobre los derechos de autor, con una voluntad explícita de los Estados de proteger las riquezas culturales situadas en el interior de sus fronteras. La carta fue presentada ante la Unesco por la República de Bolivia, a través de su Ministerio de Relaciones Exteriores y de Cultos, el 24 de abril de 1973. Según Guevara (2011), la crítica de Bolivia no era para cuestionar la comercialización de las obras folclóricas, sino la forma tan desigual en la cual se producía la lista, con la finalidad del “establecimiento de una competencia que pudiera desarrollarse en igualdad de condiciones” (p. 161).

El origen de la Convención 2003 y el protagonismo del caso mexicano

Bajo la lente de Laurajane Smith (2006), la institucionalización de la Convención 2003 se comprende como la creación de un discurso de poder legitimado por expertos, conocido como el Discur-

so Patrimonial Autorizado (AHD). En este proceso, el papel de México fue pionero a través de la gestión de la antropóloga Lourdes Arizpe en la Unesco (1994-1998), quien impulsó la inclusión del Patrimonio Cultural Inmaterial (PCI) para responder a las crecientes críticas sobre la representatividad de las listas globales.

Al respecto, Amescua Chávez y Topete Lara (2013) subrayan que la necesidad de este nuevo instrumento surgió porque la lista de la Unesco no reflejaba la verdadera diversidad cultural del mundo; por el contrario, concentraba una mayoría de sitios monumentales y paisajes de Europa Occidental. Según estos autores, esta asimetría sugería erróneamente que en regiones como África existían pocas manifestaciones dignas de reconocimiento, lo que obligó a replantear los criterios de definición hacia una visión más holística y menos centrada en lo monumental. El patrimonio intangible, denominado años atrás “tradicional” o “folclórico”, se pretendía que fuera incluido desde el año 1972 en la Convención de Patrimonio Mundial, pero con la legislación y las normas de aquel entonces se impidió su operatividad. “Tuvieron que transcurrir más de 30 años para que se aprobara la Convención Internacional para la Protección del Patrimonio Cultural Inmaterial en la Conferencia General de la Unesco en octubre de 2003” (Arizpe, 2006, p.22).

La participación de México también fue intelectual y terminológica. Figuras como Carlos Monsiváis y Rodolfo Stavenhagen colaboraron para acuñar el término “Patrimonio Cultural Inmaterial”, adaptando la noción local de “culturas populares” a los estándares internacionales. Asimismo, expertos técnicos como Roberto Zavala Maldonado participaron directamente en las reuniones que dieron forma a la salvaguardia de lenguas en peligro.

No obstante, este discurso se tensiona con la “praxis” institucional de López Morales y Quiroz (2014), quienes advierten que la visión académica a menudo carece de herramientas operativas para los gestores en el territorio. Un elemento revelador en esta red de poder es el vínculo entre actores clave: Francisco Javier López Morales, experto del INAH y coautor de la crítica a la Convención, es hermano de Gloria López Morales, presidenta del Conservatorio de la Cultura Gastronómica Mexicana (CCGM).

Esta relación familiar es una pieza clave para comprender la legitimación de los expertos en México; mientras Francisco Javier actuaba desde la autoridad técnica gubernamental, su hermana Gloria lideraba la ONG que fungió como interlocutora vital para el expediente de la cocina tradicio-

nal. Este entramado ilustra cómo el AHD se consolida mediante redes que vinculan a la academia, el gobierno y las organizaciones civiles, permitiendo el éxito de registros internacionales, a pesar de que el país aún carece de un marco legal interno sólido que conecte estos compromisos con la realidad de las comunidades locales.

¿Es útil un patrimonio Unesco de la humanidad?

Debido al auge en el enlistado de prácticas culturales intangibles, es necesario reflexionar sobre si realmente resulta de utilidad un patrimonio de la humanidad. Uno de los posibles efectos inmediatos en el territorio de origen de un patrimonio declarado de la humanidad es que este tiende a ser integrado al mercado. Desde el primer instante en que se declara un bien cultural, este se hace más visible. Por ejemplo, un sitio viejo abandonado, antes de ser nominado, solo era un cúmulo de memorias y vestigios; después de la nominación como patrimonio, se transforma en un bien cultural de toda una comunidad y, en secuela, se convierte en un bien cultural público que contiene la identidad construida históricamente del grupo que lo ostenta (Santana, 1998, p. 38).

El proceso de transformación de un bien cultural en un recurso patrimonial —entendido como activo económico— se ejemplifica en ciudades con alta densidad de declaratorias, como Córdoba, España. Este fenómeno no es ajeno al objeto de estudio, dado que España encabeza la lista mundial de Cátedras Unesco (con 64 en 2024), lo que sugiere que estas instituciones podrían estar actuando como mecanismos de institucionalización de valores que priorizan la “puesta en valor” para el mercado sobre los sentidos simbólicos locales.

Es necesario revisar el concepto de “recurso”: “Conjunto de elementos disponibles para resolver una necesidad o llevar a cabo una empresa” (Real Academia Española, 2014, s. v. recurso). Esto quiere decir que el bien patrimonial, al ser convertido en recurso patrimonial, adquiere carácter de activo económico. La Organización Mundial del Turismo (OMT) parte del concepto “recurso” para definir al patrimonio turístico, señalando que el primero no es válido por sí mismo, sino por su capacidad de transformación para satisfacer las necesidades de la demanda. Por tanto, el patrimonio turístico “es el conjunto de bienes materiales e inmateriales que constituyen la materia prima que hace posible el desarrollo del turismo”.

El primer paso del proceso para contar con un recurso patrimonial estriba en que el bien patrimonial deberá ser objeto de alguna iniciativa

de puesta en valor, normalmente a instancia de las instituciones estatales. En apego a lo anterior, Prats (1997) afirma que, para que un patrimonio sea valorado como tal, debe ser activado:

En un plano abstracto podríamos decir que estos repertorios pueden ser activados por cualquier agente social interesado en proponer una versión de la identidad y recabar adhesiones para el mismo. Ya en el plano de la realidad social, debemos decir que, en todo caso, no activa quien quiere, sino quien puede. Es decir, en primer lugar, los poderes constituidos (p. 33).

En este contexto surge el deseo de proclamar y conservar los bienes culturales; y es por ello por lo que, por medio de la política, se crean instrumentos con tal objeto. Con la declaración de patrimonio de la humanidad, se protege al patrimonio, aunque esto obvia algunos aspectos: en raras ocasiones la nominación contribuye al desarrollo de los portadores del bien cultural, es decir, de los grupos locales. La razón de esta paradoja estriba en que a estos se les deja al margen de la posibilidad de tener acceso al patrimonio, con el argumento de que “no puede haber uso sin la conservación ni mantenimiento” (Ballart, 1997, p. 121). Es por lo anterior que surgen dos puntos de vista opuestos: 1) pretender que la burbuja de la conservación proteja rigurosa y absolutamente al bien cultural patrimonializado exclusivamente como objeto de estudio; y 2) por el contrario, aquellos que se empeñan en realizar el rescate a toda costa de la práctica, muchas veces de manera aislada, «con la intención de encontrar los orígenes, sin ver la importancia científica y social de lo que se debe declarar como bien público cultural” (Santana, 1998, p. 38).

En resumen, el patrimonio en general pierde su sentido simbólico cuando se convierte en un bien cultural público, y esto sucede aún más cuando se integra al mercado como producto.

Programa de Redes UNITWIN y de Cátedras Unesco

Otro de los efectos de la implementación de la Convención Unesco 2003 es la oferta, por parte de diversas universidades, de cátedras y redes UNITWIN que abordan la temática del eje del PCI. El Programa de Redes UNITWIN y de Cátedras Unesco se creó en 1992, y una Cátedra Unesco está compuesta por integrantes de “un establecimiento de educación superior o de investigación que se asocia con la Unesco en un proyecto determinado [con el objeto] de lograr avances en el conocimiento y en la práctica en un ámbito de prioridad co-

mún” (Unesco, 2023, s. p.).

Las redes UNITWIN se establecen a partir de la asociación entre la Unesco y una red de instituciones de enseñanza superior o de investigación. Estas redes deben integrarse por un mínimo de tres instituciones de diferentes países, de las cuales al menos dos deben estar situadas en países del Sur (Unesco, 2023, s. p.). Tanto las Cátedras Unesco como las redes UNITWIN se centran en el estudio y la enseñanza en las áreas prioritarias de competencia de la Unesco: la educación, las ciencias naturales y sociales, la cultura y la comunicación.

Según la información pública del sitio web de la Unesco (2022), en el programa participaban más de 850 instituciones procedentes de 117 países. Existían, en ese año, alrededor de 950 Cátedras Unesco y 45 redes UNITWIN distribuidas en 120 países. Las universidades participantes en el programa UNITWIN y de las cátedras “se constituyen como centros de reflexión y creadores de puentes entre los círculos académicos, la sociedad civil, las comunidades locales, los investigadores y los responsables políticos” (Unesco, 2022, s. p.).

De ahí que otro de los beneficios desde el AHD Unesco es que se ha demostrado la utilidad del programa “en la adopción de decisiones en materia de políticas, ya que permiten introducir nuevos programas de enseñanza, el surgimiento de nuevas ideas mediante la investigación y contribuyen al enriquecimiento de los programas universitarios existentes, a la vez que fomentan la diversidad cultural” (Unesco, 2022, s. p.). Además, las cátedras y redes “se han convertido en polos de excelencia e innovación en los planos regionales y subregionales. Ello ha contribuido también a reforzar la colaboración Norte-Sur-Sur” (Unesco, 2022, s. p.).

Metodología

El presente artículo se fundamenta en una investigación documental de carácter cualitativo. Con el objetivo de demostrar que la implementación de la Convención Unesco 2003 ha generado, como efecto indirecto, la proliferación de Cátedras Unesco y Redes UNITWIN vinculadas al Patrimonio Cultural Inmaterial (PCI), se aplicó el método PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) como marco de revisión sistemática de fuentes. De acuerdo con Barquero Morales (2022), este modelo constituye un paradigma metodológico orientado a la producción de saberes científicos basados en registros acumulativos y a la determinación del estado del arte en un campo de estudio específico.

La elección de este método responde a su idoneidad para sistematizar un corpus documental heterogéneo, conformado por informes institucionales, reportes de actividades, evaluaciones externas, directrices normativas y estudios regionales, garantizando transparencia y reproducibilidad en el proceso de selección.

Procedimiento de búsqueda y selección

La búsqueda documental se realizó durante el período comprendido entre 1992 y 2025 en las siguientes fuentes de información:

- Repositorio oficial de la Unesco (unesdoc.unesco.org)
- Portal UNITWIN/Cátedras Unesco (unesco.org/es/unitwin)
- Google Académico (Google Scholar)
- Buscador Google (con operadores de búsqueda acotados)

Los descriptores utilizados fueron: “Cátedras Unesco”, “UNITWIN”, “Unesco Chairs”, “patrimonio cultural inmaterial” e “intangible cultural heritage”, tanto de manera individual como combinada.

Fases del proceso PRISMA

El proceso de selección se llevó a cabo en cuatro fases, conforme al diagrama de flujo PRISMA:

Fase 1 – Identificación: se realizó la búsqueda sistemática en las fuentes mencionadas, obteniendo un corpus inicial de 270 documentos.

Fase 2 – Criba (*screening*): se aplicó una primera revisión de títulos y resúmenes. Se excluyeron documentos duplicados, informes de cátedras individuales sin alcance sistémico y materiales sin fecha verificable. Corpus resultante: 52 documentos.

Fase 3 – Elegibilidad: se realizó la lectura completa de los documentos preseleccionados. Se excluyeron los que no aportaban información específica sobre distribución, gestión o impacto del programa UNITWIN. Documentos elegibles: 32.

Fase 4 – Inclusión: se incorporaron a la matriz bibliográfica final 25 documentos, seleccionados por su pertinencia directa con las unidades de análisis del estudio (véanse la Tabla 5 y la Ilustración 1).

Con el propósito de reducir el sesgo de confirmación inherente al uso exclusivo de fuentes institucionales de la Unesco —organismo que, a su vez, es objeto de análisis crítico en este estudio—, se incorporaron fuentes académicas independientes que examinan críticamente los procesos de patrimonialización y el discurso AHD, tales como Smith (2006), Carretero-Sánchez (2012) y Davallon (2010).

Tabla 5.

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Documentos emitidos entre 1992 y 2025	Informes de actividades de cátedras individuales sin impacto comparativo
Fuentes oficiales Unesco o estudios académicos sobre UNITWIN	Documentos sin autor institucional o académico identificable
Documentos con enfoque sistémico regional o global	Fuentes sin respaldo en repositorios verificables
Idiomas: español, inglés y francés	Documentos no relacionados con el programa UNITWIN/Cátedras

Nota. Elaboración propia.

Análisis y resultados

A continuación, se presentan las matrices bibliográficas elaboradas a partir de la aplicación del modelo PRISMA. La información extraída de cada documento fue sistematizada con los siguientes campos: autor/fuente, año, título, diseño del estudio, ciudad/región, fuentes de datos, unidad de análisis, tipo de cátedra o red y hallazgos principales.

Matriz 1. Bibliográfica: Cátedras Unesco y Redes UNITWIN

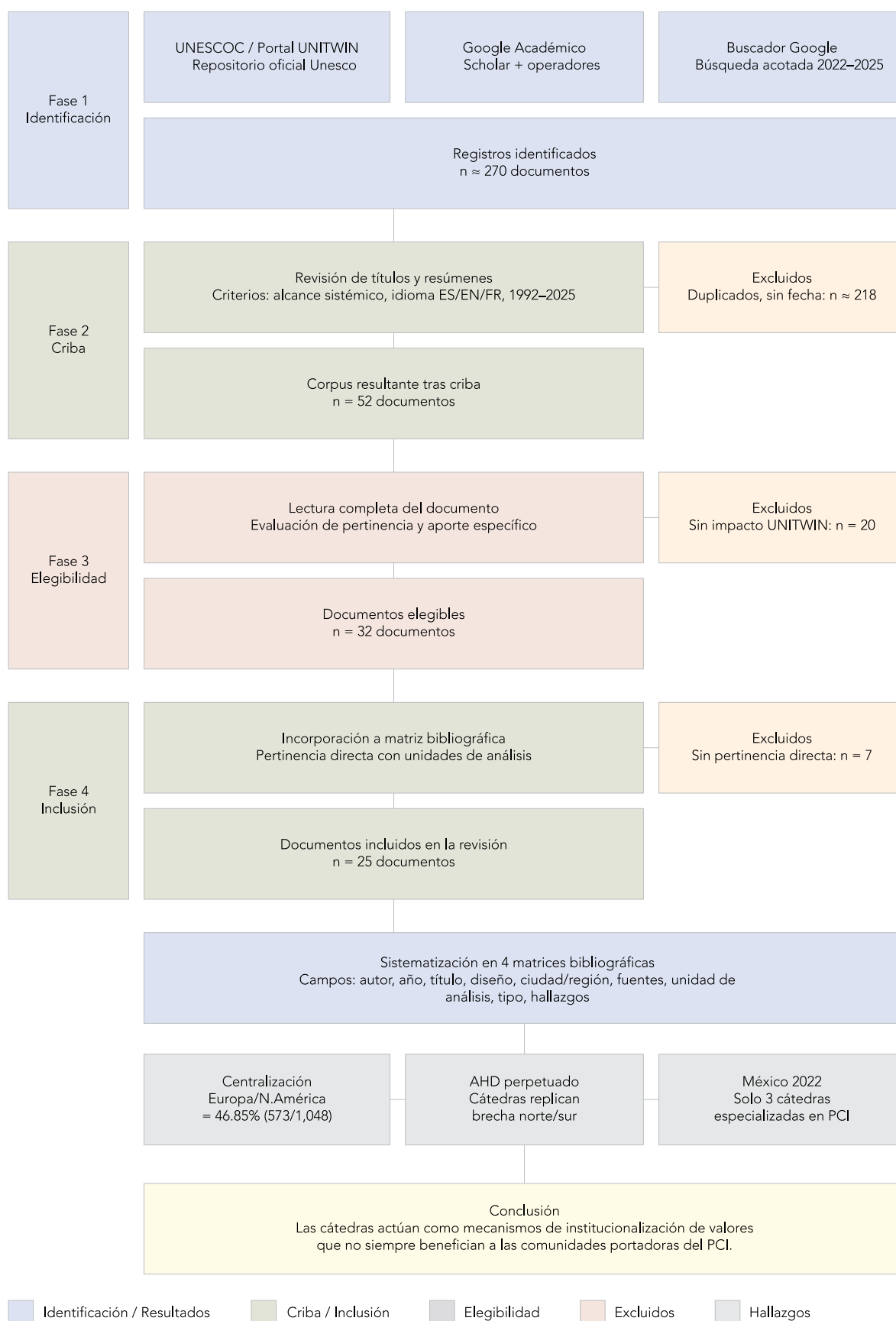
Revisión sistemática PRISMA sobre efectos en el Patrimonio Cultural Inmaterial (PCI) (Ver Matriz 1, 2, 3 y 4).

Las Cátedras Unesco

En el año 2025 existían alrededor de 1 048 cátedras y 45 redes Unesco en el mundo. La distribución regional muestra una fuerte centralización: Europa y Norteamérica poseían 573 cátedras (46.85 %), mientras que Latinoamérica y el Caribe cuentan con 181 y los Estados árabes, solo con 63. Esta asimetría explica por qué las regiones del norte tienen más patrimonios enlistados, perpetuando una brecha de conocimiento en la investigación de estos procesos. En México, hasta 2019, la única cátedra enfocada específicamente en PCI era la del CRIM-UNAM, dirigida por la Dra. Lourdes Arizpe (Unesco, 2022).

Mientras que, en 2024, existían 988 Cátedras y 44 redes. Cabe destacar que en la Región de Europa y Norteamérica se concentraban 545 cátedras y 25 redes. Dentro de los países con mayor número de cátedras se encontraban España, con 64 cátedras y 2 redes; Francia, con 52; Rusia, con 54; Italia, con

Ilustración 1.
Diagrama de flujo PRISMA — Cátedras Unesco y Redes UNITWIN (PCI)



Nota. Basado en: Page et al. (2021). PRISMA 2020 statement. BMJ, 372, 71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

Matriz 1.

Documentos de evaluación y gestión global del programa (N° 1–8)

No.	Autor / Fuente	Año	Título	Diseño	Ciudad / Región	Fuentes	Unidad de análisis	Tipo	Hallazgos principales
Documentos de evaluación, gestión y auditoría del programa UNITWIN/Cátedras Unesco (N° 1–8)									
1	Consejo Ejecutivo Unesco	2022a	<i>Dificultades y perspectivas del Programa UNITWIN (214 EX/28)</i>	Nota explicativa y revisión de política	París / Global	Auditoría interna IOS (2019)	850 instituciones en 117 países	Red Global UNITWIN	Desequilibrio geográfico (40 % Norte); heterogeneidad temática (75 % en Educación y Ciencias Naturales)
2	Consejo Ejecutivo Unesco	2022b	<i>Actividades del Programa UNITWIN y de Cátedras Unesco (215 EX/9)</i>	Informe de actividades y propuesta de mejora	París / Global	Auditoría IOS 2021 + consultas Comisiones Nacionales	Procesos de gestión y criterios de selección	Cátedras y Redes	Propone limitar solicitudes a dos por país/ciclo y acelerar cierre de cátedras inactivas
3	Unesco	2023	<i>Transformar el conocimiento para un futuro justo y sostenible</i>	Reporte de conferencia internacional	París / Global	Intervenciones de 250 cátedras de 80 países	Contribución al intersectorial al nuevo contrato social	Red Global de Cátedras	Las cátedras actúan como observatorios globales y laboratorios de ideas para los ODS
4	Unesco / IHP	2024	<i>Red Global de Cátedras de Agua y Redes UNITWIN</i>	Compendio temático	Global (84 instituciones)	Programa Hidrológico Intergubernamental	62 países con enfoque en seguridad hídrica	Cátedras y Redes de Agua	Contribuyen a gobernanza transfronteriza y recomendaciones de políticas nacionales
5	Unesco	2009	<i>Programa UNITWIN y de Cátedras Unesco: Directrices y modalidades</i>	Normativo / Descriptivo	París / Global	Archivos oficiales Unesco	Directrices y normas del programa	Global (Cátedras y Redes)	Define la flexibilidad del programa para nuevas formas de aprendizaje y cooperación Sur-Sur
6	Unesco-IOS	2021	<i>Audit of the Unesco Chairs and UNITWIN Networks Programme</i>	Auditoría de gestión y control	Global	Base de datos HED y encuestas	Gobernanza y controles internos	Red global 850+ instituciones	Necesidad de mejorar gestión de riesgos y alineación con prioridades sectoriales
7	Brovetto, & Dijk, P. Van	2000	<i>External Evaluation of UNITWIN/UNESCO Chairs Programme</i>	Evaluación externa cuali-cuanti	Montevideo / La Haya	Cuestionarios a directores de cátedras y personal Unesco	Impacto y relevancia del programa	Cátedras en países en desarrollo y transición	Desequilibrios geográficos y problemas de sostenibilidad financiera fuera de Europa
8	Unesco	2006	<i>Regional study on the role and contribution of UNESCO/ICT Chairs (LAC)</i>	Estudio regional descriptivo	América Latina y el Caribe	Casos de estudio y repositorios digitales	Cátedras de TIC	Cátedra en Nuevas Tecnologías (México)	Papel de las cátedras en reducción de brecha digital y creación de universidades virtuales

Nota. Elaboración propia a partir de los hallazgos al aplicar el modelo PRISMA (Page et al., 2021).

Matriz 2.
Documentos normativos, estratégicos y regionales (N° 9–15)

No.	Autor / Fuente	Año	Título	Diseño	Ciudad / Región	Fuentes	Unidad de análisis	Tipo	Hallazgos principales
Documentos normativos, guías, propuestas de política y reportes regionales (Nos. 9–15)									
9	Unesco	2017	<i>The UNITWIN/Unesco Chairs Programme: Guidelines and procedures</i>	Guía práctica actualizada	París / Global	Documentación institucional	Criterios de establecimiento y renovación	Cátedras y programas de cooperación	Las cátedras deben ser think tanks que construyan puentes entre academia y sociedad civil
10	Consejo Ejecutivo Unesco	1992	<i>Rapport du Directeur général sur le projet UNITWIN et le programme des chaires Unesco (139 EX/4.3.3)</i>	Informe normativo (Decisión 139 EX/4.3.3)	París / Global	Actas oficiales Unesco	Lanzamiento del programa UNITWIN/Chairs	Redes y Cátedras (Ejes Norte-Sur/Sur-Sur)	Establecimiento oficial para reforzar colaboración interuniversitaria y apoyo a países en desarrollo
11	Unesco (Sector Ciencias Naturales)	2009	<i>Strategy for the future development of Unesco Chairs in Natural Sciences</i>	Revisión estratégica interna	Global (Enfoque en África)	Base de datos interna Sector Ciencias	200 cátedras de Ciencias Naturales	Cátedras de Ciencias (Clustered)	Desequilibrio geográfico; necesidad de alineación con prioridades ODS
12	Unesco (Sector Educación)	2013	<i>UNITWIN/Unesco Chairs Programme: Education Sector Technical Notes</i>	Nota Técnica de Referencia	Global	Portal UNITWIN / Unesco	747 cátedras y 70 redes	Global (Multidisciplinario)	Las cátedras como think tanks; 49 % concentradas en Europa/Norteamérica
13	Unesco Office in Brasilia	2008	<i>Cátedras Unesco no Brasil</i>	Informe de Gestión Regional	Brasilia / América Latina	Repositorio Unesco Brasil	24 cátedras en Brasil	Educación, Bioética, Medio Ambiente	Mayor interacción entre cátedras y oficinas nacionales para metas regionales
14	Secretaría de la Unesco	1993	<i>Proposiciones del Director General relativas a UNITWIN y a las Cátedras Unesco (141 EX/10)</i>	Informe de estado y normativo	Global (Prioridad África y PMA)	Resúmenes estadísticos internos	Implementación y criterios de selección	Multidisciplinarias e intersectoriales	Equilibrio geográfico y consolidación de proyectos antes de lanzar nuevos
15	Conferencia General de la Unesco	1993	<i>Propuestas sobre el Programa UNITWIN y de Cátedras Unesco (27 C/24)</i>	Propuesta de política intersectorial	Global	Hechos nuevos desde la última sesión del Consejo	Integración en política general de enseñanza superior	Redes interuniversitarias y cátedras	Instrumento clave para cooperación internacional y para evitar el éxodo de competencias

Nota. Elaboración propia a partir de los hallazgos al aplicar el modelo PRISMA (Page et al., 2021).

Matriz 3.
Informes de ejecución, discursos institucionales y estudios históricos (N° 16–19)

No.	Autor / Fuente	Año	Título	Diseño	Ciudad / Región	Fuentes	Unidad de análisis	Tipo	Hallazgos principales
Informes de ejecución del programa, discursos y estudios históricos (Nos. 16–19)									
16	Consejo Ejecutivo de la Unesco	2021	<i>Informe sobre la ejecución del programa (PIR) (211 EX/4.1)</i>	Análisis estratégico y evaluación sumativa	Global (Prioridad África y Género)	Base de datos SISTER y planes de trabajo	Evaluación de resultados y metas del cuatrienio	Prioridades globales y grupos prioritarios	Paridad de género en personal (49% a nivel director), pero brechas sistémicas en titularidades externas
17	Azoulay (Unesco)	2022	<i>Discours à l'occasion de la célébration du 30e anniversaire du programme des chaires universitaires Unesco</i>	Informe institucional / Discurso de apertura	París / Global	Archivos de la Dirección General de la Unesco	30 años de evolución del programa	Multidisciplinaria (Educación, Ciencias, Cultura)	950 cátedras en 120 países; nutrió la Recomendación sobre Ética de la IA
18	Haddad (Unesco).	2005	<i>UNITWIN/Unesco Chairs Programme: Ten years of action: case studies</i>	Estudio de casos y revisión histórica	Global	Sección de Cooperación Internacional en Educación Superior	Impacto tras la 26ª sesión de la Conferencia General (1991)	Redes de hermanamiento universitario	Para 2004: 508 cátedras y 63 redes en 118 estados; papel contra la fuga de cerebros
19	Tünnermann Bernheim	1997	<i>Aproximación histórica a la universidad y su problemática actual</i>	Revisión histórica y normativa	Bogotá, Colombia / Latinoamérica	Repositorio CRESALC/Unesco	Evolución de la reforma universitaria	Educación Superior	Transformación para enfrentar el siglo XXI basada en la cultura de paz y desarrollo humano sostenible

Nota. Elaboración propia a partir de los hallazgos al aplicar el modelo PRISMA (Page et al., 2021).

Matriz 4.
Directorios, reportes de actividades de cátedras individuales (N° 20–25)

No.	Autor / Fuente	Año	Título	Diseño	Ciudad / Región	Fuentes	Unidad de análisis	Tipo	Hallazgos principales
☐ Directorios estadísticos y reportes de actividades de cátedras individuales (Nos. 20–25)									
20	Unesco	2000	<i>Rapport final d'évaluation externe du Programme UNITWIN/Chaires Unesco</i>	Evaluación externa sistémica	Global (Sede París)	Cuestionarios a 600 actores, entrevistas y bases estadísticas	Programa UNITWIN y Cátedras Unesco	Global / Regional	Necesidad de mejorar el equilibrio geográfico y la viabilidad financiera
21	Unesco	2001 / 2003 ^a	<i>Directory / Répertoire: UNITWIN/Unesco Chairs Programme</i>	Directorio estadístico y descriptivo	Global (114 países)	Base de datos interna de la Unesco	480 a 500+ Cátedras y Redes	Redes y Cátedras por disciplina	Crecimiento constante; predominio en Educación y Ciencias Naturales
22	Moudachirou / Unesco	2006	<i>Rapport d'activités: Chaire Unesco — Sciences, technologies et environnement</i>	Reporte de actividades	Cotonou, Benín / África	Repositorio oficial Unesco	Programas de formación doctoral y DESS	Cátedra Unesco	Bases para una red interuniversitaria regional en ciencias ambientales
23	Dubé / Unesco	2006	<i>Rapport d'activités: Chaire Unesco en patrimoine culturel</i>	Reporte de actividades	Quebec, Canadá / América del Norte	Repositorio oficial Unesco	Programas de intercambio y sensibilización	Cátedra Unesco	Única cátedra francófona en patrimonio cultural; enfoque en cooperación internacional y recherche-action
24	Bouzid / Unesco	2008	<i>Rapport d'activités: Chaire Unesco en évaluation de l'enseignement supérieur</i>	Reporte de actividades	Constantina, Argelia / Estados árabes	Repositorio oficial Unesco	Red nacional de investigación	Cátedra Unesco	Creación de una inteligencia colectiva mediante red nacional de investigadores en educación superior
25	Poullaouec-Gonidec / Unesco	2004	<i>Chaire Unesco en paysage et environnement (CUPEUM)</i>	Documento de posicionamiento	Montreal, Canadá / América del Norte	Archivo institucional	Red científica internacional	Cátedra Unesco	Enfoque transversal y multidisciplinario para el análisis de problemáticas paisajísticas globales

Nota. Elaboración propia a partir de los hallazgos al aplicar el modelo PRISMA (Page et al., 2021).

43; Canadá, con 39; Reino Unido e Irlanda del Norte, con 28; y Estados Unidos, con 22. Aunque solo 67 se orientaban al tema del patrimonio.

En la región de África, durante 2024, se ofrecían alrededor de 107 Cátedras Unesco. Sudáfrica poseía 17, Kenia 11, Nigeria 6 y Côte d'Ivoire 5, aunque solo 6 se centraban en la temática del patrimonio. En lo que respecta a Asia y el Pacífico, en 2024 se ofrecían alrededor de 211 Cátedras Unesco: China tenía 30, la República Islámica de Irán 18, India 14, Japón 11, Australia 10 y la República de Corea 5. En los Estados árabes se concentraban alrededor de 55 cátedras, con Egipto con 8, Omán con 7 y Marruecos con 7, siendo solo 7 las centradas en el patrimonio.

En contraste, en 2023 existirían 923 cátedras, con 165 en Latinoamérica y el Caribe. México tenía registradas alrededor de 28 cátedras, seguido por Argentina, con 19; Colombia, con 15; Chile, con 15; Cuba, con 14; Uruguay, con 10; Ecuador, con 9; Perú, con 8; República Dominicana, con 8; Costa Rica, con 3; Haití, con 2; Curazao, con 2; Nicaragua, con 1; y Guatemala, con 1. Sin embargo, solo 15 se centraban en el tema del patrimonio (Unesco, 2022).

En lo que respecta a las 25 cátedras o programas restantes, pueden tener como objeto de estudio otros tipos de patrimonio y convenciones Unesco, como: el mixto, el digital, el museológico, el submarino, el del agua, las reservas de la biosfera, el industrial, el turístico y el urbano y creativo, o el de las ciudades creativas.

En contraposición con el año 2019 en México, dado que solo existía la Cátedra “Investigación sobre Patrimonio Cultural Intangible y Diversidad Cultural” del Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). La titular de esta cátedra era la Dra. Lourdes Arizpe Schlosser, quien fue subdirectora general para la Cultura en la Unesco durante el período 1994-1998 y, desde 1999, es consultora para la Convención Internacional sobre Patrimonio Intangible de la Unesco (Véase tabla 6).

Tabla 6.
Cátedras en México 2022 especializadas en el PCI

Cátedras Unesco en México especializadas en PCI (2022)
Cátedra Unesco de investigación sobre patrimonio cultural inmaterial y diversidad cultural (2011) - Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) - Código 922.
Cátedra Unesco de derecho, sociedad y patrimonio (2019) - Universidad de Guanajuato - Código 1384.
Cátedra Unesco de diplomacia y patrimonios científicos (2022) - Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) - Código 1527.

Nota. Elaboración propia a partir de Cátedras Unesco (Unesco, 2022).

Conclusiones

Como se observó, existe una centralización de las Cátedras Unesco en la Región de Europa y América del Norte, hecho con el que se puede explicar el porqué en esta región se tienen también más patrimonios enlistados. Así también, es necesario preguntar si en estos espacios de conocimiento, en las cátedras, solo se genera y se reproduce el AHD de puesta en valor en la construcción de los PCI, y qué implicaciones culturales y sociales tiene que se articulen esfuerzos de las instituciones educativas para que una visión sobre el patrimonio se estandarice y se integre en los programas de formación de los agentes patrimoniales.

Sin embargo, lo vital no es plantear la anterior reflexión, sino hacer visible cómo la Unesco y sus mecanismos ideológicos de jerarquización de los patrimonios se han institucionalizado a tal grado que han logrado entrar en las universidades para ser copartícipes en el proceso de reproducción educativa de los individuos. Pero esta participación de la Unesco en la educación, al crear un programa como las Cátedras y las Redes, es solo un fragmento de la racionalización de lo intangible, dado que no se olvide que estamos en la era donde reina el mercado. En este sentido, el trabajo de algunas redes busca incidir en las agendas de múltiples actores, cumpliendo con la “utilidad” de estos programas para la toma de decisiones políticas.

Por último, es necesario cuestionar si estos espacios de conocimiento solo reproducen el AHD y qué implicaciones tiene la estandarización de una visión única sobre el patrimonio en los programas de formación. El patrimonio, al integrarse al mercado como producto, corre el riesgo de perder su sentido simbólico y convertirse en un búnker excluyente si no se gestiona como un foro de memoria participativo.

Desafíos y críticas a la gestión global de las cátedras y redes

Asimismo, se constató, durante el proceso de análisis de las fuentes, la existencia de una centralización en Europa y Norteamérica de las cátedras y las redes. Esto, en parte, se debe a que los modelos de gestión patrimonial a menudo son “copias” de los modelos construidos en los *hauts lieux* o centros de poder de los países occidentales. Asimismo, es evidente la invisibilización lingüística de décadas, como lo señala Carretero-Sánchez (2012), donde el término “patrimonialización” era invisible en la investigación del Norte, ocultando los procesos políticos detrás del término.

Ahora bien, otro de los obstáculos para la operación de las redes y cátedras es que la Unesco no es un organismo de financiación; solo proporciona capital inicial o *seed funding* una sola vez para arrancar proyectos en países en desarrollo. En el caso de las cátedras y redes, únicamente otorga el reconocimiento (Unesco, 2022).

Es por lo que, durante el proceso de postulación y selección, se debe exigir que las propuestas demuestren capacidad para movilizar fondos extraprestupuestarios provenientes del sector privado, fundaciones y organismos multilaterales. Además, se debe evaluar la viabilidad a largo plazo. Es necesario poner atención a que los actuales estándares del programa de Cátedras y Redes, donde se evalúa el prestigio del responsable (que debe ser un especialista de renombre internacional con capacidad probada para promover la colaboración), pueden agudizar más la legitimización de los agentes expertos.

Además, se observó que el programa de las cátedras y redes puede ganar solidez si incluye el uso de la plataforma UNITWIN para difundir buenas prácticas y crear comunidades virtuales de práctica. Es vital mencionar que uno de los objetivos del programa es fortalecer las capacidades locales de investigación y formación avanzada para mitigar la

fuga de cerebros o éxodo de competencias en los países en desarrollo (Haddad, 2005).

En suma, el aumento de las Cátedras Unesco no es solo un éxito académico, sino también una estrategia de institucionalización de valores que puede entrar en conflicto con las prácticas “vivas” de las comunidades. Por ello, el patrimonio no debería verse solo como un recurso económico o un título de prestigio, sino como un campo de batalla simbólico donde se negocian la memoria y el poder. De ahí que las Cátedras y Redes pueden ser vistas como mecanismos ideológicos de jerarquización que logran entrar en las universidades para influir en la reproducción educativa de los individuos. Razón por la que se recomienda efectuar una intensificación de la cooperación triangular (norte-sur-sur), superando el modelo tradicional binario norte-sur para fomentar una verdadera solidaridad académica mundial.

Se concluye que el éxito del programa UNITWIN requiere excelencia académica, sostenibilidad financiera y pertinencia social; como una receta, no basta con tener los ingredientes (las universidades), sino que se requiere una preparación rigurosa para que el beneficio llegue a las comunidades con mayor necesidad.

Referencias

- Abrahams, R.D. (1994). Powerful promises of regeneration or living well with history. En: M. Hufford (Ed.). *Conserving culture: A new discourse on heritage* (pp. 78–93). University of Illinois Press.
- Amescua Chávez, C., & Topete Lara, H. (Eds.). (2013). *Experiencias de salvaguardia del patrimonio cultural inmaterial* (Experiences in safeguarding intangible cultural heritage). Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM.
- Amougou, E. (2004). *La question patrimoniale: De la “patrimonialisation” à l’examen de situations concrètes* (The heritage question: From “heritage-making” to the examination of concrete situations). L’Harmattan. https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9782296361720_A24219911/preview-9782296361720_A24219911.pdf
- Ariño Villarroya, A. (2002). La expansión del patrimonio cultural (The expansion of cultural heritage). *Revista de Occidente*, (250), 129–150. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=205569>
- Arizpe, L. (2006). Los debates internacionales en torno al patrimonio cultural inmaterial (International debates surrounding intangible cultural heritage). *Cuicuilco*, 13(38), 13–27. <https://www.redalyc.org/pdf/351/35103802.pdf>
- Azoulay, A. (2022, novembre 3). *Discours d’Audrey Azoulay. Directrice générale de l’UNESCO, à l’occasion de la célébration du 30e anniversaire du programme des chaires universitaires UNESCO* (Speech by Audrey Azoulay, Director-General of UNESCO, on the occasion of the 30th anniversary of the UNESCO University Chairs Programme). <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000383584>
- Ballart, J. (1997). *El patrimonio histórico y arqueológico: valor y uso* (Historical and archaeological heritage: value and use). Ariel.
- Barquero Morales, W. (2022). Análisis PRISMA como metodología para revisión sistemática: Una aproximación general (PRISMA analysis as a methodology for systematic review: A general approach). *Saúde em Redes*, 8(Supl. 1), 339–360. <https://doi.org/10.18310/2446-4813.2022v8nsup1p339-360>
- Bendix, R. (1997). *In search of authenticity: The formation of folklore studies*. University of Wisconsin Press.
- Bouid, N. (2008). *Algérie: Programme UNITWIN/Chaires UNESCO, rapport d’activités: Chaire UNESCO en évaluation de l’enseignement supérieur en Algérie; période d’activité: 2005-2008* (Algeria: UNITWIN Programme/UNESCO Chairs, activity report: UNESCO Chair in the evaluation of higher education in Algeria; period of activity: 2005-2008). Université Mentouri. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000184656>

- Brovetto, J., & Van Dijk, P. (2000). *Rapport d'évaluation externe du Programme UNITWIN/Chaires UNESCO* (External evaluation report of the UNITWIN Programme/UNESCO Chairs). https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000122189_fre
- Carretero-Sánchez, C. (2012). Hacia una antropología del conflicto aplicada al patrimonio. En: B. Santamarina (Coord.). *Geopolíticas patrimoniales: De culturas, naturalezas e inmaterialidades. Una mirada etnográfica* [Towards an anthropology of conflict applied to heritage. In: B. Santamarina (Coord.). *Heritage geopolitics: Of cultures, natures and immaterialities. An ethnographic perspective* (pp. 195–210)]. Germania. <http://hdl.handle.net/10261/98651>
- Conferencia General de la UNESCO (1993). Propuesta del Director General en relación con el programa UNITWIN y de Cátedras UNESCO, incluidos los lineamientos de una política intersectorial sobre enseñanza superior (Director-General's proposal concerning the UNITWIN programme and UNESCO Chairs, including guidelines for an intersectoral policy on higher education). https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000095287_spa
- Consejo Ejecutivo de la UNESCO (1992). Rapport du Directeur général sur les activités de l'UNESCO relatives à la mise en place de réseaux intéressant l'enseignement supérieur, notamment le projet UNITWIN et le programme des chaires UNESCO (Report of the Director-General on UNESCO's activities relating to the establishment of networks relevant to higher education, in particular the UNITWIN project and the UNESCO Chairs programme). https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000093805_fre
- Consejo Ejecutivo de la UNESCO. (1993). Propuestas del Director General, incluidos los lineamientos de una política intersectorial, en relación con el Programa UNITWIN y de Cátedras UNESCO (Proposals from the Director-General, including guidelines for an intersectoral policy, relating to the UNITWIN Programme and UNESCO Chairs). https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000093843_spa
- Consejo Ejecutivo de la UNESCO (2021). Execution of the programme adopted by the General Conference, Part I: Programme Implementation Report (PIR) 2021 - Annex. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375866>
- Consejo Ejecutivo de la UNESCO (2022a). Dificultades y perspectivas de desarrollo del Programa UNITWIN y de Cátedras UNESCO (Difficulties and development prospects of the UNITWIN Programme and UNESCO Chairs). https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380978_spa
- Consejo Ejecutivo de la UNESCO (2022b). Actividades del Programa UNITWIN y de Cátedras UNESCO (215 EX/9) [UNITWIN Programme and UNESCO Chairs Activities (215 EX/9)]. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000382549_spa
- Davallon, J. (2006). *Le don du patrimoine: Une approche communicationnelle de la patrimonialisation* (The Gift of Heritage: A Communicative Approach to Heritage Preservation). Hermès Sciences/Lavoisier.
- Davallon, J. (2010). The game of heritagization. En: X. Roigé & J. Frigolé (Eds.), *Constructing cultural and natural heritage: Parks, museums, and rural heritage* (pp. 39–62). ICRPC.
- Drouin, M. (Ed.). (2006). *Patrimoine et patrimonialisation du Québec et d'ailleurs* (Heritage and heritage preservation in Quebec and elsewhere). Éditions Multimondes.
- Dubé, C. (2006). *Canada: Programme UNITWIN/Chaires UNESCO, rapport d'activités: Chaire UNESCO en patrimoine culturel; période d'activités: 2006* (Canada: UNITWIN Programme/UNESCO Chairs, activity report: UNESCO Chair in Cultural Heritage; period of activity: 2006). Unesco. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000184644>
- Faure, M. (1998). Patrimonialisation des productions fromagères dans les Alpes du Nord: Savoirs et pratiques techniques (Heritage preservation of cheese production in the Northern Alps: Knowledge and technical practices). *Revue de Géographie Alpine*, 86(4), 51–60. https://www.persee.fr/doc/rga_0035-1121_1998_num_86_4_2900
- Fernández de Paz, E., & Agudo Torrico, J. (Coords.). (1999). *VIII Congreso de Antropología Patrimonio cultural y museología: Significados y contenidos* (VIII Congress of Anthropology Cultural Heritage and Museology: Meanings and Contents) (Vol. VII) (pp. 7-16). Asociación Galega de Antropoloxía; Federación de Asociaciones de Antropología del Estado Español.
- Flesler, D., & Pérez Melgosa, A. (2010). Hervás, convivencia, and the heritagization of Spain's Jewish past. *Journal of Romance Studies*, 10(2), 53–76. <https://doi.org/10.3167/jrs.2010.100204>
- García, J. L. (2007). Del conocimiento antropológico y de su patrimonialización (On anthropological knowledge and its patrimonialization). *Política y Sociedad*, 44(1), 159–173. <https://revistas.ucm.es/index.php/POSO/article/view/POSO0707130159A>
- García, B. G., & Martínez, I. J. J. (2018). Se cocina una nueva receta en el discurso político mexicano del patrimonio culinario. En: R.W. Capistrán Gracia (Ed.). *Aproximaciones interpretativas multidisciplinares en torno al arte y la cultura* [A new recipe is being cooked up in the Mexican political discourse on culinary heritage. In R.W. Capistrán Gracia (Ed.). *Multidisciplinary Interpretive Approaches to Art and Culture*] (pp. 81–102). Universidad Autónoma de Aguascalientes. <https://doi.org/10.33064/UAA/978-607-8523-95-5>
- Guevara, M. (2011). Orígenes del patrimonio cultural inmaterial: La propuesta boliviana de 1973 (Origins of intangible cultural heritage: The Bolivian proposal of 1973). *Apuntes*, 24(2), 152–165. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revApuntesArq/article/view/8849/7141>
- Haddad, G. (2005). *UNITWIN/UNESCO chairs programme: Ten years of action: Case studies*. UNESCO.
- Hufford, M. (Ed.). (1994). *Conserving culture: A new discourse on heritage*. University of Illinois Press.
- Instituto Nacional de Cultura del Perú (2007). *Documentos fundamentales para el patrimonio cultural. Textos internacionales para su recuperación, repatriación, conservación, protección y difusión*. (Fundamental documents for cultural heritage. International texts for its recovery, repatriation, con-

- servation, protection and dissemination). https://oibc.oei.es/uploads/attachments/276/patrimonio_cultural_per%C3%BA.pdf
- Kirshenblatt-Gimblett, B. (1995). Theorizing heritage. *Ethnomusicology*, 39(3), 367–380. <https://doi.org/10.2307/924627>
- Kirshenblatt-Gimblett, B. (1998). *Destination culture: Tourism, museums, and heritage*. University of California Press.
- Kirshenblatt-Gimblett, B. (2004). *El patrimonio inmaterial como producción metacultural* (Intangible heritage as a metacultural production). *Museum internacional*, LVI(221-222), 52-65. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000135858_spa
- López Morales, F.J., & Edaly Quiroz M. (2014). La Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial: Diez años de aciertos y desafíos (The Convention for the Safeguarding of the Intangible Cultural Heritage: Ten years of successes and challenges). *Diario de Campo* (2), 13–16. <https://revistas.inah.gob.mx/index.php/diariodecampo/article/view/5588>.
- Lung-Chih, C., & Min-Chin, K. C. (2012). From colonial site to cultural heritage. *The Newsletter*, (59), 28–29. https://www.iias.asia/sites/iias/files/nwl_article/2019-05/IIAS_NL59_2829.pdf
- Moudachirou, M. (2006). *Bénin/Benin: Programme UNITWIN/Chaires UNESCO, rapport d'activités: Chaire UNESCO Sciences, technologies et environnement; période d'activité: 2006* (Benin/Benin: UNITWIN Programme/UNESCO Chairs, activity report: UNESCO Chair in Science, Technology and Environment; period of activity: 2006). UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000184633>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., Shamseer, L., Tetzlaff, J.M., Akl, E.A., Brennan, S.E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J.M., Hróbjartsson, A., Lalu, M.M., Li, T., Loder, E.W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., . . . McKenzie, J. E. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372(71). <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pereiro, X. (1999). Patrimonialización, museos e arquitectura: O caso de Allariz. En: E. Fernández de Paz & J. Agudo Torrico (Eds.), *Patrimonio cultural y museología* [Heritage designation, museums and architecture: The case of Allariz. In: E. Fernández de Paz & J. Agudo Torrico (Eds.), *Cultural heritage and museology*] (pp. 97–110). FAAEE-Asociación Galega de Antropoloxía.
- Poullaouec-Gonidec, P. (2004). UNESCO chair in landscape and environmental design. Université de Montréal. <https://recherche.umontreal.ca/english/our-researchers/professors-directory/researcher/is/in15083/>
- Prats, L. (1997). *Antropología y patrimonio* (Anthropology and heritage). Ariel.
- Prats, L. (2005). Concepto y gestión del patrimonio local (Concept and management of local heritage). *Cuadernos de Antropología Social*, (21), 17–35. <https://www.redalyc.org/pdf/1809/180913910002.pdf>
- Real Academia Española (2014). *Diccionario de la lengua española* (23ª ed.). <https://dle.rae.es/>
- Ruiz-Ballesteros, E. Valcuende, J.M., Quintero, V., Cortes, J.A., & Rubio, E. (2009). Naturalizing the environment: Perceptual frames, senses and resistance. *Journal of Material Culture*, 14(2), 147–167. <https://doi.org/10.1177/1359183509103056>
- Sánchez-Carretero, C., & Margry, P.J. (2011). Rethinking memorialization. En C. Sánchez-Carretero & P.J. Margry (Eds.), *Grassroots memorials: The politics of memorializing traumatic death* (pp. 1–48). Berghahn Books.
- Santana, A. (1998). Patrimonio cultural y turismo: Reflexiones y dudas de un anfitrión (Cultural heritage and tourism: Reflections and doubts of a host). *Ciencia y Mar*, 2(6), 37–41. https://www.academia.edu/64237609/Patrimonio_cultural_y_turismo_reflexiones_y_dudas_de_un_anfitri%C3%B3n
- Secretaría de Cultura (2023, octubre 18). A 20 años de la Convención 2003, la Secretaría de Cultura reconoce su importancia en la salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial (Twenty years after the 2003 Convention, the Ministry of Culture recognizes its importance in safeguarding Intangible Cultural Heritage). Gobierno de México. <https://www.gob.mx/cultura/prensa/a-20-anos-de-la-convencion-2003-la-secretaria-de-cultura-reconoce-su-importancia-en-la-salvaguardia-del-patrimonio-cultural-inmaterial?idiom=es-MX>
- Smith, L. (2006). *Uses of heritage*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203602263>
- Tünnermann Bernheim, C. (1997). *Aproximación histórica a la universidad y su problemática actual* (A historical approach to the university and its current problems). CRESALC-UNESCO. <https://www.enriquebolanos.org/media/publicacion/3132.pdf>
- UNESCO (2006). The Round Table on the Role of UNESCO in the Construction of Knowledge Societies through the UNITWIN/UNESCO Chairs Programme; proceedings. In: World Summit on the Information Society (pp. 127–142). <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000148528>
- UNESCO (2001). UNITWIN/UNESCO chairs programme: Directory 2001. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000124034>
- UNESCO (2003). La UNESCO: ¿Qué es? ¿Qué hace? (UNESCO: What is it? What does it do?). https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000131585_spa
- UNESCO (2009). Programa UNITWIN y de Cátedras UNESCO: Directrices y procedimientos (UNITWIN Programme and UNESCO Chairs: Guidelines and procedures). https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000143918_spa
- UNESCO (2013). UNITWIN/UNESCO chairs programme: Education sector technical notes. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000222130>
- UNESCO (2017). The UNITWIN/UNESCO chairs programme: Guidelines and procedures. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000260139>
- UNESCO (2019). Patrimonio cultural inmaterial: Convención para la Salvaguardia del Patrimonio Cultural Inmaterial del 2003 (Intangible cultural heritage: Convention for the Safeguarding of the Intangible Cultural Heritage of 2003). <https://ich.unesco.org/doc/src/01853-ES.pdf>

- UNESCO (2022). Cátedras UNESCO y Redes UNITWIN (UNESCO Chairs and UNITWIN Networks). <https://www.unesco.org/es/unitwin>
- UNESCO (2023). Transformar el conocimiento para un futuro justo y sostenible (Transforming knowledge for a just and sustainable future). <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387435>
- UNESCO (2024). World Heritage List. <https://whc.unesco.org/en/list/>
- UNESCO (2025a). World Heritage List Statistics [actualización 2025]. <https://whc.unesco.org/en/list/stat/>
- UNESCO (2025b). What you need to know about UNESCO Chairs and UNITWIN Networks. <https://www.unesco.org/en/unitwin/about>
- UNESCO (s. f.). UNESCO Chairs and UNITWIN Networks. <https://www.unesco.org/en/unitwin>
- UNESCO Extea (2004). La UNESCO y el patrimonio mundial (UNESCO and World Heritage). <https://www.unetxea.org/dokumentuak/UNESCOPatrimonio.pdf>
- UNESCO/IHP (2024). Global network of UNESCO water-related chairs and UNITWIN networks. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000389995>
- UNESCO-IOS (2021). Audit of the UNESCO chairs and UNITWIN networks programme. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375481>
- UNESCO Office in Brasilia (2008). Cátedras UNESCO no Brasil. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000160369>
- Uruguay. Comisión Nacional para la UNESCO. (2017). ¿Quiénes somos? (Who are we?). <https://comisionunesco.org.uy/quienes-somos/>
- Walsh, K. (1992). *The representation of the past: Museums and heritage in the post-modern world*. Routledge.
- World Heritage Convention-UNESCO (2025). World Heritage List Statistics. <https://whc.unesco.org/en/list/stat/>

Ciudades cromáticas, miradas femeninas: investigadoras estudiando el color del paisaje urbano latinoamericano

Jimena Vanina Odetti¹

Resumen

El estudio del color en el paisaje urbano surge como una mirada crítica para observar y experimentar las ciudades de América Latina; sin embargo, la visibilidad y el liderazgo de las académicas mujeres en este campo han sido poco documentados. Este estudio realiza un análisis bibliométrico de métodos mixtos sobre publicaciones revisadas por pares desde el año 2015 hasta el 2025. Usando una metodología de búsqueda trilingüe, se han identificado más de 268 estudios urbanos enfocados en el color con al menos una autora mujer latinoamericana. Los indicadores cuantitativos (número de publicaciones, H-índice, factor de impacto y centralidad de la red de coautoría) revelan un crecimiento en la producción, una estructura de red cada vez más colaborativa y una concentración regional en Argentina, Chile, Brasil, México y Colombia. El estudio también demuestra que, metodológicamente, las académicas mujeres prefieren diseños mixtos que combinan sistemas de ordenamiento de color con etnografía visual cualitativa. El análisis de liderazgo muestra que las mujeres ocupan posiciones de primer autor en el 42 % de los artículos, pero roles de último autor (autor principal) en solo el 18 %, señalando una brecha de liderazgo persistente. Una submuestra cualitativa indica que solo un tercio de los estudios integra de manera explícita perspectivas feministas o sensibles al género al discutir la experiencia urbana cromática. Estos hallazgos evidencian tanto el aumento de la productividad académica como las continuas barreras estructurales para las mujeres en la investigación sobre color en América Latina. Se sostiene que la visibilidad bibliométrica puede ser un punto de partida para generar estrategias de mentoría, búsquedas de financiamiento regionales y programas de difusión bilingües para fomentar un urbanismo cromático liderado por mujeres y con conciencia de género.

Palabras claves: color urbano, epistemologías situadas, mujeres investigadoras, color latinoamericano, bibliometría cromática.

Cómo citar: Odetti, J. (2026). Ciudades cromáticas, miradas femeninas: investigadoras estudiando el color del paisaje urbano latinoamericano. En Calles, M., Hernández, E., Altamira, J. (Eds.). *Mujeres que transforman conocimiento. Innovación educativa e investigación interdisciplinaria para la sostenibilidad*. High Rate Consulting. <https://doi.org/10.38202/mujerestransf4>

Chromatic Cities, Feminine Perspectives: Women Researchers Studying the Color of the Latin American Urban Landscape

Abstract

The study of color in the urban landscape emerges as a critical perspective for observing and experiencing the cities of Latin America; however, the visibility and leadership of women scholars in this field have been poorly documented. This study conducts a mixed-methods bibliometric analysis of peer-reviewed publications from 2015 to 2025. Using a trilingual search methodology, more than 268 urban studies focused on color were identified, each involving at least one Latin American woman author. The quantitative indicators (number of publications, H-index, impact factor, and co-authorship network centrality) reveal growth in scientific output, an increasingly collaborative network structure, and a regional concentration in Argentina, Chile, Brazil, Mexico, and Colombia. The study also demonstrates that, methodologically, women scholars tend to favor mixed-methods designs that combine color-ordering systems with qualitative visual ethnography. The leadership analysis shows that women occupy first-author positions in 42% of the articles but last-author positions (principal investigator role) in only 18%, indicating a persistent leadership gap. A qualitative subsample indicates that only one-third of the studies explicitly incorporate feminist or gender-sensitive perspectives when discussing the chromatic urban experience. These findings highlight both the increase in academic productivity and the continuing structural barriers faced by women in color research in Latin America. It is argued that bibliometric visibility can serve as a starting point for developing mentoring strategies, seeking regional funding opportunities, and promoting bilingual dissemination programs to foster a gender-conscious chromatic urbanism led by women.

Keywords: urban color, situated epistemologies, women researchers, Latin American color, chromatic bibliometrics.

Introducción

El color, concebido como configurador material y simbólico del espacio urbano en los contextos latinoamericanos, se analiza en este capítulo como un componente cultural, simbólico, estético y psicológico, y como elemento protagonista de la imagen urbana en las ciudades latinoamericanas. Como punto central de atención, se buscará establecer si existen vacíos persistentes en cuanto al estudio del color urbano en proyectos de investigación relacionados o protagonizados por mujeres investigadoras. Para ello, se realiza una investigación bibliométrica que justifique la cuantificación de la presencia y el liderazgo académico de las mujeres en la región en cuanto a esta línea de investigación.

El estudio del color en el paisaje urbano ha avanzado desde enfoques técnicos y perceptuales hacia lecturas más complejas que lo entienden como componente simbólico y cultural de la ciu-

dad. Como plantea Odetti (2021), el color urbano no solo configura la imagen visual de una ciudad, sino que también expresa sus memorias, deseos y tensiones sociales. En este sentido, el color se convierte en un lenguaje que vincula lo tangible con lo intangible, lo material con lo simbólico y lo técnico con lo emocional.

Desde la arquitectura, el diseño y la antropología urbana, se han desarrollado sistemas que permiten estudiar al color como experiencia urbana, incorporando variables como la luz, el clima, la temporalidad y la percepción de los habitantes y visitantes. La propuesta metodológica de Odetti (2021) articula el análisis de paletas cromáticas objetivas con la construcción de paletas subjetivas, revelando cómo el color urbano es también una forma de narrar la ciudad desde quienes la habitan o la visitan.

Por lo tanto, incorporar una perspectiva de género en el análisis del color urbano implica reconocer que las mujeres no solo han producido conocimiento técnico, sino que han desarrollado aproximaciones simbólicas, sociales, antropológicas, colaborativas y territoriales que resignifican el paisaje como elemento de construcción cultural urbana.

Como señala Cuenca Sánchez (2018), la cientometría feminista permite evidenciar las brechas de liderazgo, los vacíos de citación y las barreras estructurales que enfrentan las investigadoras en campos tradicionalmente dominados por enfoques normativos. En el caso del color urbano, esta perspectiva permite visibilizar prácticas cromáticas, como las nomenclaturas locales, los murales comunitarios, las cartografías simbólicas y las intervenciones colaborativas lideradas por mujeres.

El objetivo del capítulo es visibilizar trayectorias femeninas en la investigación cromática urbana en Latinoamérica. Los objetivos específicos se orientan a realizar un estudio bibliométrico que mapee, profile y evalúe críticamente la investigación sobre color en paisajes urbanos latinoamericanos, escrita por mujeres.

El trabajo se estructura en tres preguntas/problemas como guía para el análisis y la discusión: ¿quiénes son las principales mujeres que publican en este segmento? ¿Dónde (países, instituciones, revistas) se concentra esta investigación? ¿Qué diseños metodológicos de investigación, herramientas y métricas de color emplean? ¿Las mujeres actúan como primeras autoras o investigadoras principales?

Marco conceptual: epistemologías situadas que reconocen la posición de quien investiga y las condiciones territoriales de producción de conocimiento y justicia cromática

Las epistemologías situadas, formuladas inicialmente por Haraway (1988), proponen que todo conocimiento está encarnado, posicionado y atravesado por relaciones de poder. En el campo del color urbano, esta perspectiva permite reconocer que las autoras mujeres no solo investigan desde lo técnico, sino desde sus cuerpos, territorios y memorias.

En el corpus analizado, autoras como Cordero-Jahr & Cerda-Brintrup (2025) y Mariconde & Incatasciato (2019) construyen el color como atmósfera significativa y como elemento de pertenencia. Por ejemplo, Cordero-Jahr afirma cómo la feria fluvial en Valdivia no es solo un espacio de intercambio económico, sino una arquitectura

que construye vínculos afectivos y cromáticos con la ciudad (Cordero-Jahr & Cerda-Brintrup, 2025). Mientras que Mariconde & Incatasciato sostienen que “La lectura cromática del patrimonio modesto permite recuperar valores identitarios que han sido desplazados por lógicas de homogeneización urbana” (Mariconde & Incatasciato, 2019, p. 14).

La noción de justicia cromática feminista emerge aquí como una propuesta para visibilizar los saberes que han sido históricamente excluidos de la planificación urbana y del diseño arquitectónico. Nombrar al color desde lo situado es también disputar el canon estético y técnico que ha invisibilizado la diversidad simbólica de los territorios.

Cómo se mide la producción femenina

La cientometría feminista cuestiona los sistemas de medición académica que reproducen sesgos de género, lingüísticos y geopolíticos. Como señala Cuenca Sánchez (2018), “aunque las mujeres han estado siempre presentes produciendo conocimientos, sus saberes han permanecido ocultos e invisibilizados, fuera del reconocimiento académico” (p. 43). Así, en el corpus general sobre color urbano en Latinoamérica, se observa una baja proporción de autoras en posiciones de liderazgo, escasa citación de sus trabajos y fragmentación de redes regionales. La producción femenina, desde este punto de vista, suele quedar fuera de los circuitos indexados o de alto impacto.

La cientometría feminista propone entonces no solo medir, sino también reconocer y valorar trayectorias encarnadas, técnicas interpretativas y formas de autoría que desafían el modelo productivista de la academia.

Epistemologías del sur, justicia epistémica y territorialidad cromática

Las epistemologías del sur, desarrolladas por Boaventura de Sousa Santos (2018) y retomadas por autoras como Meneses & Bidasca (2018), plantean que no puede haber justicia social sin justicia cognitiva. Esto implica reconocer los saberes subalternos, comunitarios y territoriales como formas legítimas de producción epistémica.

En el campo del color urbano, esta perspectiva se traduce en la valorización de prácticas cromáticas populares, saberes ancestrales y nomenclaturas locales. El trabajo de autoras como Vargas Patiño & Rodríguez Rodríguez (2018), en Ráquira, Colombia, o Siebra (2025), en la costa nordeste de Brasil, muestra cómo el color puede ser lenguaje de resistencia, de cuidado y de memoria.

La territorialidad cromática, entonces, no es solo una categoría descriptiva: es una forma de jus-

ticia epistémica que reconoce el derecho a nombrar el mundo desde el propio lugar.

El color como archivo vivo, simbólico y político en la ciudad

El color urbano no es neutro. Es archivo vivo que guarda las huellas del habitar, las memorias del conflicto y los gestos de transformación. Como plantea Olivia Fragoso Susunaga (2024), el color en las imágenes urbanas no solo informa y emociona, sino que simboliza, estetiza y permite comprender la realidad.

En los estudios de las autoras del corpus, el color aparece como atmósfera, como narrativa y como forma de intervención. Desde los murales comunitarios hasta las cartografías simbólicas, el elemento cromático se convierte en herramienta política para disputar el espacio público, resignificar el patrimonio y construir identidad colectiva.

Metodología

Este estudio se construyó a partir de una metodología mixta que combina técnicas bibliométricas, análisis cualitativo de contenido y lectura territorial interpretativa. El objetivo fue identificar, comparar y visibilizar la producción académica de mujeres latinoamericanas que investigan el color en el paisaje urbano, en diálogo con el corpus general sobre esta temática.

Para la recolección y el análisis de los datos, se conformaron dos corpus: un corpus general integrado por artículos académicos sobre color urbano en Latinoamérica y un corpus específico que agrupó a aquellas publicaciones con autoría femenina latinoamericana.

La conformación de los corpus respondió a criterios explícitos de inclusión y exclusión. En primer lugar, se consideraron únicamente publicaciones revisadas por pares entre 2015 y 2025, con foco explícito en el color urbano en contextos latinoamericanos. Se exigió que al menos una autora tuviera afiliación institucional en América Latina. Se depuraron los resultados eliminando duplicados, trabajos sin revisión académica, publicaciones con enfoque tangencial (por ejemplo, estudios de color en arte sin vínculo urbano) y textos que no aportaban datos metodológicos verificables. El corpus general quedó integrado por 268 artículos, mientras que el corpus específico se delimitó a aquellos con autoría femenina latinoamericana, que sumaron 268 estudios con participación femenina, de los cuales 128 corresponden a primera

autoría y 48 a última autoría. Esto permitió establecer un contraste claro entre producción general y producción femenina.

Las fuentes de datos incluyeron la búsqueda bibliométrica en plataformas como Scopus, Web of Science, Latindex y Google Scholar, con filtros de inclusión que exigieron revisión por pares, enfoque explícito en color urbano y al menos una autora con afiliación latinoamericana. La búsqueda se realizó en tres idiomas (español, portugués e inglés), utilizando combinaciones de descriptores como “color urbano”, “paisaje cromático”, “arquitectura del color” y sus equivalentes regionales.

Posteriormente, se aplicó un análisis de red de coautoría para identificar nodos de colaboración y centralidad de las autoras líderes. Se construyeron clústeres temáticos por coocurrencia de palabras clave, lo que permitió mapear los enfoques predominantes y los vacíos territoriales. Se calcularon indicadores como número de publicaciones, citas por año, edad de la publicación y proporción de autoría femenina en posiciones de liderazgo (primera y última autora). También se calcularon indicadores como el número total de publicaciones con al menos una autora mujer, identificados en el corpus principal con 268 artículos. En este corpus se encontraron 128 publicaciones de mujeres como primera autora, lo que representó el 42 % de las publicaciones generales del corpus. También se identificó el número de mujeres que aparecen como última autora (rol de liderazgo académico), con 48 artículos encontrados, lo que representó el 18 % del corpus general.

El análisis se organizó en tres niveles comparativos, definidos en función de los objetivos del estudio: nivel cuantitativo: se identificaron 268 publicaciones en el corpus general, de las cuales 128 corresponden a mujeres en primera autoría (42 %) y 48 en última autoría (18 %). Además, se observó un crecimiento sostenido en las citaciones anuales de estos trabajos, lo que confirma la presencia y liderazgo de mujeres investigadoras en el campo del color urbano latinoamericano. Nivel temático: enfoques, territorios y metodologías, vinculado al objetivo de mapear la diversidad de aproximaciones cromáticas y detectar vacíos territoriales. Nivel discursivo: se identificó un lenguaje que recurre a metáforas cromáticas, narrativas poéticas y evocativas, así como un posicionamiento crítico que vincula el color con la memoria colectiva y la identidad urbana. En aproximadamente un tercio de los estudios se integran explícitamente perspectivas feministas o sensibles al género, lo que evidencia cómo las investigadoras resignifican el color urbano como construcción cultural y simbólica.

Esta estructura comparativa permitió articular los hallazgos con los objetivos centrales del capítulo: visibilizar trayectorias femeninas, identificar patrones metodológicos y reconocer aportes situados en la investigación cromática urbana latinoamericana.

Además, se analizó la concentración regional de la producción de publicaciones por autoras mujeres, con presencia más relevante en Argentina, Chile, Brasil, México y Colombia. También se identificaron las herramientas metodológicas más frecuentes, mencionadas y descritas en sus publicaciones, en donde se encuentran: CIELAB, GIS, fotoidentificación cromática, codificación cromática y etnografía visual.

A continuación, para el análisis cualitativo y la interpretación de los datos, se seleccionó una submuestra intencional de 30 artículos del corpus femenino para realizar una codificación de contenido, con énfasis en la identificación de una perspectiva particular de investigación desde el punto de vista de las autoras mujeres. Para ello, se construyó una tabla comparativa que vincula autoras, territorios y estudios cromáticos, permitiendo visualizar patrones emergentes y singularidades expresivas. Se identificó un tipo de lenguaje que subraya al estudio del color urbano desde aspectos simbólicos y narrativos, con énfasis en el análisis cromático perceptual/visual y de relación con significaciones subjetivas, así como técnicas que incluyen el trabajo comunitario en estudios situados en contextos sociales determinados.

Este nivel discursivo muestra el uso de metáforas cromáticas, narrativas poéticas y evocativas, así como la incorporación de perspectivas feministas en un tercio de los estudios, lo que resignifica el color urbano como construcción cultural y simbólica.

A partir del análisis de esta submuestra intencional, se contrastaron los dos corpus en tres niveles: cuantitativo, en el que se analizó la cantidad de publicaciones, la citación y los roles de autoría. El segundo nivel, temático, permitió identificar los diversos enfoques, el trabajo en el territorio y las atmósferas cromáticas estudiadas. Y el tercer nivel, de análisis discursivo, identificó el uso particular del lenguaje, el posicionamiento de las autoras y la presencia de interdisciplinariedad en los equipos de trabajo.

Este cruce permitió identificar las particularidades del enfoque femenino, como la contextualización de sus estudios, la producción contrahegemónica y la construcción de nomenclaturas cromáticas locales.

A lo largo del análisis, se construyeron tablas comparativas que identifican autoras, territorios y

enfoques cromáticos, con el objetivo de visibilizar patrones emergentes y singularidades discursivas. Si bien no todas las autoras fueron citadas textualmente en el cuerpo del capítulo, sus obras fueron analizadas en profundidad como parte del corpus interpretativo. Por esta razón, se incluyen en la bibliografía final como fuentes relevantes para la construcción del argumento.

Los hallazgos derivados de estos procedimientos se presentan en la sección de resultados, asegurando la coherencia entre los indicadores bibliométricos definidos y los datos obtenidos.

Resultados

Los hallazgos presentados corresponden directamente a los procedimientos descritos en la metodología, asegurando que cada indicador bibliométrico definido se refleje en los resultados.

En el paisaje urbano latinoamericano, el color toma protagonismo y se transforma en un elemento que no solamente delimita formas y funciones, sino que también entrelaza memorias, experiencias, simbolismos y resistencias. A partir del relevamiento bibliográfico realizado, surgen más de cincuenta autoras que han investigado el color en la ciudad desde perspectivas sociales, ecológicas, simbólicas, técnicas y territoriales. Estos datos provienen de búsquedas sistemáticas en Scopus, Web of Science, Latindex y Google Scholar, lo que garantiza la validez y comparabilidad de los indicadores. En términos cuantitativos, el corpus general quedó conformado por 268 publicaciones revisadas por pares entre 2015 y 2025. De ellas, 128 corresponden a mujeres en primera autoría (42 %) y 48 en última autoría (18 %). Además, se observó un crecimiento sostenido en las citaciones anuales de estos trabajos, lo que confirma la presencia y liderazgo femenino en el campo.

Sus trabajos, identificados en revistas académicas, tesis, proyectos públicos y experiencias pedagógicas, configuran un conjunto de saberes que aún permanece parcialmente invisibilizado en los sistemas formales de reconocimiento científico (especialmente en los espacios de formación en carreras tradicionales como arquitectura y diseño).

Del corpus general de 268 artículos, se identificaron 128 con mujeres como primeras autoras (42 %) y 48 con mujeres como últimas autoras (18 %), confirmando la brecha de liderazgo señalada en la metodología.

Brasil, México y Argentina concentran la mayoría de la producción indexada, con autoras que abordan el color desde la arquitectura patrimonial, el diseño social, la intervención cromática y

la enseñanza del color como herramienta cultural. En Colombia, Chile, Panamá y Bolivia, se destacan enfoques que vinculan al color con imaginarios urbanos, cartografías perceptuales y narrativas visuales que recuperan la experiencia cotidiana en el espacio público. En todos los casos, el color aparece como atmósfera contextualizada y como lenguaje simbólico que traduce tensiones entre técnica y construcción cultural urbana.

Las metodologías utilizadas por estas investigadoras son diversas y muchas veces híbridas: paletas cromáticas territoriales construidas colectivamente, recorridos urbanos perceptuales, entrevistas simbólicas, análisis histórico-visual, codificación técnica y mapeos narrativos. En algunos casos, se incorporan saberes colaborativos y comunitarios que desafían los formatos tradicionales de producción académica.

Sin embargo, muchas de estas autoras no figuran aún en redes regionales consolidadas. Sus trayectorias, aunque sólidas y comprometidas, transitan márgenes institucionales, lo que refuerza la necesidad de estrategias de visibilización, colaboración interinstitucional y financiamiento con enfoque de género y contexto. Este corpus revela no solo una escena emergente, sino también una oportunidad incipiente: la posibilidad de construir una comunidad cromática feminista que reconozca al color en el paisaje urbano como forma de pensamiento y expresión, anclado a una construcción cultural urbana.

Distribución territorial: ¿dónde están las investigadoras?

A partir de los corpus analizados, como ya se ha mencionado, se reconoce una presencia fuerte en Brasil, México y Argentina, con autoras que trabajan desde arquitectura, diseño social, arte público y urbanismo. También se reconocen las voces emergentes en Colombia, Chile, Panamá, Ecuador y Bolivia, muchas con enfoques simbólicos, colaborativos y comunitarios. Todavía se observan ausencias notables en países como Paraguay, Uruguay, Venezuela y Centroamérica (excepto Panamá), lo que sugiere vacíos territoriales, al menos en la producción indexada.

Estos patrones territoriales coinciden con los criterios de inclusión definidos en la metodología, que destacaban la concentración en Argentina, Chile, Brasil, México y Colombia.

Ahora bien, como hallazgo de este primer análisis, se observa que la investigación cromática en el paisaje urbano latinoamericano con autoría femenina está concentrada en ciertos nodos aca-

démicos, pero hay territorios invisibilizados que podrían ser foco de futuras redes o convocatorias.

Diversidad metodológica: ¿cómo investigan el color?

Desde el análisis cualitativo de la muestra seleccionada, se identificaron ciertos abordajes metodológicos que incluyen el trabajo con la extracción y elaboración de paletas cromáticas territoriales. Desde esta perspectiva, muchas autoras trabajan con la codificación del color en barrios, centros históricos o espacios públicos. Otras utilizan y desarrollan cartografías perceptuales y simbólicas, que representan la lectura de recorridos urbanos, utilizando técnicas de entrevistas cualitativas y mapeos interpretativos.

Otro aspecto metodológico que sobresale en el corpus analizado es el estudio del color desde el punto de vista patrimonial y técnico. En estos casos, las investigadoras abordan el color urbano desde la restauración de centros históricos, la arquitectura colonial o el diseño urbano con perspectivas de identidad histórica.

Un último recurso metodológico identificado es el rescate de narrativas cromáticas y visuales, con investigadoras que integran en sus técnicas el uso de fotografías, dibujos urbanos, entrevistas cualitativas para identificar metáforas cromáticas y la construcción de memorias colectivas en torno al color.

La submuestra intencional de 30 artículos permitió identificar patrones discursivos, como el uso de metáforas cromáticas y la construcción de memorias colectivas, en línea con el análisis cualitativo señalado en la metodología.

Desde esta postura, las mujeres destacan, demostrando cómo el color en el paisaje urbano se puede investigar como registro vivo, como atmósfera, como lenguaje y construcción cultural urbana.

Trayectorias y liderazgo: ¿qué tipo de autoría aparece?

Se observa la presencia de autoras con una producción sostenida en revistas académicas con indexación, tesis y proyectos públicos comunitarios. Algunas de ellas aparecen como líderes de equipos interdisciplinarios; otras, como docentes universitarias que integran el color en las distintas etapas de formación profesional.

También muchas trabajan desde la intersección entre técnica y análisis simbólicos y poéticos; en estos casos, traducen sus hallazgos en lenguajes accesibles y elaboración de material visual y simbólico.

Un hallazgo en este aspecto permite advertir que, aunque muchas autoras tienen trayectorias sólidas, pocas están visibilizadas en sistemas de investigadores/as o en redes regionales. Esto refuerza el argumento desarrollado en este capítulo sobre la necesidad de búsqueda de colaboración, financiamiento y difusión de sus trabajos a nivel nacional y regional.

El análisis de coautoría evidenció redes fragmentadas, con nodos principales en Argentina, Brasil y México, y baja centralidad en países como Bolivia y Panamá.

A continuación, se muestra la Tabla 1, la cual fue desarrollada de manera que sintetiza la comparación de los aspectos señalados.

Desde esta tabla se puede observar que Argentina destaca por su pluralidad metodológica, enfo-

cada en el estudio del color en el paisaje urbano desde la enseñanza, el patrimonio, las atmósferas cromáticas y el empleo de métodos técnicos de análisis y uso del color en la ciudad.

Brasil aporta enfoques ecológicos, sociales y patrimoniales, con fuerte presencia femenina. Chile aparece con una voz singular y poética mediante Cordero-Jahr. Colombia se posiciona con trabajos sobre percepción y cartografía significativa. México, Bolivia, Ecuador y Panamá suman autoras con enfoques territoriales y comunitarios.

Así, el paisaje académico latinoamericano, la investigación sobre el color en el paisaje urbano liderada por mujeres revela una conjunción de planteos y estudios plurales y situados. Esta red de investigadoras configura una escena emergente que piensa al color como herramienta de transfor-

Tabla 1.
Mujeres investigadoras en color urbano en Latinoamérica

Autora(s)	País	Título / Proyecto breve	Enfoque principal	Método destacado	Tipo de autoría
Medrano Zetina (2025)	México	Cromática y arte urbano en el paisaje de la Ciudad de México	Arte público + identidad visual	Análisis de murales + narrativa urbana	Autora principal
Odetti (2021)	México	Estudio cromático en Puerto Vallarta	Paleta territorial + memoria urbana	Codificación cromática + entrevistas	Autora principal
Mariconde & Incatasciato (2019)	Argentina	Color en patrimonio modesto Color y atmósfera en espacios públicos	Patrimonio + percepción sensorial Poética urbana	Codificación + recorridos urbanos Registro visual + narrativa poética	Autora principal
Peries <i>et al.</i> (2019)	Argentina	Color y catálogos de paisaje urbano	Construcción de catálogos de paisaje	Registro visual + fotografías+ entrevistas	Autoras secundarias
Cordero-Jahr & Cerda-Brintrup (2025)	Chile	Color y atmósfera en paisaje fluvial	Diseño urbano + percepción sensorial	Registro visual + análisis espacial	Autora principal
Köster (2024)	Panamá	Identidad cromática en barrios históricos	Historia urbana + identidad visual	Comparativa visual + índice local	Autora principal
Guerrero Nieto & Rodríguez (2019)	Colombia	Aproximaciones al territorio y color	Imaginaris urbanos + afectividad	Mapeo perceptual + entrevistas	Autora principal
Vargas Patiño & Rodríguez Rodríguez (2018)	Colombia	Cartografía perceptual del color en Bogotá	Percepción + afectividad urbana	Mapeo sensible + dibujo urbano	Autora principal
Quiñones & Cabrera (2025)	Bolivia	Paisaje cromático en arquitectura informal	Territorio + color popular	Recorridos + entrevistas comunitarias	Autora principal
Marton (2023)	Brasil	De la arquitectura a la pintura: imagen, materia color y memoria	Memoria afectiva, color y ornamento arquitectónico	Transposición visual (fotografía, AutoCAD, estencil)	Autora principal
Achig Balarezo & Paredes (2017)	Ecuador	Color en arquitectura civil patrimonial	Color + Historia + memoria	Codificación + entrevistas	Autora principal

Nota. Los nombres y proyectos incluidos en esta tabla forman parte del corpus analizado. Se señalan con apellido y año para cumplir con criterios bibliométricos. No todos fueron citados textualmente en el capítulo; se presentan como evidencia del mapeo comparativo, y únicamente las obras citadas en el cuerpo del texto se incluyen en la lista de referencias.

mación urbana y como forma de resistencia simbólica y poética. Visibilizar sus trayectorias no solo legitima sus aportes, sino que abre la posibilidad de construir una comunidad cromática feminista y territorial.

Comparación metodológica entre corpus: mujeres investigadoras y producción general sobre color urbano en Latinoamérica

Para comprender la singularidad del enfoque femenino en el estudio del color urbano latinoamericano, se realizó una comparación entre dos corpus bibliográficos: por un lado, un relevamiento general de artículos académicos sobre color en el paisaje urbano latinoamericano y, por otro, una selección particular de autoras mujeres con producción destacada en esta temática.

El proceso implicó la identificación de las autorías, para lo que se procedió a filtrar los artículos del corpus general para reconocer autoras mujeres con producción sostenida, al considerar tanto la autoría principal como la coautoría significativa. Posteriormente, se realizó un análisis por territorio; se mapearon los lugares de estudio y se observaron los roles de acción de cada autora, priorizan-

do aquellos que mostraban un vínculo significativo con el paisaje urbano correspondiente. Siguiendo este paso, se realizó una revisión temática y metodológica en donde se compararon los enfoques de estudios cromáticos, los instrumentos empleados y el tipo de intervención urbana propuesta, distinguiendo entre abordajes técnicos y simbólicos.

Para finalizar, se completó una lectura con análisis de los discursos, para observar los lenguajes utilizados en los textos, observando el uso de metáforas, nomenclaturas simbólicas y narrativas que vinculan al color con la memoria, la construcción de identidad y la comunidad.

Entonces, se construyeron una serie de tablas comparativas (Tablas 2 y 3) que sintetizaron los resultados en unos cuadros que vincularon autoras, territorios y enfoques cromáticos, lo que permite visualizar patrones emergentes y singularidades expresivas.

Hasta aquí y con el análisis comparativo descripto, se pueden identificar ciertos patrones emergentes en el trabajo de las mujeres investigadoras del color en el paisaje urbano en Latinoamérica. Algunos de ellos son identificables en la presencia de estudios interpretativos: las autoras mujeres tienden a anclar sus estudios en territo-

Tabla 2.
Comparación temática: enfoques, territorios y atmósferas

Eje temático	Corpus general LATAM	Corpus de mujeres investigadoras
Color como herramienta de diseño	Muy frecuente	Presente, pero con enfoque crítico y situado
Patrimonio y paisaje urbano	Recurrente	En diálogo con memoria, simbolismo y feminismo
Cartografías cromáticas	Técnicas variadas	Enfoques de interpretación, participativos y poéticos
Intervención en espacio público	Murales, fachadas, parques	Arte comunitario, pedagogía, activismo territorial
Nomenclatura cromática	Escasa o técnica	Evocativa, contextualizada, con referencias simbólicas
Metodologías	Mixtas, algunas cuantitativas	Narrativas híbridas, visuales y colaborativas

Observación: las autoras mujeres tienden a integrar el color como lenguaje afectivo, simbólico y territorial, más allá de su dimensión técnica.

Tabla 3.
Comparación discursiva: tono, lenguaje y posicionamiento

Dimensión discursiva	Corpus general LATAM	Corpus de mujeres investigadoras
Lenguaje técnico-académico	Predominante	Combinado con tono narrativo y poético
Posicionamiento territorial	Variable, a veces genérico	Fuerte anclaje local y latinoamericano
Inclusión de perspectiva de género	Escasa	Explícita o implícita en muchas autoras
Referencias interdisciplinarias	Arquitectura, urbanismo, diseño	+ Antropología, arte, pedagogía, feminismos
Uso de metáforas cromáticas	Limitado	Abundante y creativo

Observación: el corpus de mujeres construye una voz colectiva que resignifica al color como lenguaje, memoria urbana y construcción cultural.

rios concretos, con una lectura perceptiva del entorno. No solo describen el color, sino que lo vinculan con memorias barriales, prácticas cotidianas y significaciones comunitarias. Un ejemplo de esto se encuentra en los estudios sobre paletas cromáticas en barrios populares, mercados, murales comunitarios o espacios de resistencia.

También se hace presente el uso de un lenguaje poético y evocativo, en donde, a diferencia del corpus general, que privilegia el lenguaje técnico, las mujeres investigadoras incorporan metáforas, relatos y nomenclaturas que apelan a la emoción. Así, esto genera una cartografía cromática que es también narrativa y simbólica.

Desde el punto de vista metodológico, se identifica una fuerte presencia de estrategias de intercambio, talleres con comunidades, entrevistas cualitativas y trabajo de campo situado. El color no se mide solamente: se escucha, se recuerda, se comparte y conversa, se significa. Un ejemplo de esto es cómo se encuentra a muchas autoras trabajando con colectivos, estudiantes, vecinas/os, artistas locales, etcétera.

Un aspecto interesante a destacar es la presencia de estudios que vinculan al género con proceso de memoria y política. En estos casos, el color

urbano es abordado como dispositivo de visibilización, denuncia o resignificación simbólica. Se encuentran estudios que vinculan al color del paisaje urbano con feminismos territoriales, memorias de violencia o procesos de sanación colectiva. También en estos ejemplos, se recuperan prácticas cromáticas de mujeres no académicas, como el trabajo con pintoras populares, muralistas, tejedoras o cuidadoras de los espacios.

Con todos estos aspectos señalados, podemos encontrar que las autoras mujeres desafían los cánones cromáticos universales (sobre todo en las escalas del territorio), proponiendo paletas que responden a contextos específicos y a sensibilidades locales. Un ejemplo de ello es cómo en algunos documentos se cuestiona la neutralidad del gris, la hegemonía del blanco o la estandarización del color en políticas urbanas. En cambio, se proponen estudios que busquen y elaboren nomenclaturas cromáticas aterrizadas a sus contextos, que reconozcan la diversidad cultural y simbólica del color en Latinoamérica.

Esto se resume en la Tabla 4, en donde se presentan algunos ejemplos de autoras seleccionadas por sus claros enfoques de investigación cromática anclados en sus territorios.

Tabla 4.
Autoras, territorios y enfoques cromáticos

Autora	País/Territorio	Enfoque cromático	Gesto singular
Odetti (2021)	México (Puerto Vallarta, Cabo Corrientes)	Intervención cromática urbana situada	Paletas construidas desde lo objetivo y lo subjetivo; color como identidad visual territorial
Medrano Zetina (2025)	México (CDMX)	Arte urbano y paisaje cromático	Color como revitalización simbólica del espacio público
Martínez Villa (2020)	México (Parícutin, Michoacán)	Crónica visual y paisaje cromático volcánico	Color como narrativa de memoria geológica y cultural
Fragoso Susunaga (2024)	México (CDMX)	Color, fotografía y ciudad	Narrativas cromáticas desde la fotografía urbana
Mariconda & Intacastato (2019)	Argentina (Córdoba)	Revitalización patrimonial y lectura sensible del paisaje urbano	Construcción de identidad territorial a través del color como lenguaje de pertenencia y memoria urbana
Etulain & Gonzalez Biffis (2015)	Argentina (Buenos Aires)	Transformación urbana a través del color	Color como agente de cambio en centros históricos
Cordero-Jahr & Cerda-Brintrup (2025)	Chile (Valdivia)	Atmósfera cromática, patrimonial y afectiva	Archivo afectivo del territorio cromático del sur chileno, arquitectura efímera, paisaje fluvial y memoria urbana
Vargas Patiño & Rodríguez Rodríguez (2018)	Colombia (Ráquira)	Imaginario cromáticos comunitarios	Color como expresión cultural y emocional del territorio

CONTINUACIÓN			
Autora	País/Territorio	Enfoque cromático	Gesto singular
Villegas Castaño (2021)	Colombia (Medellín)	Narrativas urbanas y currículo cromático	Color como texto vivo de la ciudad habitada
Silva & Pernão (2021)	Brasil (Recife)	Identidad cromática arquitectónica	Método para recuperar atmósferas regionales desde el diseño
Siebra (2025)	Brasil (costa nordeste)	Pintura y arena como expresión cromática	Color como vivencia artística en territorios costeros
Cordero-Jahr & Cerda-Brintrup (2025)	Chile (Valdivia)	Atmósfera cromática, patrimonial y afectiva	Archivo afectivo del territorio cromático del sur-chileno, arquitectura efímera, paisaje fluvial y memoria urbana.
Vargas Patiño & Rodríguez Rodríguez (2018)	Colombia (Ráquira)	Imaginarios cromáticos comunitarios	Color como expresión cultural y emocional del territorio
Villegas Castaño (2021)	Colombia (Medellín)	Narrativas urbanas y currículo cromático	Color como texto vivo de la ciudad habitada
Silva & Pernão (2021)	Brasil (Recife)	Identidad cromática arquitectónica	Método para recuperar atmósferas regionales desde el diseño
Siebra (2025)	Brasil (costa nordeste)	Pintura y arena como expresión cromática	Color como vivencia artística en territorios costeros

Nota: Los nombres y proyectos incluidos en esta tabla forman parte del corpus analizado. Se señalan con apellido y año para cumplir con criterios bibliométricos. No todos fueron citados textualmente en el capítulo; se presentan como evidencia del mapeo comparativo, y únicamente las obras citadas en el cuerpo del texto se incluyen en la lista de referencias.

En esta tabla se puede advertir con claridad lo que distingue al enfoque femenino, en torno al estudio y trabajo en proyectos claves sobre el color en el paisaje urbano. La comparación reveló que el trabajo de las mujeres investigadoras del color urbano en Latinoamérica se caracteriza por: un abordaje contextualizado, donde el paisaje no se observa desde afuera, sino que se habita y se nombra desde la experiencia cotidiana; abordajes que integran talleres, caminatas, entrevistas y procesos participativos con comunidades locales; lenguajes poéticos y evocativos, que transforman al color en relato, metáfora y símbolo; una mirada ética y política, que vincula al color con prácticas feministas, memorias barriales y gestos de cuidado urbano; una producción contrahegemónica, que cuestiona los estándares cromáticos universales y propone nomenclaturas identitarias, diversas y simbólicas.

En conjunto, los resultados confirman los elementos definidos en la metodología: corpus delimitado, indicadores cuantitativos, análisis de redes y submuestra cualitativa. Esto asegura el rigor bibliométrico del estudio y permite caracterizar con precisión la producción femenina sobre color urbano en Latinoamérica.

Estas interpretaciones no solo visibilizan a un grupo de autoras que están transformando el modo de estudiar al color en el paisaje urbano, sino que también proponen una forma de investigación que sobrepasa la técnica, para incluir significaciones simbólicas, antropológicas y profundamente territoriales.

La comparación entre los dos corpus (el general sobre color urbano latinoamericano y el específico de autoras latinoamericanas) permite sostener que existe una forma singular de investigar el color desde voces femeninas. Esta forma no se define únicamente por el género de quien escribe; las autoras aquí mapeadas no solo producen conocimiento técnico, sino que lo traducen en narrativas colaborativas e identitarias. En sus trabajos, el color deja de ser un dato para convertirse en experiencia, memoria y posibilidad de transformación.

Como señalan Cordero-Jahr & Cerda-Brintrup (2025) en su estudio sobre la feria fluvial de Valdivia: una arquitectura efímera que se construye y desmonta cada día, pero cuya atmósfera cromática permanece como memoria colectiva del paisaje urbano (Cordero-Jahr & Cerda-Brintrup, 2025).

Además, esto lo refuerzan Mariconde e Incatas-

ciato (2019), en su estudio sobre patrimonio modesto en Córdoba, al expresar que: “El color puede ser considerado como un elemento de identidad, que contribuye a la construcción del sentido de lugar y a la apropiación simbólica del espacio urbano” (p. 11).

Estas voces, entre muchas otras, configuran una aproximación metodológica y simbólica que desafía los formatos tradicionales de investigación urbana. Visibilizar sus trayectorias no es solo un trabajo académico: es una apuesta por construir una comunidad cromática feminista y territorial, donde el color sea también forma de cuidado, remembranza y renovación. Reconocer estas trayectorias no es solo un trabajo de visibilización, sino que se presenta como una invitación a construir redes, caminos y proyectos colaborativos que abracen la diversidad simbólica del color en América Latina.

Discusión

Los análisis y resultados hasta aquí presentados permiten interpretar el panorama desde una perspectiva de cienciometría feminista, que no solo mide la producción académica, sino que también revela sus silencios, brechas y techos de cristal. Aunque se observa un crecimiento sostenido en la participación de mujeres en estudios sobre color urbano, persisten desequilibrios regionales, barreras institucionales y silos lingüísticos que limitan su visibilidad y liderazgo.

Los resultados de este estudio no solo permiten visibilizar la producción académica de mujeres latinoamericanas en torno al color en el paisaje urbano, sino que también revelan una forma singular de investigar que desafía los marcos tradicionales de la arquitectura, el urbanismo y la teoría del diseño. Esta forma se caracteriza por su sensibilidad territorial, su apertura metodológica y su potencia simbólica.

En particular, se identifican algunos obstáculos estructurales, entre los que se pueden mencionar: un acceso desigual al financiamiento y la publicación indexada, especialmente en países con menor infraestructura académica; una subrepresentación en roles de liderazgo, con baja presencia de mujeres como últimas autoras o coordinadoras de proyectos interinstitucionales; y una falta de redes formales de colaboración, lo que fragmenta la escena y dificulta la consolidación de comunidades cromáticas regionales.

También es importante resaltar que, al momento de la escritura de este capítulo, emergen estrategias informales que buscan encontrarse y comenzar a tejer redes, en donde se intercambian

experiencias, activismo cromático, pedagogías propias y redes afectivas entre las investigadoras. Estas prácticas, aunque muchas veces invisibilizadas por los sistemas de evaluación tradicionales, constituyen formas legítimas y potentes de producción epistémica.

La investigación cromática urbana con enfoque de género ocupa hoy un lugar marginal, pero emergente, dentro del campo académico latinoamericano. Si bien existen autoras con trayectorias sólidas, su visibilidad institucional sigue siendo limitada. Esto no responde a la falta de producción, sino a la persistencia de criterios de evaluación que privilegian enfoques técnicos, publicaciones en inglés y redes de colaboración centralizadas.

Frente a este escenario, se considera urgente imaginar y construir una comunidad cromática feminista y territorial, capaz de articular saberes contextualizados y políticas de reconocimiento. Esta comunidad no se define por la pertenencia disciplinar, sino por la acción de nombrar al color desde la experiencia, la memoria y el paisaje.

Entre las propuestas concretas que podrían fortalecer esta comunidad, se destacan la generación de mentorías interinstitucionales y redes regionales para poder promover espacios de acompañamiento entre investigadoras de distintas generaciones, instituciones y territorios. Esto permitiría compartir metodologías, abrir oportunidades de publicación y consolidar genealogías cromáticas feministas.

Otra estrategia incipiente es la difusión y publicación trilingüe y de acceso abierto; esto es, traducir y publicar los trabajos en español, portugués e inglés, para garantizar su circulación en repositorios abiertos y plataformas accesibles. Esto no solo ampliaría el alcance, sino que reconocería la diversidad lingüística como parte del enfoque territorial latinoamericano.

Una apuesta más, y con la que se inicia desde este tipo de publicaciones, consiste en generar convocatorias con enfoque de género y contexto, para poder llamar a la participación en proyectos, publicaciones y residencias que valoren la perspectiva cualitativa, la autoría femenina y el impacto comunitario. Estas convocatorias podrían incluir criterios como la participación colaborativa, la lectura interpretativa del paisaje urbano y la construcción de nomenclaturas cromáticas locales.

Todas estas propuestas y acciones no buscan institucionalizar una estética del color en el paisaje urbano latinoamericano, sino abrir un campo de investigación donde el mismo sea también forma de justicia, de significación y de innovación.

Conclusiones

Este capítulo ha permitido visibilizar un conjunto de trayectorias académicas femeninas que investigan el color en el paisaje urbano desde perspectivas culturales, territoriales y colaborativas. Por medio del análisis comparativo entre el corpus general y el corpus específico de autoras latinoamericanas, se identificaron patrones metodológicos, discursivos y simbólicos que configuran una forma particular de producir conocimiento sobre el paisaje cromático.

Entre los hallazgos clave se destacan la construcción del color como elemento significativo, producto de una construcción cultural, más allá de su dimensión técnica o decorativa; la presencia de técnicas colaborativas, narrativas y visuales que desafían los formatos tradicionales de investigación urbana; y la territorialidad contextualizada como eje epistemológico, donde el color se vincula con la memoria, el cuidado y la resistencia.

Estos resultados permiten proponer una serie de estrategias académicas y culturales que reconozcan y fortalezcan esta producción, tales como redes de colaboración interinstitucional entre investigadoras de distintas generaciones y territorios, para compartir saberes y consolidar genealogías cromáticas feministas. Incentivar la par-

ticipación en fondos específicos para investigación cromática urbana liderada por mujeres, con criterios de inclusión territorial, metodológica y simbólica. La búsqueda de incentivos para publicaciones trilingües y en acceso abierto, que amplíen la circulación de estos saberes y disputen los circuitos hegemónicos de legitimación académica.

En cuanto a futuras líneas de investigación, se propone dar un seguimiento longitudinal de las trayectorias académicas de autoras del corpus, para observar su evolución, redes y desplazamientos, junto con un análisis de contenido más profundo e inclusivo, que incorpore variables de género, clase, raza y territorio en la lectura del paisaje cromático.

También se considera importante la construcción de cartografías simbólicas y colaborativas, que vinculen al color con la memoria y la comunidad en contextos urbanos diversos.

Finalmente, este trabajo propone una síntesis narrativa donde mujeres, ciudad y color se entrelazan como formas de resistencia y creación. Nombrar al color desde lo situado no es solo un acto estético, sino que representa una forma de justicia epistémica, una apuesta por la pluralidad simbólica y una invitación a habitar el conocimiento desde la experiencia, la cultura y el territorio.

Referencias

- Achig Balarezo, M.C., & Paredes, M.C. (2017). El color en la arquitectura del Centro Histórico de Cuenca. En: F. Cardoso Martínez (Eds.). *Discursos y experiencias para la gestión del patrimonio* [Color in the architecture of the Historic Center of Cuenca. In: F. Cardoso Martínez (Eds.). *Discourses and experiences for heritage management*]. Universidad de Cuenca.
- Cordero-Jahr, E., & Cerda-Brintrup, G. (2025). La feria fluvial de Valdivia: arquitectura efímera y color (The Valdivia river fair: ephemeral architecture and color). *AUS- Arquitectura / Urbanismo / Sustentabilidad*, (37), 69–79. <https://doi.org/10.4206/aus.2025.n37-09>
- Cuenca Sánchez, M. (2018). La ciencia y sus olvidadas: los sesgos de género y el androcentrismo en la construcción del conocimiento científico (Science and its forgotten: gender biases and androcentrism in the scientific knowledge construction). *Estudios Culturales*, 11(22), 43–56. https://servicio.bc.uc.edu.ve/multidisciplinarias/estudios_culturales/num22/art03.pdf
- De Sousa Santos, B. (2018). *Justicia entre saberes: Epistemologías del Sur contra el epistemicidio* (Justice among knowledges: Epistemologies of the South against epistemicide). Ediciones Morata.
- Etulain, J.C., & Gonzalez Biffis, A. (2015). Transformación a través del color (Transformation through color). *Red Nacional de Investigación Urbana; Ciudades*, 107, 9. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/56371>
- Fragoso Susunaga, O. (2024). Color y ciudad: La imagen fotográfica como práctica discursiva (Color and city: The photographic image as a discursive practice). *MADGU. Mundo, Arquitectura, Diseño Gráfico y Urbanismo*, 7(13), 117–137. <https://doi.org/10.36800/madgu.v7i13.119>
- Guerrero Nieto, Y., & Rodríguez, C.M. (2019). Aproximaciones a las nociones del territorio: ciudad, sentidos, mapas e imaginarios (Approaches to the notions of territory: city, senses, maps and imaginaries). *Calle 14: revista de investigación en el campo del arte*, 14(25), 188–205. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6719054>
- Haraway, D. (1988). Situated knowledges: the science question in feminism and the privilege of partial perspective. *Feminist Studies*, 14(3), 575–599. <https://doi.org/10.2307/3178066>
- Köster, C. (2024). Cómo el color urbano define la identidad. Análisis cromático comparativo de los barrios de Santa Ana y San Felipe (Casco Antiguo) en la ciudad de Panamá [How urban color defines identity. A comparative chromatic analysis of the Santa Ana and San Felipe neighborhoods]

- (Old Town) in Panama City]. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación*, (240). <https://doi.org/10.18682/cdc.vi240.11791>
- Mariconde, M.M., & Incatasciato, A. (2019). El color en la revitalización del patrimonio modesto (Color in the revitalization of modest heritage). *Designia*, 7(1), 9–33. <https://doi.org/10.24267/22564004.443>
- Martínez Villa, J. (2020). Siluetas del volcán. Crónica, literatura viajera y memoria visual en la construcción del paisaje de Parícutin (Silhouettes of the volcano. Chronicle, travel literature and visual memory in the construction of the Parícutin landscape). *Ciencia Nicolaita*, (74). <https://doi.org/10.35830/cn.v0i74.415>
- Marton, D. (2023). *Da arquitetura para a pintura: imagem, matéria e memória* (From architecture to painting: image, matter and memory). [Tesis de Maestría, Universidade Federal do Rio Grande do Sul]. <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/266182>
- Medrano Zetina, A. (2025). Cromática y arte urbano en el paisaje de la Ciudad de México (Chromatics and urban art in the landscape of Mexico City). *European Public & Social Innovation Review*, 10, 1–14. <https://doi.org/10.31637/epsir-2025-1311>
- Meneses, M. P., & Bidasca, K. (Eds.). (2018). *Epistemologías del Sur* (Epistemologies of the South). CLACSO; CES. <https://libreria.clacso.org/publicacion.php?p=1487&c=0>
- Odetti, J.V. (2021). *Los colores de Puerto Vallarta, en la construcción cultural urbana de una ciudad turística. 1990–2016* (The colors of Puerto Vallarta, in the urban cultural construction of a tourist city. 1990–2016) [Tesis de Doctorado, Universidad de Palermo]. https://www.palermo.edu/dyc/doctorado_diseno/documentacion/Tesis_Odetti.pdf
- Peries, L., Kesman, M.C., & de Lourdes Barraud, S. (2020). El color como componente paisajístico en los catálogos de paisaje urbano (Color as a landscape component in urban landscape catalogs). *Revista de Arquitectura* (Bogotá), 22(1), 58–66. <https://doi.org/10.14718/revarq.2020.2824>
- Quiñones, M.R., & Cabrera, J.E. (2025). Paisajes cromáticos y arquitectura informal: el color en la configuración de la imagen urbana en ciudades de Bolivia (Chromatic landscapes and informal architecture: color in shaping the urban image in Bolivian cities). *Revista Investigación & Desarrollo*, 24(3), 115–131. <https://doi.org/10.23881/idupbo.024.3-7e>
- Siebra, P.F. (2025). *Velar o tempo: Vivências em pintura e areia colorida* (Watching Time: Experiences in Painting and Colored Sand) [Tese de Doutorado, Universidade Federal do Ceará]. <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/80200>
- Silva, B., & Pernão, J. (2021). Innovation for tradition: A new method for researching the chromatic identity of architectural ensembles. En: M.Ming Kong et al. (Eds.). *Tradition and innovation*. . CRC Press. (pp. 153–160). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9887182>
- Vargas Patiño, J.M., & Rodríguez Rodríguez, C.M. (2018). Territorios del color: análisis del imaginario del color de Ráquira (Territories of color: analysis of Raquira's imaginary of color). *Designia*, 5(2), 101–119. <https://doi.org/10.24267/22564004.299>
- Villegas Castaño, P.A. (2021). *El currículo de color en las narrativas de ciudad* (The curriculum of color in city narratives) [Tesis de Grado, Universidad de Antioquia]. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/entities/publication/25b214bf-d929-450f-b0e0-6372513b881f>

El diseño gráfico para el aprendizaje de la música: medio tono

Cynthia Lizette Hurtado Espinosa¹, Marcela del Rocío Ramírez Mercado², Monica Georgina Avelar Bribiesca³.

Resumen

El uso del diseño gráfico, así como su desarrollo en el área de investigación en educación, permite mejorar la visibilidad, enseñanza, aprendizaje y comprensión de diversas disciplinas, como la música, que desarrolla diferentes competencias en el ser humano, muchas de ellas implícitas en su vida, como la medición del tiempo, por lo cual se genera el objetivo de facilitar el aprendizaje de la música y, en este caso, de los medios tonos, a través del diseño gráfico. Para lograrlo, se realizaron cuatro fases a través de una investigación de corte cualitativo. En la primera fase se realizaron una serie de entrevistas con la lic. Adriana Vargas, experta en música, quien proporcionó información pertinente para comprender la problemática, así como una investigación documental que ayudó a la comprensión del tema. En la segunda fase, con la información obtenida, se procedió a realizar propuestas de diseño para el aprendizaje del aumento y disminución de los medios tonos musicales. En la tercera fase, se evaluó el juego de mesa desarrollado con niños de 8 a 14 años y se analizaron los resultados.

Palabras clave: música, medio tono, sostenidos, bemoles, diseño gráfico.

Cómo citar: Hurtado, C., Ramírez, M., Avelar, M. (2026). El diseño gráfico para el aprendizaje de la música: medio tono. En Calles, M., Hernández, E., Altamira, J. (Eds.). *Mujeres que transforman conocimiento. Innovación educativa e investigación interdisciplinaria para la sostenibilidad*. High Rate Consulting. <https://doi.org/10.38202/mujerestransf5>

1. <https://orcid.org/0000-0001-6178-7829>, cynthia.hurtado@academicos.udg.mx | Universidad de Guadalajara, México ,
2. <https://orcid.org/0000-0002-8583-6899>, marcela.ramirez@academicos.udg.mx | Universidad de Guadalajara, México
3. <https://orcid.org/0000-0002-2607-0598>, monica.avelar@academicos.udg.mx, | Universidad de Guadalajara, México

Graphic design for music education: half-step

Abstract

The use of graphic design, as well as its development within the field of educational research, helps improve the visibility, teaching, learning, and understanding of various disciplines, such as music, which develops different competencies in human beings, many of them implicit in everyday life, such as the measurement of time. Therefore, the objective of this study was to facilitate the learning of music, specifically musical semitones, through graphic design. To achieve this objective, four phases were carried out within a qualitative research approach. In the first phase, a series of interviews were conducted with Lic. Adriana Vargas, a music expert, who provided relevant information to understand the problem, along with documentary research that contributed to the understanding of the topic. In the second phase, based on the information gathered, design proposals were developed to support the learning of ascending and descending musical semitones. In the third phase, the board game developed was evaluated with children between 8 and 14 years of age, and the results were analyzed.

Keywords: music, semitone, sharps, flats, graphic design.

Introducción

En ocasiones no se identifica la importancia del aprendizaje de la música hasta que se tiene contacto con ella o con alguien que ha tenido esta formación, y la creación de material didáctico apoyado con diseño gráfico puede facilitar el aprendizaje significativo.

Quienes dirigen la educación en el estado de Jalisco, México, han reconocido la importancia del aprendizaje de la música, ya que se ha creado en la Secretaría de Educación el programa Jalisco con Estrella.

Que tiene dos misiones: la rehabilitación integral y modernización de más de siete mil planteles educativos públicos, así como convertir al Estado en el primero de la República mexicana en el que será obligatorio tener clases de música en todos los planteles públicos (El Informador, 2025, párr. 1).

Respecto a la modernización, se trata de invertir en infraestructura y equipamiento en las escuelas para que se pueda llevar una buena participación en la enseñanza de la música, ya que “De acuerdo con la Secretaría de Educación Jalisco, la intención es que las clases de música sean desde el nivel preescolar o kínder, con la intención de que los alumnos desarrollen mejores habilidades materia en primaria y secundaria” (El Informador, 2025, párr. 2). Esto indica que la Secretaría de Educación destaca la importancia del aprendizaje de la música desde temprana edad.

La UNICEF (2022) menciona algunos de los beneficios que pueden obtener los niños de la primera infancia (0 a 8 años):

1. Mejorar el sistema auditivo
2. Facilitar la expresión de sentimientos e ideas
3. Mejorar las capacidades motrices
4. Ayuda al desarrollo de la memoria
5. Potenciar las capacidades artístico creativas
6. Favorecer la integración sociocultural
7. Ampliar y mejorar posibilidades lingüísticas

Con todo esto se puede ver la importancia del aprendizaje de la música a temprana edad, en donde, por ejemplo, el desarrollo de la memoria se da al momento en que se aprenden las partituras y la ubicación de las notas en el pentagrama, o su duración a través de su correlación con una redonda, una negra, una corchea o doble corchea.

A su vez, Benitez *et al.* (2017, p. 62), quienes citan a Mueller, mencionan lo siguiente:

El rol musical en la infancia temprana debería incluir la promoción del desarrollo emocional y cognitivo de la comunicación, de las destrezas del lenguaje y socialización de la coordinación, de las destrezas motrices y de los cambios de actividades durante el día.

Ello demuestra que, cuando un infante toma clases de música, tiene muchos beneficios que le ayudarán a lo largo de su vida y, al respecto, las mismas autoras citan a Norton y Schlaug, quienes investigaron los cambios estructurales del cerebro

en relación con la conducta en niños que recibieron 15 meses de formación musical instrumental, en relación con un grupo de niños que no recibió esta formación. En el primer grupo se presentó una plasticidad estructural regional del cerebro en desarrollo; los niños presentaron mejoras en las capacidades motoras y auditivas.

La música, y específicamente el entrenamiento musical, posee un gran compromiso cortical y subcortical, generando una transferencia del aprendizaje a funciones cognitivas como la memoria, la discriminación auditiva y visual, el aprendizaje de secuencias motoras, el lenguaje, el pensamiento lógico-matemático y extendiendo sus beneficios a comportamientos sociales y un mayor rendimiento del coeficiente intelectual. Mientras que las experiencias receptivas son utilizadas para promover la percepción, desarrollar actividades motoras y auditivas y estimular la memoria, las de carácter activo tienen como objetivo estimular y desarrollar los sentidos, promover las capacidades perceptuales y cognitivas, desarrollar las habilidades de la memoria y mejorar la atención (Benitez *et al.*, 2017, p. 65).

Con base en esto, se puede definir que la música activa múltiples áreas del cerebro de manera simultánea, lo que permite fortalecer las conexiones neuronales de manera más eficaz, además de ser un entrenamiento de la memoria, la atención, la lógica y el lenguaje, que puede generar autoestima y confianza, colaboración y empatía, si no se toca de manera solitaria, y, definitivamente, disciplina y perseverancia cuando el niño ve que, al practicar y practicar, va mejorando.

Como parte de los elementos fundamentales de la música que deben aprender los niños se encuentran el aprendizaje del tiempo y del ritmo, del compás y la acentuación, del pentagrama y la ubicación de las notas en él, los intervalos, tonos y semitonos, así como las alteraciones, mejor conocidas como sostenidos y bemoles. Los sostenidos suben la nota medio tono y los bemoles la bajan medio tono (Guevara Sanín, 2010), de tal manera que un RE bemol tendría el mismo sonido que un DO sostenido.

Para facilitar el aprendizaje de las alteraciones de las notas, se ha recurrido al aprendizaje por medio del juego, que, en el caso de la música, la Universidad Internacional de La Rioja (Unir, 2024, párrs. 6 y 11) lo divide en dos partes: juegos de teoría musical, cuyo “objetivo es ayudar a los niños a familiarizarse con los conceptos clave de la teoría musical”, y los juegos de expresión musical, “con el objetivo de fomentar la creatividad [...], ampliar la mente, impulsar la imaginación o experimentar

con sonidos y ritmos”, que, en el caso del material realizado y que se puso a prueba, se trata de juegos para la teoría musical, ya que está enfocado en el aprendizaje de las alteraciones sostenido y bemol de las notas musicales, a través de un juego tradicional denominado serpientes y escaleras, que en su adaptación a la música se denominó sostenidos y bemoles.

Para reforzar esta idea del aprendizaje mediante el juego, la Secretaría del Bienestar del Gobierno de México define que “lúdico es todo aquello que se relaciona con el juego, la recreación, el ocio, el entretenimiento y la diversión”, siendo que algunos de los beneficios son:

- Amplían la expresión corporal, estimulan la concentración y agilidad mental.
- Mejoran el equilibrio y la flexibilidad; aumentan la circulación sanguínea.
- Ayudan a que el cerebro libere endorfina y serotonina, dos neurotransmisores que generan bienestar y estimulan la inclusión social. (s.f., párrs. 1 y 2-5).

También menciona que existen tres tipos: ejercicio físico, juegos de mesa, bailoterapia, videojuegos, juegos al aire libre y de destreza mental. En el caso del juego que se desarrolló, se trata de un juego de mesa para estimular la agilidad mental para identificar los bemoles y sostenidos.

Con respecto a los juegos de mesa, se deben considerar algunas características como las siguientes:

El contexto del juego, dificultad, nivel, etapas, recompensas, desafío, perfiles de jugador, personalización, incluyendo algunas más recurrentemente asociadas a la práctica musical como la temporalidad (siendo la música una experiencia que ocurre en el tiempo, arte temporal y del movimiento), la sociabilidad, la progresión (muy presente en las metodologías de enseñanza y en el discurso musical), la fantasía (de lo imaginario, intrínseca, base de la diferencia entre el evento sonoro y la experiencia musical) y la integración (De Araújo Silva *et al.*, 2023, p. 505).

De tal manera que la experiencia en el aprendizaje sea completa, incluya preferentemente todos los sentidos y, sobre todo, siga una progresión constante para que sea evidente la evolución de los estudiantes de música, en el nivel que corresponda y desde el acercamiento que tengan con la música.

El hecho de “integrar el juego en el proceso educativo contribuye significativamente a la mejora del clima escolar, ya que permite a los estudiantes desarrollar habilidades de interacción, cooperación y comunicación, dejando de lado el individualismo y favoreciendo la participación co-

lectiva” (Rimascca Rodríguez *et al.*, 2025, p. 10) y, para la memorización de la nomenclatura del medio tono ascendente y descendente, el uso de un juego como serpientes y escaleras ayudará a que se produzca en el niño una interacción con otros niños y se realice un aprendizaje significativo al emocionarse por caer en una casilla que sube o que baja.

Objetivo

El uso del diseño gráfico, así como su desarrollo en el área de investigación en educación, permite mejorar la visibilidad, enseñanza, aprendizaje y comprensión de diversas disciplinas, como en la enseñanza de la música, por lo cual se genera el objetivo de facilitar el aprendizaje de la música y, en este caso, de las alteraciones de las notas musicales (bemol y sostenido), a través del diseño gráfico.

Es por esto que se ha realizado una adaptación del juego de serpientes y escaleras a su símil en música, que corresponde a sostenidos y bemoles.

Metodología

Esta investigación se realizó bajo un enfoque cualitativo, puesto que se identificaron las características que debería de tener el juego para posteriormente diseñarlo, realizar un prototipo y analizar su funcionamiento y eficacia mediante su evaluación desde dos enfoques: el primero, desde su funcionamiento a través del diseño gráfico; y el segundo, sobre el aprendizaje obtenido en niños de 8 a 14 años, donde se realizó una encuesta con preguntas abiertas.

Se desarrolló en cuatro fases. En la primera se realizó una entrevista con la licenciada Adriana Vargas, experta en música, quien compartió información para identificar la problemática que se enfocó en la complejidad del aprendizaje de la teoría musical con respecto a sostenidos y bemoles, el círculo de quintas y la escalera de Yeikob. El reto consistía en desarrollar algún material para cada uno de estos temas. Con respecto a sostenidos y bemoles, se decidió enfocar el desarrollo de este juego en alguno que facilitara el entendimiento del tema de los niños, como el de serpientes y escaleras, que consiste en salir de la primera casilla inferior para llegar a la última superior y evitar caer en la cola de las serpientes, porque la acción inmediata es bajar a otra casilla en el tablero, y procurar acertar en las escaleras que permiten subir a otra casilla del tablero. De esta misma manera, los sostenidos hacen que el jugador suba a la casilla de la

nota correspondiente, y si cae en un bemol bajará a la nota pertinente.

El juego de serpientes y escaleras tiene su origen en la India, bajo el nombre de “Gyan Chapuar o Leela”. Se le conocía como el juego del conocimiento que impartía enseñanzas filosóficas de la cultura en la que había sido creado (Ayala García *et al.*, 2014). La escalera significaba ascenso espiritual, virtudes, mientras que la serpiente implicaba inmoralidades. Haciendo una analogía con las notas musicales, simplemente se enfatiza el concepto de subir y bajar.

Pedagógicamente, el aprendizaje lúdico aplicado por medio de este juego de mesa adaptado busca facilitar el aprendizaje con la analogía de subir las escaleras con el aumento de medio tono de los sostenidos y bajar con la serpiente el medio tono de los bemoles, yendo más allá del entretenimiento superficial, creando un ambiente divertido, adaptado a los niños para un aprendizaje significativo de la teoría musical.

En la segunda fase, después de haber identificado el problema y proporcionar una posible solución, se procedió a realizar un relevamiento visual para identificar la manera en que se representa el juego de serpientes y escaleras. Ciertos ejemplos analizados en dicho relevamientos visual se presentan en la Figura 1.

Con base en el análisis, se identificó que un 75 % de los juegos están saturados de niveles, con una moda de 8 niveles de casillas y una media de 9 filas, ya que el que más filas tuvo fue de 13 y el de menor fue de 7. Con respecto al número de serpientes, siempre fue igual o mayor al número de escaleras, pero nunca menor, lo cual implica que el jugador tiene las mismas posibilidades de subir y bajar o tiene más posibilidades de bajar, pero no de subir.

En la tercera fase se realizaron algunas propuestas de diseño, que inició por la elección tipográfica y posteriormente la aplicación de color y tipografía en propuestas que fueron revisadas por la experta en música y por otros colegas de diseño gráfico. La primera propuesta desarrollada para el juego se muestra en la Figura 2. De esta manera, se hicieron ajustes significativos al diseño de sostenidos y bemoles.

Después de la revisión, se concluyó que eran muy pocas casillas y se requería aumentar su número para que el juego fuese con una mayor repetición de las notas, así como de la alteración de ellas al cambiar a sostenidos y bemoles.

En la segunda propuesta (lo que se reflejó en la anterior Figura 3) aumentó considerablemente el número de casillas, así como de las serpientes y escaleras (de 4 a 11 escaleras y 7 serpientes), lo

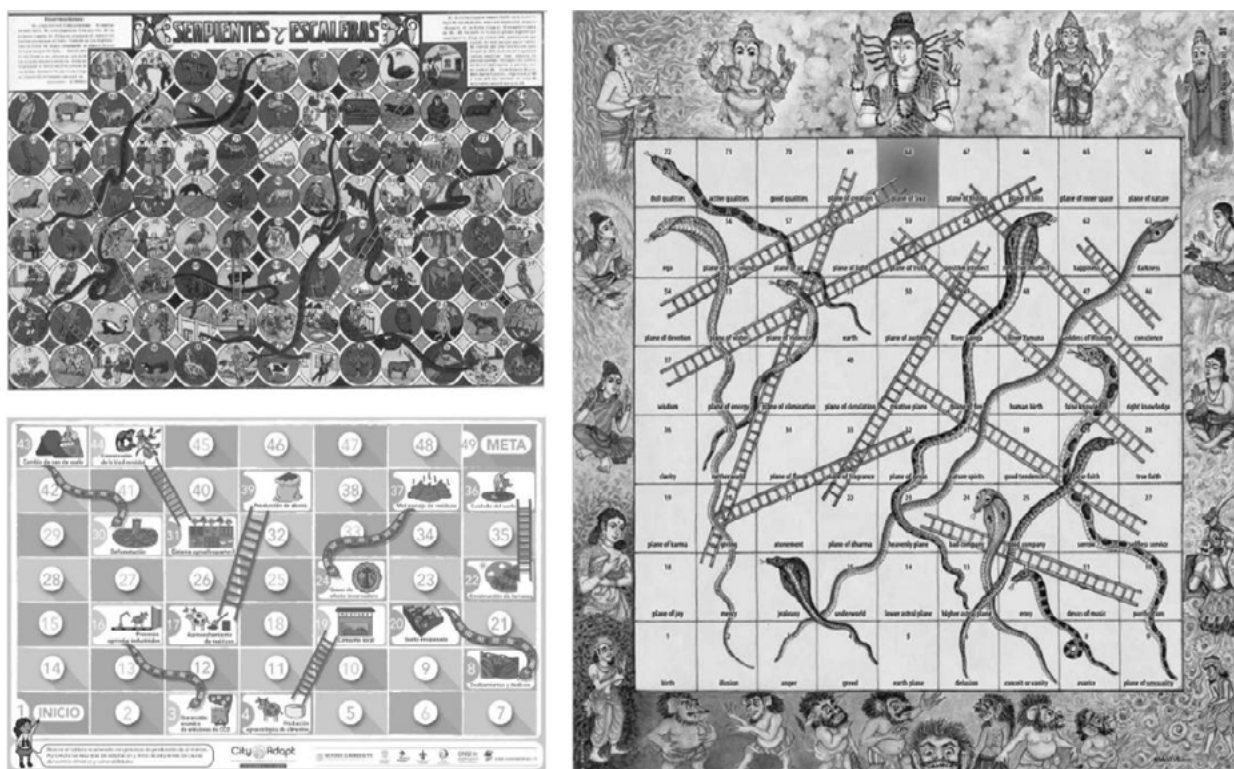


Figura 1.

Ejemplo de tres juegos de serpientes y escaleras

Recuperado de: <https://nuevaescuelamexicana.sep.gob.mx/detalle-ficha/5478/>, <https://www.trespm.mx/cultura/origen-y-significado-de-las-serpientes-y-escaleras> y https://cityadapt.com/kids_juegos/serpientes-y-escaleras/

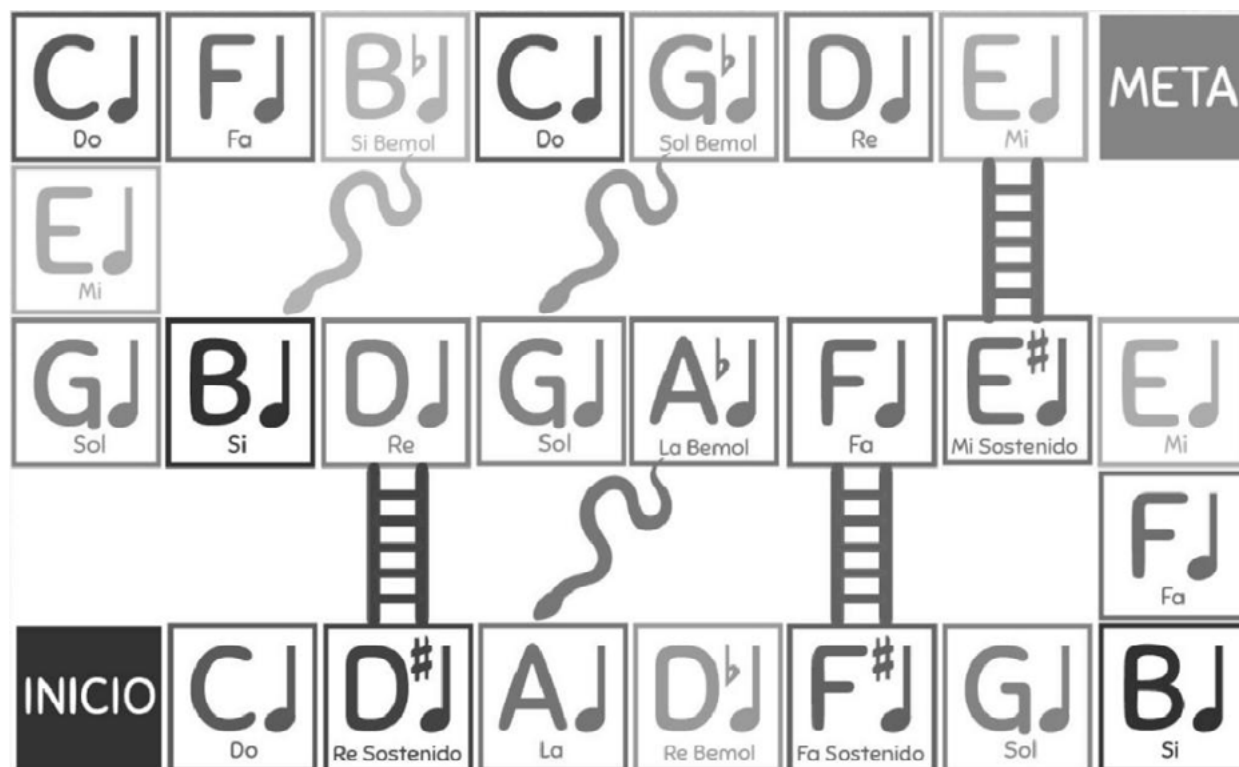


Figura 2.

Primera propuesta de sostenidos y bemoles

Diseño por: Luis Ángel Martínez Mercado.

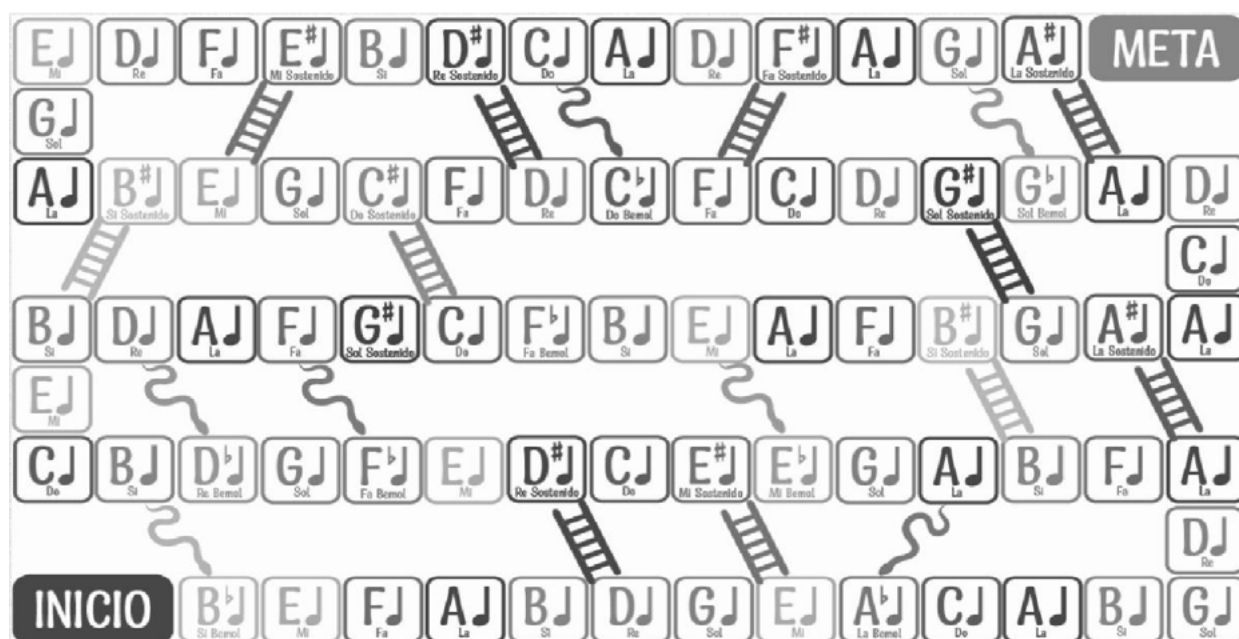


Figura 3.
Segunda propuesta de sostenidos y bemoles
Diseño por: Luis Ángel Martínez Mercado.

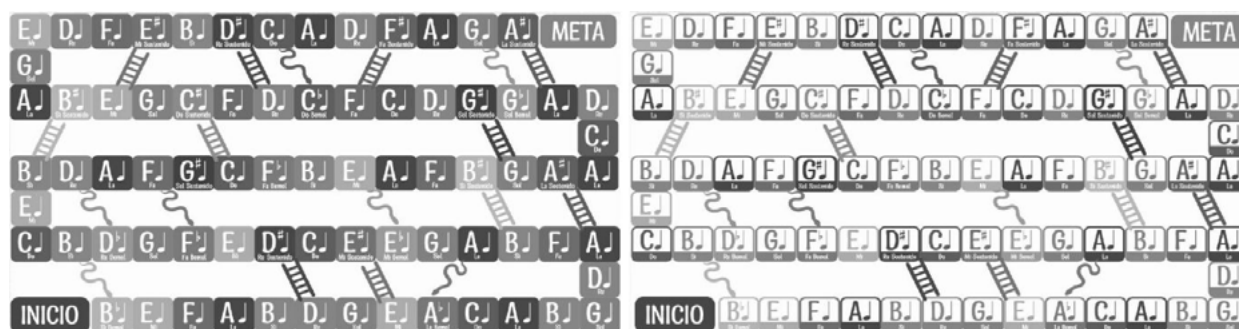


Figura 4.
Tercera y cuarta propuesta de sostenidos y bemoles
Diseño por: Luis Ángel Martínez Mercado.

que provocó que tenga más duración y que exista una mayor exposición al juego, lo que hace que los niños identifiquen la nomenclatura anglosajona o cifrado americano de las notas, en donde la correspondencia de las notas es la siguiente: La = A, Si = B, Do = C, Re = D, Mi = E, Fa = F y Sol = G (LEM, 2021). Sin embargo, esta propuesta tenía un problema: la casilla de inicio y la de meta destacan por sobre todas las demás, por lo cual se le pidió al diseñador que realizara una propuesta nueva en donde el peso visual fuese más equilibrado.

Cabe mencionar que la tipografía también cambió, pues la fuente tipográfica inicial tiene un ancho normal y la fuente tipográfica elegida es condensada, lo cual permite que se genere un equilibrio entre la nota y la letra y, además, que el

símbolo de bemol y sostenido se integre dentro de un cuadrado, lo que facilita la composición y optimización del espacio.

La tercera propuesta estaba demasiado saturada y no se distinguían muy bien la escalera y la serpiente. La cuarta propuesta sí presenta un equilibrio jerárquico entre todos los elementos. Ambas propuestas de diseño se mostraron en la Figura 4. Sin embargo, se realizó una quinta propuesta, ya que todas las anteriores mostraban el significado de la nomenclatura anglosajona y su correlación con la nota musical; es decir, la letra A corresponde a la nota musical LA, y esto estaba colocado en la misma casilla, por lo cual se decidió eliminarlo para generar un mayor esfuerzo de memorización en los estudiantes, cuyo resultado se aprecia en la Figura 5.

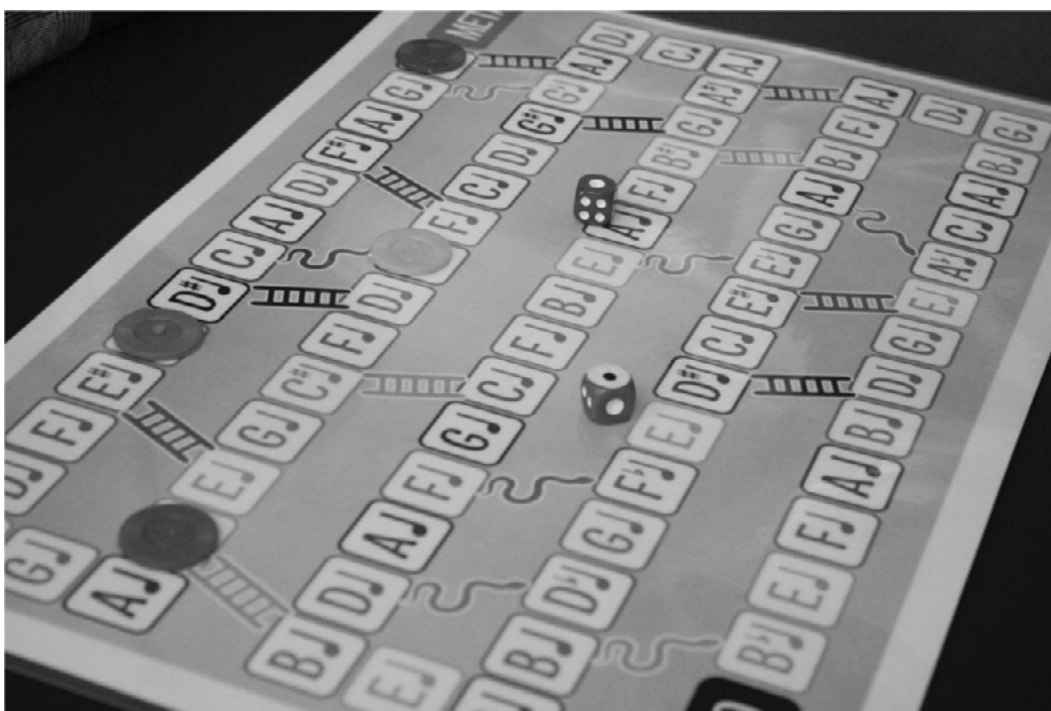


Figura 5.
Diseño final de sostenidos y bemoles
Diseño por: Luis Ángel Martínez Mercado.

En la cuarta fase, se evaluó el juego de mesa desarrollado con niños de 8 a 14 años y se analizaron los resultados a través de encuestas que evaluaron el diseño del juego, la teoría con la identificación de los sostenidos y bemoles y la importancia del juego; también se realizaron encuestas a los profesores que permitieron realizar el juego en sus clases. La validación de esta encuesta se realizó a través de su revisión con expertos con formación en diseño gráfico y doctorado relacionado con la pedagogía, lo cual facilitó que se identificaran aspectos a mejorar en ambas áreas cognitivas.

La encuesta de escala no comparativa (Malhotra, 2019) se utilizó para medir la eficiencia del tablero, lo que significa que el alumno no comparó el instrumento con ningún otro; es decir, no se comparó ningún otro método de aprendizaje (Figura 6). Esta se adaptó a la edad de los estudiantes y se colocaron tres caritas: una con expresión feliz, otra con expresión seria y otra con expresión triste, para que los estudiantes marcaran la carita con la que se identificaban para responder las preguntas, que corresponden a qué tanto te agrada el tamaño de la letra, el tamaño de las casillas, el tamaño del tablero, las figuritas que representan el juego y la facilidad para jugar sostenidos y bemoles, y si existía algún aspecto que ellos consideraran en el diseño que les pudiera distraer con respecto al aprendizaje de este tema.

Se integraron las imágenes que se utilizaron en el juego para pedirles que señalaran la nota que tiene un bemol, así como la nota que tiene un sostenido. De esta manera, se comprobó si ya identificaban el símbolo correspondiente. También se integraron preguntas abiertas para corroborar la teoría, en donde se les preguntó qué sucede cuando una nota tiene un sostenido y cuando tiene un bemol.

Con respecto a la importancia del juego, se les preguntó si creen que les ayudaría para el aprendizaje de la música, qué se les dificultó sobre este juego y si les gustaría que se implementaran más recursos didácticos como este.

La entrevista preparada para los profesores trató temas de diseño, en donde se les preguntaba si la letra elegida es legible, si les parece apropiado el tamaño del tablero, el tamaño de las casillas, el diseño del juego, si los símbolos musicales que contienen las cartas son adecuados para la enseñanza-aprendizaje al momento de jugar, qué cambios le harían al juego o a la forma de jugar; y temas relacionados con el juego, en donde se les pidió que mencionaran tres ventajas y desventajas de este juego, las dificultades que se presentaron con los estudiantes al momento de aplicar este juego, si creen necesario desarrollar más juegos como este y, desde su punto de vista, qué se debe considerar al momento de enseñar con juegos de mesa.

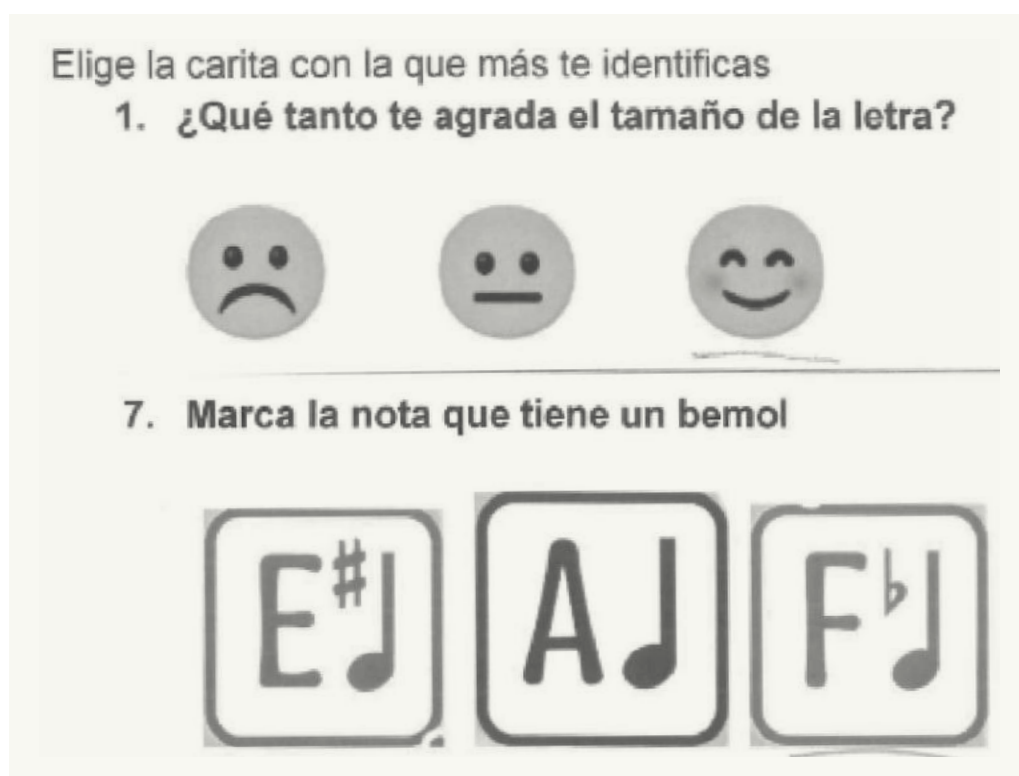


Figura 6.

Ejemplo de una encuesta respondida por un estudiante, misma que fue adaptada para una mejor comprensión
Elaborada por: Luis Ángel Martínez Mercado.

Resultados y discusión

Los resultados de las encuestas realizadas a los siete niños que participaron en un curso de verano dedicado a la música hacen ver que al 100 % les pareció bien el tamaño de la letra; el tamaño de las casillas tuvo un 60 % a quienes no les pareció adecuado y un 40 % a quienes sí les pareció adecuado. Con respecto al tamaño del tablero, se tuvo un 70 % a quienes sí les pareció conveniente y un 30 % a quienes les hubiera gustado más grande. Las imágenes que se representan en el juego les agradaron al 100 % de los niños; al 80 % se les hizo fácil jugar, mientras que al 20 % les pareció lo contrario.

Con respecto a las preguntas que hacen referencia, de manera visual, a señalar cuál nota tiene un bemol y cuál nota tiene un sostenido, todos acertaron de manera correcta. Al preguntarles qué sucede cuando una nota tiene un sostenido, el 100 % respondió que la nota sube medio tono; y al preguntarles qué sucede cuando una nota tiene un bemol, el 100 % respondió que la nota baja medio tono.

Para la pregunta abierta de ¿en qué crees que te ayudará el juego de sostenidos y bemoles para el aprendizaje de la música?, un 80 % respondió que para saber cuándo es un tono arriba y un tono abajo, y el 20 % coincidió en que le serviría para la creación de piezas musicales.

Todos coincidieron en que les gustaría que se implementaran más recursos didácticos como este para su aprendizaje, porque les parece divertida esta forma de aprender.

Finalmente, solo se pudo realizar la entrevista a un profesor, quien menciona que le pareció bien la letra, el tamaño del tablero, el tamaño de las casillas, el diseño del juego y los símbolos musicales. En cuanto a desventajas del juego, no mencionó alguna, pero con respecto a las ventajas dijo que se tendría un mayor entendimiento de los sostenidos y bemoles y que es un juego entretenido para un tema complejo.

También considera que es importante la enseñanza de la música porque apoya de manera emocional, artística, matemática y en la psicomotricidad de los niños; también mencionó que para enseñar con juegos de mesa hay que tener en cuenta la complejidad de su uso y cuál es la aportación que dará al tema en cuestión.

Con respecto a la discusión, diversos autores abordaron el tema del juego y la gamificación. Para Botella Nicolás y Cabañero Castillo (2020, p. 184), los maestros que aplican juegos en sus clases, señalan que “todos resaltan el aumento de la motivación, de la participación, de la atención y del interés de los alumnos hacia la materia tras realizar dichas experiencias, ya sea por el uso de herra-

mientas que guían la actitud como ClassDojo como otras para evaluar conocimientos, por ejemplo, Kahoot”.

Independientemente del medio que utilicen, el simple hecho de integrar el juego transforma el ambiente en el aula, aunque sea con la finalidad de evaluar a los estudiantes, un tema que muchas veces les tensiona en demasía. Uno de los puntos que destacan también Botella Nicolás y Cabañero Castillo (2020) es que algunos profesores no utilizan la gamificación por cuestión de tiempo, ya que se requiere tiempo para hacer el material y tiempo para aplicarlo. Tal vez esto esté relacionado con todas las actividades que debe atender un docente; tal vez es cuestión de concientizarlos o ayudar de alguna manera desde la administración, pero indudablemente este cambio en la manera de enseñar requiere un mayor esfuerzo, aunque al final valdrá la pena porque los estudiantes tienen un mejor aprendizaje.

Por su parte, Rodríguez López (2023) habla de la importancia de motivar a los estudiantes en el aula de música para desarrollar beneficios cognitivos, motores y emocionales, y destaca el problema en el nivel de primaria, en donde “el estudiante es reacio a participar en actividades en las que la música no sea moderna” (p. 6). Esto deja la enseñanza de conocer a los estudiantes, sus gustos, lo que no les gusta y, con base en ello, adaptar el material para que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea atractivo, y es así como él desarrolla diez juegos diferentes y evalúa su funcionamiento.

Los juegos que él propone están enfocados a los juegos de expresión musical. También menciona que, en su caso, “el enfoque de la evaluación no se limitó a una calificación cuantitativa, sino que también se buscó una calificación cualitativa” (Rodríguez López, 2023, p. 11), lo cual implica un reto mayor, que en el caso del juego de sostenidos y bemoles, si bien la suerte es un factor importante, ayuda a que el estudiante vaya memorizando y entendiendo visualmente el concepto de subir o bajar medio tono, aspecto que no ayuda a evaluar a través del juego, pero que queda como un aprendizaje para su desarrollo musical.

En la música, muchas actividades se realizan sin la generación de un material específico, tal y como se presenta en el libro *Educación musical para preescolar, primaria y secundaria* (Capistrán Gracia *et al.*, 2020), en donde se plantean actividades que pueden ayudar al aprendizaje bajo diferentes enfoques, como el de Dalcroze, Carl Orff, Zoltán Kodály, entre otros, y en cada actividad propuesta definen: perfil del estudiante, contenido a cubrir, competencias que debe desarrollar, materiales

didácticos y descripción de la actividad. Las 43 actividades que plantean en el apartado de materiales didácticos, por lo general, hacen referencia a: “Computadora y diapositivas (o imágenes impresas). Un salón amplio para desarrollar la actividad. Piano o teclado y música adecuada para el ejercicio” (Capistrán Gracia *et al.*, 2020, p. 32) o, en otro ejemplo, a una “Guitarra o instrumento armónico para acompañar. Pelota u objeto didáctico que se pueda lanzar” (Capistrán Gracia *et al.*, 2020, p. 46).

Como se puede observar, son recursos que se consiguen fácilmente y que no requieren de algún material elaborado por parte de un diseñador gráfico; sin embargo, actividades como la que se ha apoyado a través del diseño pueden marcar la diferencia en este proceso de enseñanza-aprendizaje en la música, en específico para contenidos teóricos.

En un estudio realizado por Alsina Tarrés *et al.* (2021, p. 83) se demostró que estudiantes de primaria, en donde se realizaron diferentes actividades para el aprendizaje de la música, tuvieron “predilección por estrategias de juego ligadas a las clasificaciones, la obtención de feedback y los desafíos”, lo cual indica que, en este caso, serpientes y escaleras representa un desafío en un bajo nivel, ya que la suerte es la principal característica del juego. Tampoco tiene un feedback y tal vez podría representar un poco de clasificación porque se representa gráficamente a un sostenido y a un bemol. Sin embargo, esta aseveración implica un reto para la generación de nuevos juegos ligados al aprendizaje de la música, en donde se aumente la motivación con estas estrategias.

Finalmente, cabe mencionar que el juego no solamente puede ser un pasatiempo, sino que puede tener un enfoque pedagógico y transformador en la experiencia de aprendizaje de los estudiantes y, combinado con diseño gráfico, puede tener un mejor efecto. A diferencia de las actividades tradicionales que utilizan recursos básicos, el diseño de materiales específicos potencia el proceso de enseñanza-aprendizaje y se convierte en una herramienta para facilitar la comprensión de contenidos teóricos complejos, genera expectativa en los estudiantes y se aprende de una manera divertida, ya sea con juegos para la expresión musical o para temas teóricos, caso que se comparte en este texto.

Conclusiones

El desarrollo y aplicación del juego *Sostenidos y Bemoles* demuestra cómo el diseño gráfico es un recurso didáctico eficaz para el apoyo de la enseñanza de la música en edades tempranas.

La adaptación de un juego tradicional, como lo es serpientes y escaleras, permitió que los niños comprendieran de una manera sencilla la relación entre las notas, los sostenidos y los bemoles. Esta experiencia evidenció que el aprendizaje se puede abordar desde metodologías creativas y lograr una mayor retención de los contenidos, así como disfrutar del juego y desarrollar una relación positiva con la música.

Uno de los hallazgos más relevantes es que el diseño gráfico, como recurso de comunicación, logra contribuir significativamente a transformar la manera de enseñar la música. La adaptación de símbolos abstractos en un tablero dinámico y atractivo permitió que los estudiantes pudieran asociar gráficamente las notas musicales con el diseño y el juego. De esta manera, se logra romper con la idea de que la teoría musical solo se puede enseñar con ejercicios de repetición, pues se ha demostrado que el aprendizaje puede apoyarse en imágenes, tipografías y colores dentro del diseño para estimular la comprensión y el aprendizaje.

Los resultados obtenidos en la fase de evaluación hacen evidente que los estudiantes no solo lograron identificar correctamente los símbolos de sostenidos y bemoles, sino que también comprendieron sus efectos en la altura de las notas. Asimismo, transmitieron su satisfacción con la experiencia y destacaron el valor de aprender música a través del juego, y a su vez manifestaron el interés por que se desarrollen más materiales de este tipo.

Los recursos de este tipo fomentan la motivación, la participación y el aprendizaje significativo en los estudiantes, además de que ayudan a fortalecer aspectos cognitivos, emocionales y sociales vinculados con el desarrollo musical. Cabe señalar la necesidad y la importancia de cuidar el diseño

en los juegos lúdicos para garantizar la funcionalidad pedagógica que se requiere de acuerdo con los objetivos de cada uno de ellos.

La presente investigación confirma que la integración del diseño gráfico en la enseñanza musical contribuye de manera significativa a la innovación educativa de manera satisfactoria, donde se logra comprender contenidos complejos de forma fácil y atractiva para los estudiantes.

También se puede corroborar, al realizar una exploración de los temas existentes relacionados con el aprendizaje de la música, que la mayoría de los artículos hablan de estrategias y actividades para fomentar el ritmo, la memoria auditiva, la improvisación, la colaboración, la resolución de problemas y la creatividad; pero son pocos los estudios encontrados en torno a la validación de un material didáctico para el aprendizaje de la teoría musical, como es el caso de esta investigación. Sin embargo, se pueden encontrar blogs de pedagogía musical, plataformas en donde se comparten juegos de mesa educativos, tiendas de juegos educativos especializados y videos de YouTube.

No obstante, también se detectaron aspectos a mejorar, como el tamaño de las casillas, las cuales se podrían ajustar para mayor comodidad. Estos detalles ayudan a confirmar que el diseño debe ir siempre acompañado de procesos de evaluación y retroalimentación para poder perfeccionar la funcionalidad y así garantizar una mayor claridad pedagógica.

La posibilidad de representar gráficamente la enseñanza de la música abre un abanico de oportunidades para la educación musical, en donde la creatividad del diseñador se une con la pedagogía del docente para construir experiencias significativas de aprendizaje.

Referencias

- Alsina Tarrés, M. & Farrés Culléll, I. (2021). ¿Jugar o aprender? El aprendizaje lúdico en la formación musical del maestro (To play or to learn? Playful learning in the musical training of teachers). *Revista Electrónica Complutense de Investigación en Educación Musical - RECIEM*, 18, 83-110. <https://doi.org/10.5209/reciem.67853>
- Ayala García, P., Carranza Flores, A., & Nicolini Pimazzoni, D. (2014) Serpientes y escaleras. Lecciones de expresión creativa y pautas de narrativa gráfica (Snakes and Ladders: Lessons in Creative Expression and Guidelines for Graphic Storytelling). *Artseduca*, (9), 74-87. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5443256>
- Benítez, M.A., Díaz Abrahán, V.M. & Justel N.R. (2017). Beneficios del entrenamiento musical en el desarrollo infantil: una revisión sistemática (Benefits of musical training in child development: a systematic review). *Revista Internacional de Educación Musical*, (5), 61-69. <https://www.revistaeducacionmusical.org/index.php/rem1/article/view/100>
- Botella Nicolás, A.M., & Cabañero Castillo, E. (2020). Juegos y gamificación en las aulas de música de educación primaria (Games and gamification in primary education music classrooms). *Edu-tec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (73), 174-189. <https://doi.org/10.21556/educ-tec.2020.73.1755>

- Capistrán Gracia, R.W., Muñoz Macías, P.S., Rodríguez Ruiz, S. & Coutiño Gutiérrez, A.M. (2020). Educación musical para preescolar, primaria y secundaria (Music education for preschool, primary and secondary school). Universidad Autónoma de Aguascalientes. https://editorial.uaa.mx/docs/educacion_musical_preescolar_primaria_secundaria.pdf
- De Araújo Silva, H.B., Licursi Conceição, M.B., Fernandes da Silva, L.L. y Gabriel Morgado, E. (2023). Importância dos Jogos na Educação Musical: características estruturais (The Importance of Games in Music Education: Structural Characteristics). Conferencia internacional en innovación, documentación y educación. <https://doi.org/10.4995/INN2022.2022.15739>
- El Informador (2025, febrero 22). Jalisco, el primer Estado en impartir clases de música en todas las escuelas (Jalisco, the first State to offer music classes in all schools). <https://www.informador.mx/jalisco/Educacion-Jalisco-el-primer-Estado-en-impartir-clases-de-musica-en-todas-las-escuelas-20250222-0017.html>
- LEM (2021, enero 20). Cifrado americano (American cipher). <https://www.academiale.com/cifrado-americano/>
- Malhotra, N.K. (2019). Investigación de mercados (Market research). Pearson Educación.
- Guevara Sanin, J.S. (2010). Teoría de la música. Una guía seria para toda aquella persona que quiera afianzar sus estudios de música (Music Theory: A serious guide for anyone who wants to strengthen their music studies). <https://www.musicasecundaria.com/Archivoscomunes/teoria%20de%20la%20musica.pdf>
- Rimascca Rodríguez, I.K., Jara Velarde, G.M., & Contreras Almanza, C.A. (2025). El juego como estrategia pedagógica en la enseñanza de niños a partir de una revisión sistemática (Play as a pedagogical strategy in teaching children based on a systematic review). Revista InveCom, 5(4), 1-11. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15091433>
- Rodríguez López, M. (2023). Metodologías activas en la enseñanza de la música en la escuela primaria: aprendizaje basado en juegos con boomwhackers (Active methodologies in music teaching in primary school: game-based learning with boomwhackers). REDUFOR, Revista Educación y Formación, 8. <https://doi.org/10.25053/redufor.v8.e11203>
- Secretaría del Bienestar (s.f.) Actividades lúdicas (Recreational activities). <https://www.bienestar.gob.mx/sibien/index.php/recreacion/19-recreacion/23-actividades-ludicas>
- Unicef (2022). Música para la niñez (Music for children). <https://www.unicef.org/costarica/primera-infancia/m%C3%BAsica-para-la-ni%C3%B1ez>
- Unir (2024, abril 18). Juegos para enseñar lenguaje musical a niños (Games to teach musical language to children). <https://www.unir.net/revista/musica/juegos-lenguaje-musical/>

Experiencia de formación del pensamiento crítico de estudiantes de ingeniería utilizando metodología STEAM-S

Elsa González Paredes¹, Gumersindo Vera Hernández², Jean Mía Ortega González³

Resumen

El mundo contemporáneo enfrenta una crisis humana y medioambiental sin precedentes. Hemos atravesado por una pandemia que nos confinó casi dos años, dejando al descubierto las diferencias sociales más antagónicas, donde la mayoría de los muertos estuvieron del lado de la pobreza; sufrimos el calentamiento global, que ha traído consigo terremotos, tsunamis, inundaciones, deforestación y enormes pérdidas de flora y fauna por incendios; además, hemos sido testigos de un par de guerras sin sentido. Hoy se hace necesaria una educación que potencie el desarrollo del pensamiento crítico con fundamento ético y moral, que tenga como motivación construir un mundo mejor y más humano. Las preguntas que han motivado este estudio son: ¿qué papel juega la integración didáctica de la ciencia, la tecnología, las matemáticas, el arte y la visión de las humanidades en la formación del pensamiento crítico de los estudiantes de ingeniería para que desarrollen las sensibilidades adecuadas para leer las necesidades de la humanidad en armonía con el medio ambiente? Y ¿cómo perciben este proceso los estudiantes de ingeniería? El propósito de la investigación es comprender los sentidos y significados construidos por los estudiantes en torno a las experiencias didácticas para el desarrollo de habilidades del pensamiento y la formación profesional, desde la vinculación de las ciencias sociales y humanidades con la ingeniería, utilizando la metodología STEAM-S. Mientras que el método de trabajo para el desarrollo del pensamiento crítico fue el STEAM-H, aplicado a la construcción de un prototipo de ingeniería que resuelve un problema social y es amable con el medio ambiente. El método de interpretación fue cualitativo-narrativo, donde se destaca el impacto de esta experiencia en la formación de los estudiantes de Ingeniería en Computación.

Palabras clave: STEAM-S, experiencia formativa del estudiante de ingeniería, pensamiento crítico.

Cómo citar: González, E., Vera, G., Ortega, J. (2026). Experiencia de formación del pensamiento crítico de estudiantes de ingeniería utilizando metodología STEAM-S. En Calles, M., Hernández, E., Altamira, J. (Eds.). *Mujeres que transforman conocimiento. Innovación educativa e investigación interdisciplinaria para la sostenibilidad*. High Rate Consulting. <https://doi.org/10.38202/mujerestransfó>

1. <https://orcid.org/0000-0002-3611-2368>, elgonzalez@ipn.mx | Instituto Politécnico Nacional, México.

2. <https://orcid.org/0009-0001-4845-3143>, gvera@ipn.mx | Instituto Politécnico Nacional, México.

3. <https://orcid.org/0009-0000-3320-0277>, jeortega@ipn.mx | Instituto Politécnico Nacional, México.

Experience in training the critical thinking of engineering students using STEAM-S methodology

Abstract

The contemporary world is facing an unprecedented human and environmental crisis. We have gone through a pandemic that confined us for almost two years, exposing the most antagonistic social inequalities, where most of the deaths occurred among the poorest populations. We are also experiencing global warming, which has brought earthquakes, tsunamis, floods, deforestation, and enormous losses of flora and fauna due to wildfires. In addition, we have witnessed a couple of senseless wars. Today, there is a need for an education that fosters the development of critical thinking grounded in ethical and moral principles, with the aim of building a better and more humane world. The questions that motivated this study are: What role does the didactic integration of science, technology, mathematics, art, and the humanities play in the development of critical thinking among engineering students so that they acquire the appropriate sensitivities to understand humanity's needs in harmony with the environment? And how do engineering students perceive this process? The purpose of this research is to understand the meanings and interpretations constructed by students regarding didactic experiences aimed at developing thinking skills and professional training through the integration of the social sciences and humanities with engineering, using the STEAM-S methodology. The working method used to foster critical thinking was STEAM-H, applied to the construction of an engineering prototype designed to solve a social problem while remaining environmentally friendly. The interpretive approach was qualitative and narrative, highlighting the impact of this experience on the education and professional development of Computer Engineering students..

Keywords: STEAM-S, engineering education, formative experiences, critical thinking.

Introducción

Problemas medioambientales del nuevo milenio

El problema del cambio climático por contaminación nos afecta a todos, pero, sobre todo, a los más pobres, pues, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (OECD/FAO), el 35 % de la población global carece de acceso a formas estables y sostenibles de energía para cocinar y calentar (OECD/FAO, 2025). En promedio, una de cada cinco personas no tiene acceso a servicios modernos de electricidad; pero no solo ello, el impacto de los excesivos calores puede llegar a ser mortal, sobre todo para los más vulnerables, niños, mujeres embarazadas y adultos mayores, no sólo por deshidratación, sino también podrían verse afectados en su salud a causa de la proliferación de enfermedades transmitidas por insectos. De igual manera, la producción alimentaria descenderá y la gran mayoría de la población se establecerá en las ciudades. Sobre el tema de la producción alimentaria, encontramos una relación con los precios de la producción de energía, pues,

como sugiere la OECD/FAO, los costos del combustible orgánico o biocombustible aumentan los costos de producción y de transportación de los productos agrícolas (OECD/FAO, 2025, p. 137), lo cual genera inseguridad alimentaria, pues los que menos tienen no cuentan con los recursos para comprarlos, además de que los productos son escasos.

Sumado a lo anterior, en su informe anual 2024, la OECD/FAO (p. 15) considera que el cambio climático está provocando más fenómenos meteorológicos extremos en Asia Central, como corrimientos de tierras, inundaciones, sequías e inseguridad alimentaria. A su vez, en el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), que es el principal organismo de las Naciones Unidas dedicado a poner fin a la injusticia de la pobreza, la desigualdad y el cambio climático, los sistemas de alerta temprana son cruciales para salvar vidas y reducir pérdidas económicas. El PNUD está potenciando la resiliencia en la región, aportando conocimientos técnicos y recursos para poner en marcha sistemas de alerta temprana a gran escala. Mediante una

combinación de iniciativas, estos esfuerzos buscan mejorar la preparación, salvaguardar los medios de subsistencia y reforzar la resiliencia ante los peligros inducidos por el clima (2024, p. 14).

Educación tecnocientífica fincada en el pensamiento crítico

Ante los problemas socioambientales que la comunidad mundial se encuentra padeciendo, se hace prioritaria una educación fundamentada en la ciencia y la tecnología que contribuya a enfrentar los desafíos globales, como la pobreza, el cambio climático, las pandemias, el aprovechamiento de las aguas pluviales, el saneamiento del mar y los ríos, así como el desarrollo de las energías renovables.

Se requiere una educación que promueva el desarrollo del pensamiento crítico y creativo, pero también fincada en valores que orienten a la acción. La escuela necesita promover currículos escolares que favorezcan la formación de sujetos creativos, pensantes y propositivos, que sean capaces de generar propuestas de solución que impacten en el desarrollo social.

Por lo que el desarrollo del pensamiento crítico no se trata solo de un mero ejercicio intelectual, sino de orientar la acción profesional desde la capacidad reflexiva, pero con fundamento ético y moral, con miras a construir un mundo mejor para todos y en armonía con el medio ambiente. Y, entonces, ¿a qué llamamos pensamiento crítico? Campos Arenas sugiere partir de su raíz griega, el verbo *krino*, que refiere a discernir, escoger, distinguir, decidir, juzgar, resolver, sentenciar, dictaminar, explicar y aclarar (2007, p. 21), lo cual nos conduce a la acción de evaluar, para lo cual se requieren al menos dos consideraciones: preguntar y construir buenos argumentos. Algunos estudiosos del pensamiento crítico se centran en los aspectos del razonamiento lógico (Facione *et al.*, 2000); otros enfatizan la comprensión y los argumentos (Siegel, 1997); otros más, el contexto y la toma de decisiones (Halpern, 1997); y algunos, como Schwartz y Bilsky (1990), enfatizan la inscripción de los valores como guías del comportamiento. Sin embargo, una lectura crítica de estos posicionamientos nos lleva a plantear que una visión integral del pensamiento crítico tendría que pugnar por la autonomía intelectual y apostar por un pensamiento crítico autónomo y creativo.

Aunque existe diversidad de concepciones sobre el pensamiento crítico, inicialmente tomaremos la de Ennis (1985), quien procura las herramientas para arrancar hacia una visión integral del pensamiento crítico en la educación superior.

El pensamiento crítico es reflexivo y razonable, centrado en decidir qué creer o hacer. Cabe destacar que esta definición abarca varias actividades creativas, como la formulación de hipótesis, preguntas, alternativas y planes para experimentos. Cabe destacar también que, así definido, el pensamiento crítico es una actividad práctica, ya que decidir qué creer o hacer es una actividad práctica (p. 45).

Como actividad práctica el pensamiento crítico se encuentra estrechamente vinculado al pensamiento creativo, pues este se dirige al proceso de hacer o producir. La integración de ambos conforma un pensamiento complejo que se nutre de tanto de la imaginación para ofrecer respuestas novedosas e innovadoras a situaciones problemáticas o novedosas, como de la tarea intelectual de la disciplina. No puede haber pensamiento crítico sin el dominio de la disciplina, es decir, sin el manejo profundo de los conocimientos de las disciplinas, ya que es desde el conocimiento que se le pregunta a la realidad para avanzar sobre su conocimiento o para construir modos de intervención. Desde el conocimiento se pregunta, recopila información, se analiza, se realizan inferencias, se ofrecen explicaciones, se comprende y se interpreta. Comprender no es otra cosa que aprender, razonar, pensar. De acuerdo con Paul y Elder (2025):

Los estudiantes con alto rendimiento analizan (claramente y con precisión) preguntas, problemas y asuntos dentro del tema de la disciplina. Recopilan información (distinguiendo lo relevante de lo irrelevante), reconociendo suposiciones claves, aclarando los conceptos claves, empleando el lenguaje con precisión, identifican (cuando sea apropiado) puntos de vista competitivos y relevantes, notan implicaciones y consecuencias importantes, y razonan cuidadosamente desde premisas claramente enunciadas hasta conclusiones lógicas. Los estudiantes, al hacerlo, deben adoptar el punto de vista de la disciplina, reconociendo y evaluando sus suposiciones, implicaciones y consecuencias prácticas conforme sea necesario. En síntesis, los estudiantes que piensan críticamente rutinariamente analizan el razonamiento identificando sus elementos, y después evalúan el razonamiento (empleando estándares intelectuales universales) (p. 15).

El pensamiento crítico es un acto de metacognición, de “pensar sobre nuestro pensar”; se trata de un proceso que se monitorea y controla a sí mismo, es decir, que se autorregula a partir de

la cognición de nuestra forma de conocimiento. Tiene como arribo el metaprendizaje, donde el estudiante domina el conocimiento, pero también desarrolla habilidades cognitivas de nivel superior, tales como: a) la capacidad de clarificación de las informaciones; b) la capacidad de producir un juicio sobre la confiabilidad de las informaciones, y c) la capacidad de evaluar las informaciones.

Si acompañamos la posición de Jacques Piette (2003), podríamos decir que las primeras le ayudan al estudiante a formular preguntas, conocer, juzgar definiciones, distinguir los distintos elementos de un argumento, de un problema, de una situación o de una tarea, identificar los problemas importantes y clarificar las posibilidades. Las segundas le permiten juzgar la credibilidad de una fuente y juzgar la credibilidad de una información, identificar los presupuestos implícitos y juzgar la validez lógica de un argumento; en tanto que las terceras le ayudan a sacar las conclusiones adecuadas, hacer generalizaciones, inferir hipótesis, generar y reformular de manera personal una argumentación, un problema, una situación particular o una tarea.

La formación integral del ingeniero

El pensamiento complejo que resulta del vínculo entre el pensamiento crítico y creativo no sólo se alimenta de la dimensión intelectual, sino que se fortalece de las esferas moral y ética, para que las soluciones tengan un carácter más humano y justo. De acuerdo con Facione (2007): “Debemos esperar un conjunto más amplio de resultados que incluya hábitos mentales y disposiciones, tales como compromiso cívico, preocupación por el bien común y responsabilidad social (p.10)”. Las problemáticas y demandas del nuevo milenio requieren de la escuela, pero sobre todo de las universidades más allá del aprendizaje de conocimientos y desarrollo de habilidades cognitivas, de la formación de un pensador que se caracterice por sus habilidades intelectivas, sino también por su buen juicio ante la vida, es decir, por su actitud corresponsable con la sociedad humana a la que pertenece y el medio ambiente en el que vive.

Ahora bien, seguimos a George Mead, quien afirma: “el hombre es un ser racional porque es un ser social” (1973, p. 381); ello significa que somos seres en relación y que esa relación nos determina. Es en comunidad donde aprendemos, en primera instancia, el lenguaje, este vehículo por medio del cual interiorizamos ideas, costumbres, emociones, sentimientos, normas, valores, comportamientos y formas de vida. La socialización toma forma por medio del lenguaje.

“Le proporciona la universalidad de los juicios éticos y compone el fondo de la afirmación popular de que la voz de todos es la voz universal; es decir, todos los que pueden apreciar racionalmente la situación, están de acuerdo. La forma misma de nuestro juicio es, pues, social, de modo que la meta, tanto en contenido como en forma, es una meta social” (Mead, 1973, p. 83).

Por lo tanto, es mediante la formación social que los estudiantes de ingeniería generan sensibilizaciones que les permiten crear relaciones entre conocimiento, técnica y realidad; analizar y evaluar sus propias propuestas de solución; reconocer sus valores y, desde ello, valorar su vida y su entorno, creando soluciones desde la ingeniería. Las ciencias sociales y las humanidades ubican al estudiante en su entorno social, le proveen de la capacidad interpretativa y de su relación con el entorno natural, y le permiten el desarrollo de la conciencia social. En suma, le brindan la posibilidad de construir una lectura de los problemas de la humanidad desde su formación profesional, en tanto que aportan una visión humana al ejercicio profesional, fortaleciendo un proceso complejo y dinámico de aprendizaje, donde el sujeto se concibe como un ser humano inacabado y que, en su lectura de la realidad, pone en juego sus emociones, sentimientos, valores e intelecto en la movilización de sus herramientas profesionales para contribuir a construir nuevas y mejores formas de vida de las comunidades sociales, más justas y más libres.

La formación integral así comprendida, implica una perspectiva de aprendizaje intencionada, tendiente al fortalecimiento de una personalidad responsable, ética, crítica, participativa, creativa, solidaria y con capacidad de reconocer e interactuar con su entorno para que construya su identidad cultural. Busca promover el crecimiento humano a través de un proceso que supone una visión multidimensional de la persona, y tiende a desarrollar aspectos como la inteligencia emocional, intelectual, social, material y ética-valoral (Ruiz-Lugo, 2007, p. 11).

Para lograr el desarrollo integral, no hay que confundir el desarrollo del pensamiento crítico con la adquisición de conocimientos, ni tampoco pensar que es suficiente con el despliegue de habilidades cognitivas que permitan la solución de situaciones problemáticas; es fundamental una sólida formación ciudadana cultivada con bases éticas y morales que le permitan al estudiante de

ingeniería tener una guía que oriente sus objetivos vitales y profesionales. Pero esto solo puede ocurrir si, como dice Martín Buber (1982), “el universo se torna su morada”; es decir, que el hombre solo puede tener en su horizonte de acción el revertimiento de los males que ha realizado contra la naturaleza si la considera su causa y si, formado en valores, piensa que el universo es su casa y, por lo tanto, es responsable de mantenerlo y de cuidarlo.

En este sentido, las prácticas profesionales constituyen un momento importante de la formación de los ingenieros, ya que es en ese espacio social donde ponen en juego los conocimientos, metodologías y técnicas en la solución de problemas reales. Sin embargo, no es necesario llegar hasta el final de los últimos niveles de las carreras de ingeniería para que los estudiantes pongan en juego por primera vez su formación académica frente a los problemas que acusa la realidad. Para que el estudiante de ingeniería desarrolle sus sensibilidades, valores y ensaye propuestas de solución a los problemas que aquejan a la sociedad, es importante que desde los primeros niveles se le forme en un aprendizaje basado en problemas, en proyectos y en estudios de caso. Y, específicamente, en la enseñanza de las ingenierías, en el desarrollo de soluciones simples de primer nivel hasta soluciones complejas enmarcadas en metodologías interdisciplinarias y transdisciplinarias.

Formación del pensamiento crítico en estudiantes de Ingeniería

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) tiene como una tarea fundamental garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna en 2030. Para desarrollar esta tarea es necesario “invertir en fuentes de energía limpia, como la solar, eólica y termal. Ampliar las infraestructuras y mejorar la tecnología para suministrar energía limpia en todos los países en desarrollo son objetivos cruciales que contribuyen tanto al desarrollo como al medioambiente” (ONU, 2023, p. 30). Los organismos internacionales enfatizan que, para hacer frente a los problemas medioambientales y sociales del cambio climático, es necesario que los países mantengan una actitud resiliente y cooperativa que promueva la transferencia tecnológica tendiente a reducir los gases de efecto invernadero para lograr dar cauce a los Acuerdos de París (ONU, 2019, pp. 15-16).

Esto coloca a los ingenieros en un lugar privilegiado para revertir los graves problemas ocasionados por el cambio climático e impulsar el desarrollo de sociedades ecológicas, lo cual conlleva un

profundo acto de reflexión en torno a su identidad, su formación profesional, ética y valórica, para saber con qué capacidades cognitivas y morales enfrentan los impactos socioambientales provocados por el mal uso de la tecnología. De acuerdo con Daniel Reséndiz (2008), el quehacer del ingeniero es transformar el mundo. Son dos las funciones fundamentales: analizar y comprender el problema (diagnóstico) de las necesidades sociales; y luego, concebir la solución más apropiada (diseño).

Para el desarrollo de las funciones del ingeniero es necesario que posea los conocimientos científicos de su especialidad, así como las teorías, métodos y técnicas que guiarán la práctica del diseño; mediante ellas habrá de identificar las necesidades y construir el “diseño conceptual” o propuesta de solución.

El procedimiento que ha de seguir el ingeniero es optimizar y especificar el diseño mediante comparación de sus variantes, a fin de escoger y prescribir la que resulte mejor, con cierto criterio que generalmente es el beneficio neto que la referida variante aporta; esta búsqueda del óptimo es necesaria porque la responsabilidad social del ingeniero, como la del médico, no se reduce a recomendar algo que resuelva el problema, sino aquello que lo haga de la mejor manera posible. Tanto en la etapa de verificación, como en ésta de optimización, el ingeniero trabaja en el ámbito de la ciencia, aplicando teorías para deducir de ellas, primero, el comportamiento esperado de las diversas variantes de su diseño, luego sus costos, beneficios y riesgos, y a partir de ellos, su beneficio neto (beneficios menos costos). El diseño óptimo será aquel cuyo beneficio neto sea máximo (Reséndiz Núñez, 2008, p. 48).

Los procesos racionales para llevar a cabo estas acciones tienen lugar no solo en la lógica matemática, sino también en la creación y la imaginación; por ello, una formación integral del ingeniero deberá diseñar estrategias didáctico-pedagógicas que alimenten el desarrollo de propuestas creativas e innovadoras. Sin embargo, para que este proceso del pensamiento pueda darse, es necesario también que:

El ingeniero debe estar dotado de a) intuición y creatividad que le permitan generar diseños conceptuales atinados y compatibles con el diagnóstico del problema al que se enfrenta; b) un amplio cuerpo de conocimientos pertinentes, tanto científicos como empíricos; c) capacidades

lógicas y habilidad para combinar con sentido pragmático el uso de dichos conocimientos; d) la misma capacidad que se requirió en el diagnóstico para lidiar con la incertidumbre, y e) sensibilidad para adoptar, en los procesos de verificación y optimización, hipótesis que simplifiquen el problema sin omitir o distorsionar lo esencial de los fenómenos involucrados (Re-séndiz Núñez, 2008, p. 55).

Entonces, tenemos que las empresas también juegan un papel importante en la capacitación profesional de este cuerpo de conocimientos, actitudes, habilidades, capacidades, destrezas y construcción del juicio profesional.

La metodología STEAM-S un enfoque integrador pedagógico para la formación efectiva del ingeniero

Los cambios en la forma de producción y distribución económica con perspectiva global han impactado fuertemente al mercado laboral; ya no basta con los conocimientos en la disciplina. Actualmente, los empleadores han diseñado otros criterios de valoración para la contratación.

Criterio de habilidades administrativas: planeación, organización, dirección y control del trabajo; aplicación creativa y crítica de los conocimientos; integración y análisis de la información para la toma de decisiones. Criterio de habilidades interpersonales: investigar y diseñar creativamente cursos de acción para solucionar problemas; negociar; dirigir con liderazgo, comunicarse adecuadamente en forma oral y escrita; trabajar en equipo, promover y adaptarse a nuevas tecnologías (Damián Simón et al. 2010, p. 196).

Además de la evaluación de estas habilidades, los empleadores han agregado al área de formación sociocultural las actitudes de:

Hábito de reflexión sobre la importancia de los valores en las consecuencias de su ejercicio profesional; actitud de autorreconocimiento y autocrítica; iniciativa para proponer nuevas estrategias de desarrollo organizacional; interés por la autoformación y la superación profesional, humana e intelectual; conciencia de servicio y cooperación en sus relaciones dentro del trabajo; conducta regida por los principios de la eficacia, la eficiencia y la conducción responsable de la actividad; disposición para emprender

nuevos proyectos; responsabilidad en el cumplimiento de las funciones (Damián Simón et al. 2010, p. 198).

La escuela no solo debe procurar el aprendizaje de las disciplinas, sino buscar generar un pensamiento científico y tecnológico fincado en valores. No se trata de impulsar una educación para la empresa, sino una educación que impacte en el bienestar de la sociedad en general, pero también en la empresa, desde donde se genera y organiza la producción para el bien social. Los empleadores también sugieren que en la formación se otorgue importancia a la combinación teoría-práctica para que el estudiante tenga un panorama más claro de la realidad. Es decir, que ponga en juego sus conocimientos en escenarios sociales-empresariales reales, más allá de la academia. En este sentido, la UNESCO, en 2021, se propuso como meta impulsar el conocimiento científico a nivel mundial para responder a estas problemáticas, sobre todo en los países con mayores rezagos. En su sesión 212, llevada a cabo en París, reconoce la necesidad de crear una metodología que integrara la visión de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas (STEAM), por sus siglas en inglés, para generar un desarrollo sostenible a largo plazo. A decir de su tercer punto, se propone que

La educación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEAM) es vital para el desarrollo sostenible a largo plazo. La educación STEAM se ha convertido en la integración de estas disciplinas, ya sea en cualquier diada, tríada o, idealmente, en las cuatro disciplinas. El objetivo es motivar a los estudiantes a trabajar de forma integradora, como una pedagogía basada en la indagación, con la visión de que esta forma de aprendizaje pueda dotarlos de habilidades interpersonales, como la resolución de problemas, la colaboración, la creatividad y la innovación. Este cuarto paradigma y sus avances en tecnologías de la información e inteligencia artificial han revolucionado la forma en que se transmite la información en todos los ámbitos de la enseñanza y el aprendizaje, desde la educación primaria hasta la universidad (2021, p. 2).

La metodología STEAM se trata de un enfoque epistemológico que permite construir una mirada integral e interdisciplinaria de abordaje de las necesidades y problemas sociales; pero también una estrategia didáctica-pedagógica que provee al estudiante de ingeniería de herramientas cognitivas, pensamiento crítico, habilidades personales, acti-

tudes sociales y sensibilidades medioambientales para enfrentar los retos y los problemas reales de la globalización.

Esta metodología nació en la década de los noventa como STEM; posteriormente, se incluyó el arte, quedando como STEAM; sin embargo, en la actualidad, sobre todo a nivel superior en las escuelas dedicadas a las ingenierías, el trabajo pedagógico se ha enfocado en la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, omitiendo el arte, quedando STEM; pero también hay quienes han agregado las humanidades a esta forma de trabajo activo, por lo cual quedó STEAM-H.

En el ejercicio presentado buscamos rescatar la estrecha relación entre la ciencia, la tecnología, las matemáticas y las ciencias sociales y resaltar así el papel de estas últimas en la formación para la toma de decisiones del ingeniero, STEM-S, dando importancia al “valor de comprender el entorno construido por el ser humano y enfatizar la urgencia de incorporar de forma más eficiente la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia, la ingeniería y la tecnología” (Pulido Varela, 2024, p. 142), en colaboración, con la finalidad de mejorarlo para tener una buena vida en comunión con el medio natural.

El enfoque STEAM-S es un marco interdisciplinario desde donde se busca ejercitar las habilidades cognitivas, actitudes sociales, valores y conocimientos en el diseño de solución de problemas reales y, al mismo tiempo, provocar la puesta en escena de los conocimientos en casos concretos, preparando a los estudiantes para los desafíos complejos que habrán de enfrentar en su ejercicio profesional.

En el caso de México, la metodología STEM se ve como una oportunidad para el desarrollo y la equidad. El Movimiento STEM en México (Gras Marín, 2019 y Gras Marín *et al.*, 2020) considera que “[...] es importante la formación de ciudadanos que pasen de ser consumidores a transformadores de su realidad. La educación formal en escuelas, planteles de educación técnica, universidades y educación a distancia, y los espacios de educación no formal e informal, programas fuera del horario escolar, museos, espacios públicos, requieren dinamizarse y empezar a permear una cultura STEM, basada en el conocimiento, inclusiva y sostenible” (2019, p. 86.)

El Movimiento STEM ha realizado un análisis profundo del contexto mexicano y ha diseñado un modelo educativo para presentar esta metodología en las escuelas de todos los niveles, lo que muestra su viabilidad para ser aplicada en nuestro país y contribuir a evitar que las formas de producción impacten de manera negativa, lo menos posible.

Objetivo

El propósito de la investigación consiste en comprender los sentidos y significados construidos por los estudiantes en torno a las experiencias didácticas para el desarrollo de habilidades del pensamiento y la formación profesional desde la vinculación de las ciencias sociales y humanidades y la ingeniería, utilizando la metodología STEAM-S.

La perspectiva a partir de la cual se abordó el estudio es cualitativa-interpretativa. Desde las voces de los estudiantes, se recuperó la reflexión sobre su experiencia formativa en el curso ciencias sociales y humanidades.

Metodología

En un ambiente didáctico donde la inteligencia artificial provee a los estudiantes de un abanico de posibilidades de solución a los problemas académicos planteados por el docente, se hace necesaria la creación didáctica de otros caminos que estimulen el desarrollo del pensamiento crítico, creativo y complejo. Durante el curso de “Ciencia, ingeniería y sociedad”, se pusieron a prueba una serie de estrategias didácticas que dieron vida al método STEAM-S, tratando de establecer una relación creativa entre los problemas sociales, los conocimientos, las técnicas y métodos de la ingeniería y el desarrollo de habilidades del pensamiento, para impactar de manera importante en la formación de los futuros ingenieros.

Se trabajó con dos grupos de primer semestre de la carrera de Ingeniería en Computación y dos de la carrera de Ingeniería Mecánica, de treinta integrantes cada uno. Para este estudio se consideraron 120 estudiantes del periodo escolar 2024-2, referido a los meses de enero a junio de 2025. Se eligieron estos grupos porque los programas de las carreras inician desde el primer semestre con ejercicios prácticos de ingeniería, lo cual permite echar mano de los conocimientos teóricos y prácticos en la creación de una propuesta de solución a escala, como se muestra en la Figura 1, donde los estudiantes diseñaron y construyeron un prototipo de ingeniería que daba solución a un problema real de la sociedad. Diseñaron la ingeniería y realizaron los cálculos para su dispositivo; luego escribieron un artículo científico que resumía el problema, la solución y la metodología científica con la que desarrollaron su propuesta tecnológica. Como punto adicional, los profesores organizamos un congreso interno para dar a conocer los dispositivos a la comunidad escolar. Allí, los estudiantes explican el desarrollo de su propuesta.

Sin embargo, ¿de qué manera los estudiantes vivieron la experiencia?, ¿qué significó para ellos trabajar bajo el método STEAM-S?, ¿construyeron sentidos en su formación profesional desde el trabajo didáctico realizado en el curso, teniendo como horizonte epistemológico a las ciencias sociales?, ¿lograron una aproximación interdisciplinaria entre las ciencias sociales y la Ingeniería en la creación de soluciones ingenieriles a problemas sociales?

El acercamiento a estas preguntas se realizó indagando en la experiencia educativa de los estudiantes, haciendo uso de la narración como metodología de interpretación, ya que es el lenguaje uno de los medios más importantes con los que cuenta el ser humano para intercambiar emociones, sentimientos y pensamientos. Como enfoque, la narrativa, junto a la hermenéutica, se convierte en una importante herramienta como fuente del conocimiento de la realidad educativa: “se pretende interpretar la experiencia para darle un sentido y comprender por qué las cosas son de una deter-

minada manera” (Mateos Blanco y Núñez Cubero, 2012, p. 115).

La aproximación metodológica para recuperar las experiencias en las voces de los estudiantes se realizó a través de la narrativa, pues este tipo de investigación tiene como propósito que los sujetos den forma a su vida cotidiana a través del relato, ya que, por medio del lenguaje, organizan, comprenden, interpretan y dan sentido y significado a sus experiencias de vida. Se recuperaron las voces de estudiantes clave. Los sujetos participantes fueron 62 estudiantes del primer semestre de la carrera de Ingeniería en Computación y 60 de Ingeniería Mecánica de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán (ESIME Culhuacán) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) de México. Se tomaron estos grupos de estudiantes por ser del semestre inicial, para referenciar que la metodología STEAM-S puede aplicarse sin necesidad de estar en los semestres más avanzados de la formación de ingeniería, mostrando así su versatilidad y su valía en la formación integral.

Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Unidad Culhuacán
CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE FILTRACIÓN DE LUBRICANTES

Objetivo del proyecto:
Diseñar un sistema de filtración capaz de mantener objetivos de limpieza basándose en la norma ISO-4406199.

Problemática para su desarrollo:
Las empresas mexicanas necesitan aumentar o mantener su productividad y evitar circunstancias en las que implique la falta de componentes mecánicos debido a impurezas que presentan los lubricantes y lleve al paro forzado de la producción o bien al cambio de refacciones.

DESARROLLADORES DEL PROTOTIPO:

Propuesta de solución:
Se propone la construcción de un equipo de filtración tal que ayude a alcanzar un grado adecuado de limpieza para lubricantes, para la construcción de este equipo se desarrollará un sistema hidráulico que libere el aceite lubricante, compuesto por una bomba de desplazamiento positivo, un sistema de tuberías, filtros, toma para muestra de fluido.

DISEÑO DE PROTOTIPO:

DESARROLLADORES DEL PROTOTIPO:
Catalay Nel-Muñoz
Cristóbal Gracadas Sebastián
Luis González Emmanuel
Rocío Callejas Oscar

9° ENCUENTRO ACADÉMICO INDUSTRIAL DE INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AUTOMATIZACIÓN

TÍTULO DEL PROYECTO:
PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR MEDIO DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN GENERADOR HÍBRIDO EÓLICO-FOTVOLTAICO.

OBJETIVO GENERAL:
DESARROLLAR E IMPLEMENTAR UN GENERADOR ELÉCTRICO HÍBRIDO QUE FUNCIÓN LA ENERGÍA EÓLICA Y LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA Y LAS TRANSFORME EN ENERGÍA ELÉCTRICA, UTILIZANDO MATERIALES RESISTENTES A SUS CONDICIONES DE TRABAJO, DE FÁCIL ACCESO ECONÓMICO PARA LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, CON EL FIN DE SATISFACER LAS NECESIDADES BÁSICAS DE ILUMINACIÓN Y BAJO CONSUMO DE ENERGÍA, ESPECÍFICAMENTE EN LA CASA DEL SEÑOR MAGARIO RIVERA QUE SE ENCUENTRA EN LA COMUNIDAD RURAL "AMPLIACIÓN CHALMA".

PROBLEMÁTICA QUE MOTIVÓ EL DESARROLLO DEL PROYECTO:
EN MÉXICO EXISTEN MÁS DE 400 MIL VIVIENDAS SIN ENERGÍA ELÉCTRICA, PRINCIPALMENTE COMUNIDADES INDÍGENAS Y RURALES. ESTO ES DEBIDO A QUE LAS COMUNIDADES SE ENCUENTRAN EN TERRENOS DE DIFÍCIL ACCESO O LA INFRAESTRUCTURA INADECUADA, DIFICULTANDO LA EXTENSIÓN DE LÍNEAS Y TAMBIÉN QUE LOS HABITANTES DE DICHAS COMUNIDADES SON DE BAJOS RECURSOS ECONÓMICOS IMPOSIBILITANDO LA MANUTENCIÓN DEL SERVIDIO, TAL ES EL CASO DEL SEÑOR MAGARIO RIVERA QUE SE ENCUENTRA EN LA COMUNIDAD RURAL "AMPLIACIÓN CHALMA" EN EL LA DELEGACIÓN NO CHALMO, CIUDAD DE MÉXICO, QUIEN NO CUENTA CON LUZ ELÉCTRICA POR PARTE DE LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD, CUENTA CON UN GENERADOR A GASOLINA DEL CUAL NO PUEDE CONTRAR SU USO Y SU FUENTE DE ILUMINACIÓN NOCTURNA ES LA LUZ DE VELAS EN SU HOGAR.

RESUMEN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN PROYECTO:
EL GENERADOR ELÉCTRICO HÍBRIDO EÓLICO-FOTVOLTAICO ESTÁ DISEÑADO PARA SER UN SOLO CUERPO, SIN EMBARGO, ESTÁ DIVIDIDO EN 4 SISTEMAS FUNDAMENTALES, EL SISTEMA FOTOVOLTAICO QUIEN SE ENCUENTRA EN LA PARTE SUPERIOR, PERO SE SOSTIENE DESDE LA PARTE MÁS BAJA DEL MISMO, EL SISTEMA EÓLICO SE ENCUENTRA EN LA PARTE CENTRADA Y EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN CONFINADO EN LA BASE Y EL BANCO DE BATERÍAS. EL SISTEMA RESPONDE A UN CONSUMO BAJO DE ENERGÍA ELÉCTRICA GRACIAS A LAS CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS EN LA ZONA DE IMPLEMENTACIÓN DEBIDO A QUE EN EL CASO IDEAL GENERA ELECTRICIDAD POR MEDIO DE LOS DOS PRIMEROS SISTEMAS, SIN EMBARGO, EN CONDICIONES REALES ES LA PRODUCCIÓN POR UN SOLO SISTEMA ES CONSECUENCIA DEL MEDIO.

DESARROLLADORES:
GOSHONZO
TOGASHI MAMI

**LEON BAUTISTA
MARCO ANTONIO**

**MÁRQUEZ DE
LEÓN JOAQUÍN
DAVID**

Asesores:
Ing. Blanca Valdez
Julio Alberto
Ing. Jorge Pérez Murillo
Ing. Jesús A. Pérez Expósito
M. en C. Elsa González Paredes

**facebook.com/realha
twitter.com/realha8
telegram.me/realha8**

29 y 30 de Noviembre, ESIME Unidad Culhuacán

Figura 1.
Construcción de prototipos

La metodología STEM-S en la formación del ingeniero en computación

El curso se desarrolló en tres etapas. En la primera se aborda el asunto de la identidad en general y de la identidad politécnica en particular. Aquí se parte del reconocimiento del “yo” particular como una construcción que tiene sus raíces en el ámbito de lo social, pero que atiende a la primera persona: ¿quién soy?, ¿qué espero del futuro?

Primera etapa

Esta primera aproximación se realiza por medio de un ejercicio de reflexión sobre la propia identidad y el impacto del uso de las inteligencias artificiales como parte de la constitución de su “yo”. Andrea, en su reflexión sobre su identidad, asevera lo que sigue:

Me considero una persona no tan social y tímida; las redes sociales me ayudan a socializar a través de una pantalla de un celular. Las redes sociales son importantes en mi vida, puesto que las utilizo para todo, tanto para comunicarme con mis maestros, novio, familiares y amigos, ver las noticias del transporte que ocupo para trasladarme de mi casa a la escuela, hasta para poder ver tutoriales de lo que sea, por ejemplo, cómo hacer una integral, por lo cual considero que las redes sociales son parte de mi día a día.

Lo que me gusta ver en redes sociales es lo que publican mis amistades, ver videos académicos, de belleza, sobre cómo están explorando lugares en el mundo.

A partir de lo quedó expresado, podemos subrayar que los estudiantes que ingresan al Instituto Politécnico Nacional tienen una huella que caracteriza su personalidad, y esto es que forman parte de, al menos, una comunidad virtual. Las redes sociales forman parte de sus vidas; son el vehículo por medio del cual construyen sus narraciones y su sentido de pertenencia; “lo hacen en diferentes formatos (video, audio, texto...) y dedican tiempo a construir esa imagen de sí mismos, mostrando al menos una parte de lo que son, buscando el refuerzo a través de las interacciones y de las respuestas que reciben de sus iguales, dando mucha importancia a lo que se dice de ellos” (López Lajusticia, 2023, p. 4). El reto pedagógico y didáctico es vincular el uso de las redes sociales a los contenidos propios de la ingeniería. Como puede leerse, Andrea se considera una persona tímida, pero las redes

sociales le permiten comunicarse y mantenerse al tanto del mundo que la rodea.

Sin embargo, no todo es positivo. Jaziel expresa cómo las redes sociales le generaron inseguridad.

[...] la necesidad de tener redes sociales se generó en mis últimos años de primaria, cuando la mayoría de mi grupo comenzó a comentar y a presumir que tenían Facebook, no sé lo que haya pasado, pero comencé a notar un cambio significativo en el salón, donde por una parte se veía a las personas que tenían redes sociales y a las personas que no conocían de qué se trataba este nuevo mundo virtual.

Hasta que, al final del día, solamente quedé yo, viendo cómo las personas comentaban y disfrutaban sus contenidos en redes sociales, provocando una inseguridad en mí y generando la necesidad de ser aceptado en ese grupo, así que comencé a buscar la manera de tener una red social y así por fin decir con toda libertad “Yo también tengo”, pero, ¿de qué me sirvió si al final de cuentas no volví a saber de ellos? Actualmente, no sé qué haya sido de ellos; solo sé que me arrepiento de haber generado una inseguridad en mí.

La identidad es sumamente importante en la formación del ingeniero, pues es en sus procesos de construcción donde se desarrollan las sensibilidades sociales para reconocer los actos morales de su formación como ingenieros, actos que impactan directamente en la vida de las personas de una comunidad. La identidad, como proceso

se da a través de un interjuego entre factores personales y sociales. El modo en que el sujeto se percibe, el modo en que cree que lo perciben los demás y el modo en que lo define su entorno, generan distintas representaciones de sí mismo, que funcionan como fuentes para los modelos de identificación (Urbano y Yuni, 2016 citados en Lardies y Potes, 2022).

Ahora bien, como parte del proceso de construcción de la identidad, se realiza una actividad de índole social que complementa la autorreflexión movida por la pregunta ¿quién soy?, a través de la cual los compañeros de grupo reconocen, mediante un diploma, las cualidades o fortalezas del compañero en cuestión, así como las debilidades o indeterminaciones que consideran podrían ser áreas de oportunidad. Con ello se busca dar respuesta a la pregunta: ¿cómo me ven los demás? A continuación, se presenta un ejemplo de ello (Figura 2).

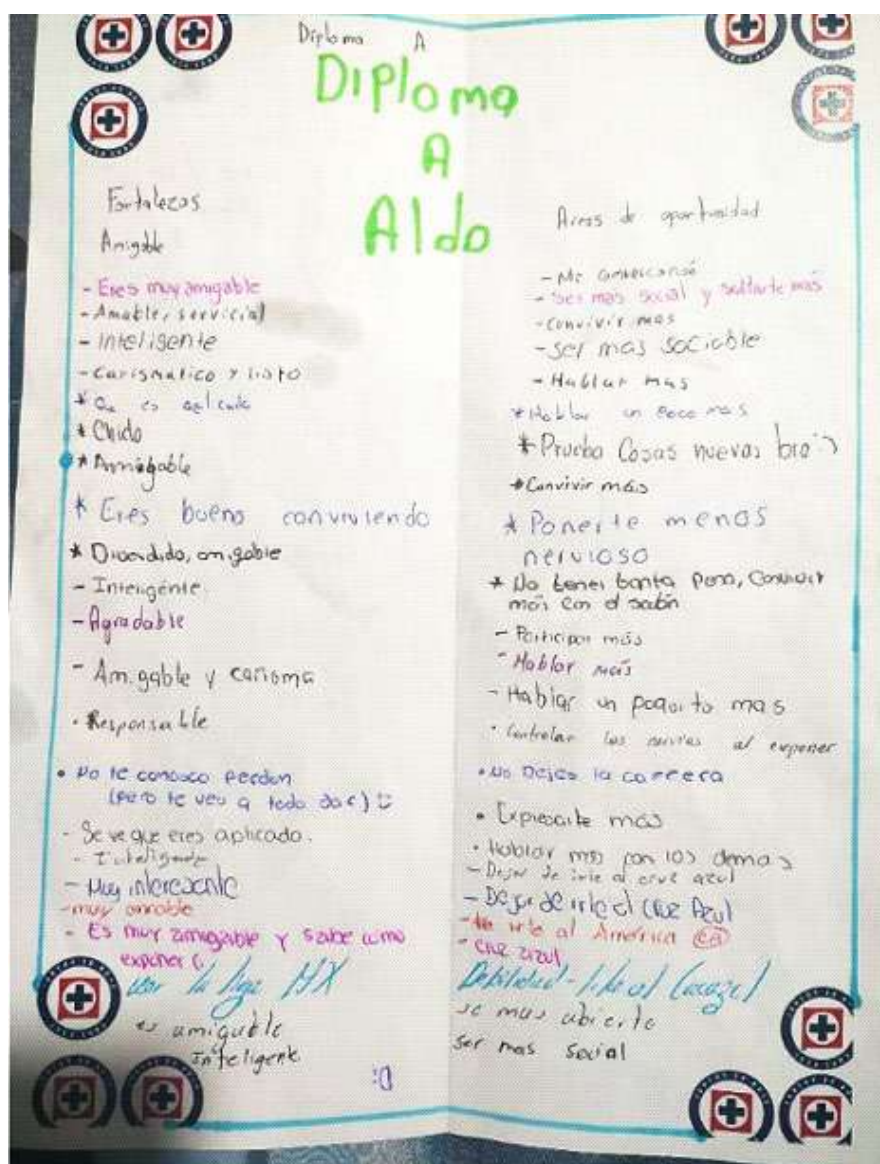


Figura 2.
Diploma de identidad social

Al final de la actividad, el diploma regresa a manos de su dueño; él las lee y se realiza un ejercicio de razonamiento grupal en el que los estudiantes manifiestan sus acuerdos o desacuerdos, pero lo más importante es que, en este ambiente dialógico, aprenden a valorar, en sentido positivo, cómo los ven los demás y la importancia de pertenecer a un grupo. Es decir, valoran las cualidades que, a los ojos de los demás, tienen un valor para el grupo. En este sentido, la identidad es una conformación compleja que implica una relación intrasubjetiva y otra intersubjetiva; se trata de la conformación del yo fisiológico-corporal y, al mismo tiempo, de la formación como encuentro de subjetividades que comparten lengua y códigos culturales colectivos.

La escuela cumple un papel fundamental en la formación de una juventud comprometida y res-

ponsable del impacto del hombre en el medio ambiente y el entorno social; por eso, es importante construir una cultura escolar afianzada en valores democráticos que ponga al servicio de la sociedad, en lo particular, y de la humanidad, en lo general, los conocimientos y prácticas profesionales de sus egresados. Ello solo será posible en la medida en que la escuela genere políticas educativas y de formación docente que apunten a la construcción de ejercicios didácticos que promuevan la reflexión, el desarrollo del pensamiento crítico y prácticas profesionales orientadas a crear ciencia, tecnologías y técnicas dirigidas a la solución de los graves problemas que enfrentan el medio ambiente y las especies que habitan este planeta.

Segunda etapa

En un afán por consolidar o contribuir a la formación de la identidad profesional, en el ejercicio pedagógico se realizó un estudio para conocer los factores que conforman la identidad politécnica, la cual representa el sentido de pertenencia, los valores y los principios que distinguen a quienes forman parte de esta institución, así como sus emociones, sentimientos, percepción y conocimiento del ser politécnico. Esta identidad no solo fortalece el orgullo de ser politécnico, sino que también fomenta un compromiso con el desarrollo del país y el bienestar social. Dicha identidad se basa en la historia de la institución, los símbolos, la filosofía y los valores institucionales. Esta identidad no se limita únicamente al ámbito académico y profesional, sino que también se refleja en la cultura estudiantil, en la unidad de su comunidad y en la participación en actividades extracurriculares, deportivas y de servicio social.

El ejercicio se realizó mediante una serie de entrevistas sobre identidad que los estudiantes del grupo de estudio hicieron al resto de la unidad académica.

El cuerpo de preguntas se construyó a partir del análisis teórico de la formación de la identidad, así como del diseño del objetivo. A continuación, se presentan dos ejercicios realizados por estudiantes, donde reportan el propósito que persiguieron, las entrevistas y los resultados (Esquema 1).

El estudio sobre la identidad politécnica realizado por los estudiantes de la ESIME Culhuacán proporciona una visión valiosa sobre cómo los jóvenes construyen su sentido de pertenencia a la institución, al mismo tiempo que desarrollan su identidad personal y juvenil. A través de las entrevistas realizadas, se ha podido identificar el orgullo y la conexión emocional que muchos estudiantes sienten con el IPN, destacando el simbolismo del Huelum (porra politécnica) y los valores politécnicos como elementos clave en su identidad. Además, el estudio refleja cómo las redes sociales y la inteligencia artificial forman parte integral de la vida cotidiana y académica de los estudiantes.

Si bien estas herramientas digitales facilitan la comunicación, el aprendizaje y la resolución de tareas, también influyen en la percepción que los estudiantes tienen de sí mismos y de su entorno. El uso responsable y consciente de estas tecnologías puede potenciar el crecimiento académico y personal, permitiendo una integración más efectiva en la comunidad politécnica. La identidad politécnica no sólo se construye a partir de la pertenencia a una institución educativa, sino también a través

de las experiencias individuales, las interacciones sociales y el uso de herramientas digitales.

Este estudio invita a reflexionar sobre el papel que desempeñan la cultura institucional y las tecnologías emergentes en la formación de los futuros profesionales como ingenieros y ciudadanos, pero, al mismo tiempo, es un instrumento para que los alumnos promotores del estudio identifiquen y analicen sus responsabilidades sociales y profesionales como ingenieros.

Tercera etapa

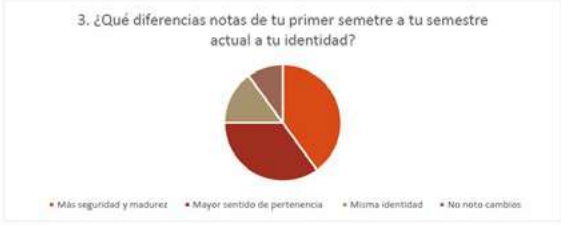
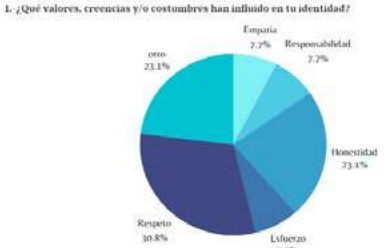
El momento culminante de la formación profesional de este semestre se realiza con la investigación de los problemas sociales que pueden ser atendidos por los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Computación, mediante los conocimientos, destrezas, habilidades y valores que ponen en la construcción de un prototipo que resuelve un problema social.

El trabajo se desarrolla de manera colectiva, por lo que cada integrante debe poner sobre la mesa, para la construcción del prototipo, sus conocimientos, su disposición y sus habilidades. Deben permanecer en constante comunicación, poniendo en juego, de la mejor manera, su empatía para asumir las diferencias y los desacuerdos.

A continuación, se presenta el desarrollo de un prototipo realizado por los estudiantes. Cabe destacar que la materia es de humanidades y que son estudiantes del primer semestre de las carreras de Ingeniería en Computación e Ingeniería Mecánica (Figuras 3 y 3 bis).

La construcción de la subjetividad se desvela como un acontecimiento de alteridad, como algo externo que, como sugiere Larrosa (2006), “me pasa” como sujeto en formación, como una dimensión de ordenación de la experiencia propia que le da forma a la experiencia; “es una relación en la que algo pasa de mí a lo otro y de lo otro a mí” (Larrosa, 2006, p. 93). La formación es un proceso experiencial; siempre hace alusión a un común, es reconocimiento de la relación con el otro, supone una presencia y una mirada que provocan un movimiento interno en nuestros pensamientos y nos impulsan a problematizar la realidad, abriendo nuevos modos de acceso y construcción al conocimiento.

El otro es una fuente, una motivación, para problematizar la realidad desde la perspectiva y las necesidades del otro social, pero también el estímulo que provoca la búsqueda de la solución, de la propuesta. Este es el verdadero trabajo del ingenie-

3°. y 4°. Semestres	7°. y 8°. Semestres
OBJETIVO El objetivo de este trabajo consiste en analizar la construcción y manifestación de la identidad y la identidad politécnica en estudiantes de tercer y cuarto semestre de la ESIME Culhuacán del IPN, explorando la influencia de sus valores, costumbres y el impacto de las redes sociales, tanto en su sentido de pertenencia institucional como en su experiencia académica.	OBJETIVO El objetivo de este estudio es analizar cómo los valores, creencias y costumbres influyen en la construcción de la identidad personal de los estudiantes del séptimo y octavo semestre de la ESIME Culhuacán del IPN, así como de qué manera dichos elementos impactan en la formación de su identidad politécnica, cómo la han construido y cómo se encuentran insertos en ella.
PREGUNTAS 1) ¿Cómo han influido los valores del IPN en tu vida? Me han enseñado disciplina y responsabilidad en mis estudios. 2) ¿Crees que la IA tendrá un impacto en tu área profesional? Sí, creo que la IA va a automatizar muchos procesos y cambiará la forma en que trabajamos. 3) ¿Qué diferencias adviertes de tu primer semestre a tu semestre actual en tu identidad? Ahora me siento más seguro y con más identidad como politécnico 4) ¿Qué emoción te genera ser parte del politécnico? Orgullo y responsabilidad. 5) ¿Realmente querías estudiar en ESIME? ¿Por qué? Sí, porque me gustan las ingenierías y es una de las mejores escuelas. 6) ¿Cuál crees que sea un rasgo fundamental de un politécnico? 7) ¿Crees que el politécnico a través de las redes sociales muestre su compromiso social y profesional? 8) ¿Qué emoción le generó tu primer huelum? 9) ¿Has participado en un evento o actividad de la ESIME? ¿Por qué? 10) ¿Qué te genera ver algo relacionado al IPN en redes sociales?	PREGUNTAS 1.- ¿Qué valores, creencias y/o costumbres han influido en tu identidad? 2.- ¿Por qué decidiste escoger esta carrera y escuela? 3.- ¿Cómo ha influenciado pertenecer al IPN en tu identidad personal? 4.- ¿Con cuáles de los valores politécnicos te sientes identificado? 5.- ¿Qué te convierte en politécnico? 6.- ¿Cuáles fueron algunos de los retos que afrontaste al estudiar en el IPN? 7.- ¿Tienes redes sociales? ¿Por qué? 8.- ¿Consideras importantes las redes sociales en tu vida cotidiana? 9.- ¿Cómo influyen las redes sociales en tu persona?
EJEMPLO DE RESPUESTAS Cuarto semestre Alumno 1 SEXO: F EDAD: 20 CARRERA: Computación • Me han hecho una persona más comprometida y con más sentido de pertenencia. • Sí, la IA transformará la ingeniería y hay que adaptarnos. • Ahora tengo más claro mi futuro profesional. • Orgullo y responsabilidad. • Sí, porque es una escuela con gran reconocimiento. • La perseverancia y la ética. • Sí, pero podría mejorar su comunicación con los estudiantes. • Me llenó de emoción y energía. • Sí, en un evento académico, porque quiero aprender más. • Me motiva a seguir adelante en mi carrera.	EJEMPLO DE RESPUESTAS Octavo semestre Alumno 6 SEXO: M EDAD: 23 CARRERA: Computación 5. ¿Qué te convierte en politécnico? • Mi identidad • El hecho de comprometerse con su carrera y con uno mismo durante el transcurso de esta. • La mentalidad de ser alguien mejor cada día, la convicción que tengo por llegar lejos. • Que termine la carrera; así sí me consideraría politécnico. • El sentido de pertenencia. • Su símbolo, su significado, su creencia de crecer como personas y hasta que te destrocen por completo para volver a crearte como el mejor de todos. • Estudiar en esta institución y querer dejar una huella al mundo. • Mi credencial.
 Análisis: Las respuestas revelan un fuerte cambio en la autopercepción de los estudiantes, relacionado con su crecimiento personal y académico. Hay un claro aumento en la confianza en sí mismos, la seguridad y la claridad sobre su futuro profesional. Este cambio refleja cómo la experiencia académica y la socialización dentro del IPN contribuyen al desarrollo de la identidad.	 Los valores, creencias y/o costumbres que más influyeron en los politécnicos fue el respeto y la honestidad con un 30.8% en el respeto que fue el más alto y de ahí le sigue la honestidad con un 23.1% debido que son valores con los que más hemos mejorado y crecido durante nuestras diferentes etapas.

Esquema 1.

Estudios de identidad politécnica

Filtro Inteligente de Agua con Control Computarizado para el Tratamiento de Agua Potable en Zonas Vulnerables

Elaborado por: Esquivel Álvarez; Santiago García Correa, Alejandra García Gutiérrez; Yumi Liliana Guadío Rodríguez; Eduardo Alexander Guzmán Ramírez; Jacqueline Hernández Terrón Diego.

I. PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

En la Ciudad de México, especialmente en zonas vulnerables como Iztapalapa, Xochimilco, Tláhuac y Gustavo A. Madero, persisten serios problemas en el acceso a agua potable de calidad. Aunque el 98.9% de las viviendas cuenta con agua entubada (INEGI, 2020), esto no garantiza que el suministro sea constante ni seguro.

La infraestructura hidráulica presenta fugas, tuberías deterioradas y conexiones ilegales, lo que genera pérdidas de hasta el 40% del agua distribuida. Estas condiciones propician que el agua llegue con sedimentos, olores o incluso contaminantes microbiológicos.

Muchas familias solo reciben agua por tandeo, es decir, en horarios limitados, lo que las obliga a almacenarla en condiciones poco higiénicas o a comprar agua embotellada.

Además, SACMEX ha reportado un incremento en las quejas por calidad del agua, incluyendo turbidez, sabor desagradable y colocación inusual, lo que evidencia la falta de monitoreo en tiempo real.

II. JUSTIFICACIÓN

La falta de acceso continuo y seguro al agua potable en zonas vulnerables representa un problema de salud pública y de equidad social. Es urgente desarrollar soluciones tecnológicas accesibles que permitan mejorar la calidad del agua consumida.

Un filtro inteligente, económico y equipado con sensores para medir pH y turbidez, permitirá a las personas monitorear en tiempo real el agua que consumen. Esto mejorará su salud, reducirá costos y promoverá el uso responsable del recurso.

III. OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar una página web en HTML que permita simular el monitoreo en tiempo real de la calidad del agua proveniente de un sistema de filtración integrando parámetros clave como pH y turbidez junto con explicaciones informativas y accesibles para el usuario.

Objetivos Específicos

Programación en HTML, representando lecturas dinámicas que emulen el comportamiento de un sistema embebido conectado a un microcontrolador (ESP32).

IV. ANTECEDENTES

Diversos estudios han abordado el monitoreo de la calidad del agua potable mediante tecnologías digitales y sensores inteligentes. Por ejemplo, en el artículo "Sistema inteligente de monitoreo de calidad del agua utilizando entorno IoT" de Jadhav et al. (2020), se diseñó un sistema IoT basado en sensores de pH, turbidez y TDS conectados a un microcontrolador, con la capacidad de enviar datos a través de Wi-Fi a una aplicación. Este proyecto demostró la viabilidad técnica de medir parámetros en tiempo real y enviar alertas al usuario, lo cual resulta clave en zonas con problemas de acceso al agua limpia.

De manera similar, el estudio "Sistema de monitoreo de calidad del agua utilizando IoT y computación en la nube" (Chaudhary y Khadgaire, 2022) utilizó sensores digitales conectados a una red inalámbrica para almacenar datos de calidad del agua en la nube y mostrarlos en una interfaz web. Esta solución propuso una arquitectura escalable, aunque con costos relativamente elevados debido al uso de servicios externos de almacenamiento. No obstante, resalta la importancia de una visualización clara y accesible de los datos para la toma de decisiones sanitarias.

El artículo "Diseño e implementación de un sistema automatizado para el monitoreo de calidad de agua potable" (Ramírez López, 2021) propuso un sistema autónomo con microcontroladores, sensores analógicos y una pantalla LCD para mostrar la información localmente. Aunque el enfoque fue más limitado en cuanto a conectividad web, demostró que es posible aplicar estos sistemas en comunidades con escasos recursos tecnológicos y sin acceso continuo a internet.

Tomando como base estos antecedentes, el presente proyecto propone el desarrollo de una página web en HTML, conectada a un microprocesador ESP32, que simule y posteriormente permita el monitoreo real de un filtro inteligente de bajo costo. El sistema integrará sensores de pH, turbidez y TDS, cuyos datos serán enviados al navegador del usuario mediante una red local (Wi-Fi) eliminando la dependencia de servicios en la nube y reduciendo costos. Además, la interfaz web incluirá descripciones técnicas integradas para facilitar la interpretación de los parámetros, brindando así una solución educativa, funcional y accesible para zonas vulnerables de la Ciudad de México.

V. MARCO TEÓRICO

El acceso al agua potable es un derecho humano fundamental y un factor clave para la salud pública. Sin embargo, en muchas regiones urbanas y rurales, especialmente en zonas vulnerables como algunas delegaciones de la Ciudad de México, el suministro de agua no cumple con los estándares de calidad, que regula los límites permisibles de calidad del agua potable.

a) Calidad del Agua y Parámetros Fisicoquímicos

La calidad del agua se evalúa a través de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. En este proyecto se monitorearon tres de los principales indicadores: pH, nivel de acidez o alcalinidad del agua. El rango aceptable para consumo humano está entre 6.5 y 8.5. Valores fuera de este rango pueden indicar corrosividad o presencia de contaminantes.

Turbidez: Se refiere a la presencia de partículas en suspensión que reducen la claridad del agua. Se mide en unidades NTU (Nephelometric Turbidity Units), y debe estar por debajo de 5 NTU para considerarse segura.

TDS (Total Dissolved Solids) Representa la concentración de sólidos disueltos como sales, minerales y metales, medidos en partes por millón (ppm). El límite recomendado para agua potable es de 500 ppm.

b) Internet de las Cosas (IoT) y Sensores Inteligentes

El Internet de las Cosas (IoT) permite la conexión de sensores físicos a sistemas computacionales para el monitoreo remoto y en tiempo real. En el contexto de la calidad del agua, los sensores de pH, turbidez y TDS pueden integrarse a través de microcontroladores como el ESP32, que ofrece conectividad Wi-Fi y capacidad de procesamiento eficiente. La ventaja del uso de sensores digitales con IoT es que permite detectar de manera inmediata cualquier desviación en los parámetros, lo cual es esencial para prevenir riesgos sanitarios y mejorar la confianza en el consumo de agua.

c) Microcontrolador ESP32

El ESP32 es un microprocesador de bajo costo con conectividad Wi-Fi y Bluetooth, ampliamente utilizado en proyectos de electrónica e IoT. Su arquitectura de doble núcleo y compatibilidad con múltiples sensores lo hace ideal para aplicaciones en tiempo real como el monitoreo ambiental. Además, puede alojar páginas web sencillas (servidores web embebidos), lo que permite visualizar datos directamente desde un navegador sin necesidad de internet externo.

d) Desarrollo Web en HTML

El lenguaje HTML (HyperText Markup Language) permite estructurar y presentar información de forma clara y accesible en navegadores web. En este proyecto, se utilizó para crear una interfaz gráfica básica (HMI) que muestre los datos de calidad del agua provenientes del ESP32, sin depender de plataformas externas. Esta visualización directa facilita la toma de decisiones por parte del usuario final, incluso en zonas con conectividad limitada.

VI. IMPLEMENTACIÓN

a) Programación del microprocesador

El sistema comienza al encender el microcontrolador ESP32, el cual configura los sensores de pH y turbidez, y crea una red Wi-Fi local para conectarse sin necesidad de internet. Esto permite que los usuarios accedan desde su celular o computadora a una página web sencilla para visualizar el estado del agua.

Una vez iniciado, el ESP32 realiza lecturas continuas de los sensores. El sensor de pH mide el nivel de acidez o alcalinidad del agua, mientras que el sensor de turbidez evalúa su claridad. Los datos obtenidos son comparados con los límites establecidos por las normas de agua potable: pH entre 6.5 y 8.5, y turbidez menor a 5 NTU.

Si ambos valores están dentro del rango, el sistema indica que el agua es segura. Si alguno se sale del rango, emite una alerta visual en la interfaz web. Esta página muestra los valores actuales y el estado del agua en tiempo real.

El sistema trabaja de forma continua, actualizando constantemente los datos para permitir un monitoreo rápido, accesible y confiable, pensado especialmente para comunidades vulnerables.



Programación de la página web y el microprocesador

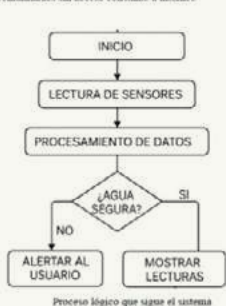
b) Programación de la página web

La interfaz web fue desarrollada en HTML, y está alojada directamente en el microcontrolador ESP32. Permite a los usuarios visualizar, desde cualquier navegador, los valores de pH y turbidez del agua en tiempo real, sin necesidad de internet. Al conectarse a la red Wi-Fi generada por el ESP32, el usuario accede a una página sencilla y clara que muestra:

-El valor actual de pH

Figura 3.
Diseño de un dispositivo tecnológico de solución a un problema social

La página es responsive, compatible con celulares, tabletas y computadores, y su diseño busca ser intuitivo, accesible y útil para comunidades sin acceso constante a internet.



Proceso lógico que sigue el sistema

c) Elaboración del filtro de agua

El filtro de agua en el proyecto cumple la función de mejorar la calidad física del agua antes de su análisis por parte de los sensores. Su implementación se integra al sistema como la primera etapa del proceso, permitiendo reducir impurezas visibles y reducir la turbidez inicial.

El agua pasa primero por el filtro, y posteriormente es evaluada mediante los sensores de pH y turbidez conectados al microcontrolador. Esta secuencia garantiza que el análisis de calidad se realice sobre agua previamente tratada, aumentando la confiabilidad de las lecturas obtenidas. Durante las pruebas realizadas, se pudo observar una mejora en la apariencia y claridad del agua después del filtrado, lo cual permitió que los valores registrados por los sensores fueran más estables y representativos. Esta etapa también ayudó a simular las condiciones reales de un sistema de purificación doméstico, mostrando cómo un filtro previo puede complementar la detección inteligente del sistema.



Componentes del sistema

VII. RESULTADOS

a) Elaboración del sensor de pH

Durante la elaboración del sensor de pH, uno de los principales retos fue lograr una medición precisa y estable. Al inicio, el sensor no arrojaba valores coherentes, ya que mostraba lecturas fluctuantes o alejadas del rango esperado, incluso con soluciones de referencia. Esto se debió a varios factores, entre ellos la necesidad de calibración adecuada, la sensibilidad a interferencias eléctricas y la calidad del sensor económico utilizado.



Sistema para la medición del pH

Para intentar resolverlo, se realizaron varios ajustes en el código, conexiones, y pruebas con diferentes líquidos, pero los resultados seguían siendo inconsistentes. Esta dificultad nos impidió integrar correctamente el valor real del pH en el sistema durante la fase inicial. Sin embargo, se identificaron las causas y se dejó como propuesta mejorar la calibración con soluciones buffer.

b) Elaboración de la página web

La elaboración de la página web fue exitosa. Se diseñó una interfaz en HTML sencilla pero funcional, alojada directamente en el ESP32. La página mostró correctamente los valores leídos por los sensores conectados, en especial la turbidez, y actualizaba los datos en tiempo real a través del navegador.

El diseño fue claro, con texto bien distribuido y colores que indican si el agua era segura o no. Además, la visualización funcionó correctamente en dispositivos móviles, lo cual confirmó que el sistema era accesible y extendible para cualquier usuario. No se presentaron errores críticos y la experiencia fue satisfactoria.



Página web finalizada

c) Filtro de agua

Al aplicar el filtro dentro del sistema, se comprobó que el agua salía con una apariencia más clara en comparación con la muestra sin filtrar. Esto fue especialmente evidente cuando se usaron muestras con turbidez visible. Después del filtrado, se redujeron las partículas suspendidas, lo que permitió que el sensor de turbidez registrara valores más bajos y estables.

Durante las pruebas, también se notó que el comportamiento del sistema mejoró, ya que las lecturas eran más constantes y el análisis posterior más confiable. Esto confirmó que la etapa de filtrado, aunque sencilla, tuvo un impacto positivo en la calidad física del agua evaluada.



Filtro de Agua

En resumen, el filtro permitió que el agua llegara en mejores condiciones al sistema de monitoreo, lo que se reflejó directamente en la estabilidad de las mediciones y en una visualización más precisa para el usuario.

VIII. CONCLUSIONES

El desarrollo del proyecto "Filtro Inteligente de Agua con Control Computarizado para el Tratamiento de Agua Potable en Zonas Vulnerables" permitió cumplir con los objetivos planteados, logrando integrar satisfactoriamente un sistema capaz de simular el monitoreo en tiempo real de la calidad del agua. Uno de los logros principales fue la elaboración de una página web en HTML embebida en el ESP32, que mostró con claridad los valores obtenidos por los sensores de pH y turbidez, cumpliendo con el objetivo general y específico del proyecto.

Aunque en un inicio se presentaron dificultades con el sensor de pH, relacionadas con lecturas inestables, estas se resolvieron durante el proceso. Finalmente, el sensor logró registrar valores coherentes dentro del rango esperado, lo cual permitió una interpretación confiable del nivel de acidez del agua. Esto refleja el cumplimiento del objetivo de simular datos confiables de calidad del agua a través de sensores integrados.

Además, la etapa de filtrado aportó resultados positivos al mejorar visualmente el agua y estabilizar las mediciones de turbidez. Aunque no fue un objetivo principal, esta etapa reforzó el funcionamiento del sistema al permitir que las lecturas fueran más precisas, fortaleciendo la utilidad práctica del proyecto.

En conjunto, se logró cumplir con lo planteado inicialmente, al desarrollar un sistema funcional, accesible y educativo. El contraste entre los objetivos y los resultados demuestra que fue posible integrar tecnología IoT, sensores y desarrollo web en una solución viable para el monitoreo de agua en tiempo real, con proyección a comunidades vulnerables.

REFERENCIAS

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx>
- Jadhav, S., Patel, P., Jadhav, R., & Patel, M. (2020). Smart water quality monitoring system using IoT environment. International Journal of Engineering Research and Technology (IJERT), 9(6), 231-234.
- Chaudhary, A., & Khadgaire, S. (2022). Water Quality Monitoring System Using IoT and Cloud Computing. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 9(2), 115-120.
- Ramírez López, J. (2021). Diseño e implementación de un sistema automatizado para el monitoreo de calidad de agua potable. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2017). Guías para la calidad del agua potable (9ª ed.). Ginebra: OMS.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2011). Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2014. Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que

Figura 3 bis.
Diseño de un dispositivo tecnológico de solución a un problema social

ro: diseñar y construir soluciones que contribuyan al buen vivir de la sociedad. Por lo que, para crear ingeniería, es importante vivir la interexperiencia —se trabaja la categoría de interexperiencia como experiencia relacional a la manera de Honoré y Palacios (1980)— con el otro como fuente de sensibilidad social, pero también como alter ego interpelante que provoca en mi espacio interno la experiencia reflexiva de la vivencia dinámica del otro en los procesos internos del sujeto en formación.

La colaboración, como fenómeno de formación, es experiencia comunicativa, pero también de interacción con los otros en el desarrollo de tareas de la formación profesional; es decir, tareas educativas que ponen en el centro el diseño del problema y la solución ingenieril. En la interexperiencia colaborativa se reconoce la experiencia de lo incompleto, de la falta, pero, al mismo tiempo, la búsqueda de la completud en la interrelación socioexistencial con los otros. Es una acción que va de fuera hacia adentro y de nuevo hacia afuera, como una acción que ya ha dejado huellas cognitivas y pensantes de nivel superior a nivel personal, y ha construido identificaciones sociales e institucionales, fortaleciendo la construcción del ser social. Este tipo de formación académica intersubjetiva eleva el sentido del aprendizaje, le otorga el carácter de significativo, fincado en la fuerza de la colaboración interrelacional de los estudiantes.

Resultados

La resolución de problemas complejos en la ingeniería requiere del entrenamiento del pensamiento; es un acto cognitivo que implica el desarrollo de la intuición, la emoción, la reflexión, el sentido moral, las creencias, la lógica, la analogía, la inducción y la imaginación, pero no como eventos singulares, sino como habilidades de pensamiento interconectadas, donde cada relación deriva en funciones de pensamiento superior como la conjetura, el razonamiento plausible, la creación de soluciones creativas, la evaluación diagnóstica y prospectiva de situaciones complejas y la construcción de soluciones situadas para la toma de decisiones.

En este sentido, la experiencia juega un papel muy importante, pues permite la conformación de la manera en que leemos el universo. En primera instancia, la experiencia es algo exterior; siguiendo a Larrosa (2006), “algo que me pasa”, que no depende de mí, pero que me pasa a mí. En segunda instancia, me transforma, da forma a mi subjetividad porque toca mis sensibilidades y mis vulnerabilidades, alterando mis ideas, pensamien-

tos y creencias con las que interpreto el mundo; es decir, el mapa de mis representaciones con las que me oriento por la vida, provocando en mí un acto de reflexión de mi mismidad. “De ahí que la experiencia me forma y me transforma” (Larrosa, 2006, p. 90).

En el camino de su formación-transformación, el estudiante de ingeniería desarrolla su pensamiento crítico a través del otro y de la mediación de la tarea; es decir, de la construcción del prototipo de solución a problemas sociales. El prototipo le permite despuntar las habilidades de pensamiento crítico esenciales del trabajo de ingeniería: el diagnóstico y el diseño, generando procesos fundamentales de conceptualización desde donde infiere qué teorías generales tienen mayores posibilidades de ser aplicables para explicar lo observado, y valida la aplicación de las teorías generales identificadas en el punto anterior para determinar, en forma deductiva, cuál o cuáles de ellas permiten determinar con mayor fidelidad cuantitativa los procesos causa-efecto que se investigan.

¿Pero cómo vive su experiencia formativa el estudiante de ingeniería desde la asignatura de Humanidades? Arturo lo explica de la siguiente manera:

Durante este semestre, la materia de Humanidades fue muy importante para mí, ya que me ayudó a integrar la parte social y ética a mi formación como estudiante de ingeniería. Esta experiencia me hizo reflexionar sobre quién soy, cómo quiero desarrollarme como profesional y qué valores quiero seguir.

Uno de los temas que más me marcó fue el análisis de problemáticas sociales. Me di cuenta de que la ingeniería no está separada de la realidad en la que vivimos. Al contrario, como ingeniero tengo la responsabilidad de aplicar lo que aprendo para mejorar mi entorno y contribuir de forma positiva a la sociedad.

También reflexioné sobre mi historia personal, mis metas, lo que me motiva y los principios que me guían. Eso me ayudó a entender cómo influye mi contexto en mi manera de pensar y actuar. Gracias a eso, ahora tengo una visión más crítica y consciente de las decisiones que tomo.

Una parte clave del curso fue el diseño de un prototipo con impacto social. Junto a mis compañeros, elegimos una problemática real que afecta a una comunidad y trabajamos en una solución tecnológica práctica e innovadora. Du-

rante el proyecto, fortalecí habilidades como la creatividad, el trabajo en equipo, la comunicación, la toma de decisiones y la integración de ideas distintas para lograr una propuesta ética y viable.

Al final, elaboramos un informe de investigación de ingeniería donde registramos todo el proceso: desde la detección del problema hasta la explicación del funcionamiento del prototipo. Esto me ayudó a mejorar en redacción académica, análisis crítico y argumentación.

En resumen, esta materia me dejó mucho más que conocimientos técnicos. Me permitió crecer como persona y como estudiante, desarrollar una conciencia social más clara y prepararme mejor para ser un profesional responsable.

Las palabras de Arturo dan cuenta de que la construcción del prototipo juega un papel esencial en la formación del pensamiento crítico y en la formación ética desde la alteridad. Asimismo, muestran que la intervención didáctica utilizando STEAM-H potencia las habilidades de diagnosticar y diseñar, las dos principales funciones del ingeniero (diagnóstico y diseño), para resolver problemas con conciencia social.

Conclusiones

De acuerdo con el STEAM-S, la formación es un proceso experiencial; siempre hace alusión a un común, es reconocimiento de la relación con el otro, supone una presencia y una mirada que provocan un movimiento interno en nuestros pensamientos y nos impulsan a problematizar la

realidad, abriendo nuevos modos de acceso y construcción al conocimiento. La colaboración, como fenómeno de formación, es experiencia comunicativa, pero también de interacción con los otros en el desarrollo de tareas de la formación profesional; es decir, tareas educativas que ponen en el centro el diseño del problema y la solución ingenieril.

En este trabajo formativo se partió de indagar sobre la identidad según la pregunta: ¿cómo me veo como estudiante politécnico? Una de las primeras actividades fue la aproximación al desvelamiento de la pregunta por la identidad. Durante esta etapa, el sujeto inicia la formación de su identidad como sujeto politécnico; ya en la segunda etapa, a los estudiantes se les aproxima a referentes sociales del entorno bajo una mirada crítica del contexto económico, político, social y medioambiental, para que vayan formando una imagen del mundo desde la ingeniería de su especialidad, con la idea de que los conocimientos científicos y tecnológicos adquiridos durante el acontecer cotidiano en su escuela tomen sentido en su quehacer como ingenieros. Este momento es cubierto por el diseño del prototipo de solución a un problema social. De esta manera, se aproxima al sujeto a objetos y contextos sociales y artísticos, a fin de promover el desarrollo de sus sensibilidades y emociones, las cuales cimentarán la formación de su pensamiento crítico y ético como ingeniero.

El STEAM-S no solo promueve el conocimiento tecnológico y científico en la formación de los ingenieros, sino que contribuye al desarrollo de habilidades de largo aliento, como lo es el desarrollo del pensamiento crítico y de una actitud ética que permite leer con sensibilidad social los efectos de la ciencia y la tecnología en los acontecimientos humanos.

Referencias

- Buber, M. (1982). Yo y tú (me and you). Ediciones Nueva Visión.
- Campos Arenas, A. (2007). *Pensamiento crítico. Técnicas para su desarrollo* (Critical thinking. Techniques for its development). Aula abierta. Magisterio.
- Damián Simón, J., Montes Pauda, E., Arellano Mont, L.A. (2010). Los estudios de opinión de empleadores. Estrategia para evaluar la calidad de la educación superior no universitaria (Employer opinion surveys: A strategy for evaluating the quality of non-university higher education). *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficiencia y Cambio en Educación (REICE)*, 8(3), 179-203. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55115052012>
- Ennis, R. (1985). Una base lógica para mejorar las habilidades de pensamiento crítico (A logical basis for improving critical thinking skills). *Educational Leadership*, 43(2), 44-48.
- Facione, P.A. (2007). *Pensamiento crítico: qué es y por qué es importante* (Critical thinking: what it is and why it is important). INSIGHT ASSESSMENT. <https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/PensamientoCriticoFacione.pdf>
- Facione, P.A., Facione, N.C., & Giancarlo, C.A. (2000). La disposición hacia el pensamiento crítico: Su carácter, medición y relación con la habilidad de pensamiento crítico (The Disposition Toward Critical Thinking: Its Character, Measurement, and Relationship to Critical Thinking Skill). *Informal*

- Logic, 20(1), 61-84. https://www.insightassessment.com/var/ezflow_site/storage/pdf/J_Infrml_Ppr+_2000+-+Disp+%26+Sks.pdf
- Gras Marín, M. (2019). *Visión STEM para México, Alianza para la promoción* (STEM Vision for Mexico, Alliance for the Promotion). Movimiento STEM. <https://www.movimientostem.org/wp-content/uploads/2021/01/Vision-STEM-para-Mexico.pdf>
- Gras Marín, M., Alí, C., & Segura, L. (2020). *Estrategia Educación STEM para México. Visión de Éxito Intersectorial de los cuatro Ejes Estratégicos* (STEM Education Strategy for Mexico: A Vision for Intersectoral Success Across the Four Strategic Pillars). Movimiento STEAM. https://movimientostem.info/wp-content/uploads/2021/09/Vision-Exito-Intersectorial_-_Cuatro-Ejes-Estrategicos-STEM.pdf
- Halpern, D.F. (1997). *Pensamiento crítico en el curriculum: Una breve edición de pensamiento y conocimiento* (Critical thinking across the curriculum. A brief edition of thought and knowledge). Erlbaum.
- Honoré, B., & Palacios, M.T. (1980). *Para una teoría de la formación. Dinámica de la formatividad* (Towards a theory of formation. Dynamics of formativity). Narcea.
- Lardies, F. & Potes, V.M. (2022). Redes sociales e identidad: ¿desafío adolescente? (Social networks and identity: an adolescent challenge?). *Avances en Psicología: Revista de la Facultad de Psicología y Humanidades*, 30(1), e2528. <https://doi.org/10.33539/avpsicol.2022.v30n1.2528>
- Larrosa, J. (2006). Sobre la experiencia (About the experience). *Revista Educación y Pedagogía*, 18, 43-51. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/19065/16286>
- López Lajusticia, M.G. (2023). Redes sociales: influencia en la construcción de la identidad de las/os adolescentes que residen en centros (Social networks: influence on the construction of the identity of adolescents residing in centers). *RES, Revista de Educación Social*, 36, 106-131. <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/635034>
- Mateos Blanco, T., & Núñez Cubero, L. (2012). *Narrativa y educación: indagar la experiencia escolar a través de los relatos* (Narrative and education: exploring the school experience through stories). *Teoría De La Educación. Revista Interuniversitaria*, 23(2), 111-128. <https://doi.org/10.14201/8648>
- Mead, G.H. (1973). *Espíritu, persona y sociedad: Desde el Punto de Vista Del Conductismosocial* (Spirit, person and society: From the Point of View of Social Behaviorism). Paidós.
- OECD/FAO (2025). *OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2025-2034* (OECD-FAO Agricultural Outlook 2025-2034) OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/67cefa05-es>
- Organización de las Naciones Unidas (2019). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Objetivos, metas e indicadores mundiales* (The 2030 Agenda and the Sustainable Development Goals: An Opportunity for Latin America and the Caribbean. Global Goals, Targets, and Indicators). CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40155-la-agenda-2030-objetivos-desarrollo-sostenible-oportunidad-america-latina-caribe>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2023). *Informe de los objetivos de desarrollo sostenible* (Sustainable Development Goals Report). Edición especial. https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_Spanish.pdf
- Paul, R. y Elder, L. (2025). *Una guía para los educadores en los estándares de competencia para el pensamiento crítico* (A guide for educators on competency standards for critical thinking). Fundación para el pensamiento crítico. <https://www.criticalthinking.org/pages/recursos-en-espanoldeol-resources-in-spanish/455>
- Piette, J. (2003). ¿Qué es un receptor crítico? En: R. Morduchowicz (Coord.) *Comunicación, medios y educación: un debate para la educación en democracia*. (What is a critical receiver? In: R. Morduchowicz (Coord.) *Communication, media and education: a debate for education in democracy*). Octaedro. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=306>
- Programa de Las Naciones Unidas para el Desarrollo (2024). *Informe Anual 2024* (Annual Report 2024). ONU. <https://www.undp.org/es/publicaciones/informe-anual-del-pnud-2024>
- Pulido Varela, J.A. (2024). La E de ingeniería en el enfoque STEM (The E of engineering in the STEM approach). *Academia Y Virtualidad*, 17(2), 137-147. <https://doi.org/10.18359/ravi.7283>
- Reséndiz Núñez, D. (2008). *El rompecabezas de la ingeniería. Por qué y cómo se transforma el mundo* (The engineering puzzle: Why and how the world is transformed). FCE.
- Ruiz-Lugo, L. (2007). *Formación Integral: Desarrollo Intelectual, Emocional, Social y Ético de los Estudiantes* (Comprehensive Education: Intellectual, Emotional, Social, and Ethical Development of Students). *Revista Universidad de Sonora*, 19, 11-13. https://www.academia.edu/12728430/REVIS-TA_UNIVERSIDAD_DE_SONORA
- Schwartz, S.H., & Bilsky, W. (1990). Hacia una teoría del contenido y la estructura universales de los valores: Extensiones y réplicas transculturales (Toward a theory of the universal content and structure of values: Extensions and cross-cultural replications). *Journal of Personality and Social Psychology*, 58 (5), 878-891. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.58.5.878>
- Siegel, H. (1997). *Rationality Redeemed?: Further Dialogues on an Educational Ideal* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315022390>
- UNESCO (2021). Premios UNESCO, Propuesta de creación: Premio internacional UNESCO-Al Fozan para la Promoción de Jóvenes Científicos en Materia de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (CTIM) [UNESCO Prizes, Proposal for creation: UNESCO-Al Fozan International Prize for the Promotion of Young Scientists in Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM)]. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378312_spa

La importancia de los aranceles en la economía mundial y sus consecuencias

Luz María Luna Saeb¹, Gloria Graciela Reyna Hagelsieb², Maria Josefina Hernández Barrera³

Resumen

La evolución que ha tenido el comercio internacional a través del tiempo nos permite entender la manera en cómo está actualmente el orden económico mundial. El comercio mundial abarca el flujo de mercancías y servicios entre países a través de organismos internacionales, tratados o acuerdos firmados entre naciones que forman un bloque económico; todo este desarrollo ha puesto en alerta a los diferentes países del mundo debido al rápido crecimiento que se ha dado y a la manera en cómo las diferentes naciones están respondiendo o enfrentando los nuevos retos que tienen. El presente trabajo tiene como objetivo describir cómo ha evolucionado el comercio internacional, así como el impacto que tienen los aranceles en el mundo, especialmente en Estados Unidos y México. Se analiza el porqué algunas naciones han comenzado a utilizar los aranceles como barrera para retrasar el crecimiento económico en los últimos años y la manera en cómo la toma de decisiones afecta, de manera económica y política, la relación entre países. La metodología utilizada para la realización de esta investigación es cualitativa. El diseño metodológico es de tipo descriptivo y longitudinal, ya que se revisan datos sobre el comercio internacional de algunos países a través del tiempo. Los resultados arrojan que el uso de aranceles como medida proteccionista ha traído como consecuencia la disminución del número de importaciones y exportaciones de mercancías entre países, el encarecimiento de productos y materia prima, así como una posible afectación a las cadenas productivas nacionales, lo que repercute económica y políticamente en los diferentes países.

Palabras clave: aranceles, proteccionismo, globalización comercio internacional.

Cómo citar: Luna, L.; Reyna, G.; Hernández, M. (2026). La importancia de los aranceles en la economía mundial y sus consecuencias.. En Calles, M., Hernández, E., Altamira, J. (Eds.). *Mujeres que transforman conocimiento. Innovación educativa e investigación interdisciplinaria para la sostenibilidad*. High Rate Consulting. <https://doi.org/10.38202/mujerestransf7>

1. <https://orcid.org/0009-0002-3269-5196>, lunasaeb@docentes.uat.edu.mx | Facultad de Derecho y Ciencias Sociales Victoria, México.
2. <https://orcid.org/0009-0002-7181-6894>, glreyna@docentes.uat.edu.mx | Facultad de Derecho y Ciencias Sociales Victoria, México.
3. <https://orcid.org/0000-0003-3119-8673>, josefinahb@docentes.uat.edu.mx | Facultad de Derecho y Ciencias Sociales Victoria, México.

The significance of tariffs in the global economy and their consequential impacts

Abstract

The evolution of international trade over time allows us to understand the current structure of the global economic order. International trade encompasses the flow of goods and services among countries through international organizations, treaties, and agreements signed between nations that form economic blocs. This development has raised concerns among countries around the world due to its rapid growth and the way in which different nations are responding to and addressing the new challenges they face. The purpose of this paper is to describe the evolution of international trade, as well as the impact of tariffs worldwide, particularly in the United States and Mexico. It examines why some nations have begun to use tariffs as a barrier to slow economic growth in recent years and how decision-making affects relationships between countries from both economic and political perspectives. The methodology used in this research is qualitative. The methodological design is descriptive and longitudinal, since data on the international trade of several countries are reviewed over time. The results indicate that the use of tariffs as a protectionist measure has led to a decrease in the volume of imports and exports among countries, higher prices for products and raw materials, and potential disruptions to national production chains, all of which have economic and political repercussions for the countries involved.

Keywords: tariffs, protectionism, globalization, international trade.

Introducción

Con la llegada de Donald J. Trump como el presidente número 47 a la Casa Blanca de los Estados Unidos de América, arribó también un nuevo orden mundial en cuestión económica y política para el resto del mundo, debido a las decisiones que ha tomado el presidente para fortalecer la economía estadounidense.

Con el argumento de proteger a la industria nacional, a las empresas estadounidenses de la competencia internacional y fortalecer el mercado doméstico, el mandatario ha escogido medidas que impactan el ámbito comercial de muchos países. Todo esto deriva de un paquete de aranceles globales, bajo el argumento de que los Estados Unidos enfrentan un gran déficit comercial, lo que traería una emergencia económica para dicho país. Entre los países afectados se encuentra México, ya que, gracias a la renegociación del Tratado de Libre Comercio entre Estados Unidos, Canadá y México, el comercio se ha incrementado entre ellos en los últimos años.

Durante 2024, Estados Unidos aumentó el comercio internacional con varios países en un 2.9 % con respecto a 2023 y, específicamente, el comercio con México creció en un 4.8 % en ese mismo

periodo de tiempo. México se ha mantenido como el primer socio comercial de Estados Unidos, superando a China y a Canadá; pero, a inicios de 2025, Donald J. Trump ha tomado decisiones que afectan el comercio de este país con el resto del mundo, ya que, al anunciar el aumento de aranceles a las importaciones de productos, también difundió un ataque frontal al sistema de libre comercio creado después de la Segunda Guerra Mundial. Específicamente, en el año 2025, el presidente Donald J. Trump anunció un aumento del 50 % al arancel del acero y aluminio. En este rubro, México es el tercer proveedor de acero para Estados Unidos, con un 12.8 %; el primer lugar lo tiene Canadá con un 22.7 % y, en segundo lugar, Brasil con el 15.5 %.

Este tipo de decisiones puede traer un cambio en la economía de muchos países y en el comercio internacional, ya que se tendría que replantear el objetivo de la Organización Mundial de Comercio (OMC), creada en 1995, que es garantizar que los intercambios comerciales se realicen de la forma más fluida, previsible y libre posible; todo esto debido a que los diferentes países del mundo pertenecientes a la OMC podrían tomar medidas similares a las de Estados Unidos, y esto vendría

a obstaculizar el comercio internacional, elevando los precios de los productos para todos.

La presente investigación tiene como finalidad conocer de manera más detallada el efecto de los aranceles en el comercio mundial. Asimismo, se revisarán conceptos como el de globalización, sus características y evolución; se hablará del proteccionismo y se analizará por qué se está regresando a este tipo de práctica, además de las implicaciones económicas que pueden tener las decisiones que tomen los gobiernos de diferentes países, en específico Estados Unidos y México, con respecto al aumento de aranceles a los productos importados.

Desarrollo

Desde que dio comienzo la globalización siempre han existido aquellos que apoyan esta teoría económica y aquellos que no; pero, desde el año 2020, con la llegada del COVID-19, se ha cuestionado mucho más esta teoría por la manera en que se ha desarrollado y cómo ha afectado, en temas económicos y comerciales, a los países pobres o en vías de desarrollo. De tal manera que esta pandemia, que se vivió hace unos años, trajo consigo que los países cuestionaran más la globalización y tomaran ciertas posturas proteccionistas para cuidar la salud de su población.

El concepto de globalización se puede analizar desde una perspectiva política, económica, social, cultural e ideológica. Además, se puede hablar de esta como una etapa en el proceso de internacionalización de las empresas que se inició desde el siglo pasado; la globalización está relacionada directamente con la integración económica entre países, ya que fomenta el comercio de bienes y servicios entre ellos hasta llegar a una integración completa.

Integración económica

La integración económica se trata de un proceso de reducción o eliminación de barreras comerciales, además de la coordinación fiscal y monetaria entre dos o más países; en otras palabras, se habla del establecimiento de normas y regulaciones que favorecen la cooperación y el comercio entre naciones.

En el comercio mundial existen dos extremos. En uno de ellos se encuentra la ausencia total de integración económica; aquí se puede hablar de países autosuficientes, que no necesitan del intercambio comercial con otras naciones. En el otro extremo se ubica la total integración o el mercado mundial de comercio libre, que se caracteriza por

el manejo de una moneda única entre países, la eliminación total de aranceles y el libre tránsito de personas, bienes, servicios y capital.

Por otra parte, la integración económica puede dar origen a dos conceptos importantes, como lo son la creación del comercio y la desviación del comercio. El primer concepto se refiere a que los países miembros de un grupo de integración económica comienzan a enfocarse en la producción de aquellos bienes y servicios en los que son más eficientes, por lo que tienen una ventaja competitiva y empieza a aumentar el comercio entre ellos; todo esto da origen al segundo concepto: la desviación del comercio, que se refiere a cuando los países miembros de una integración comienzan a reducir el comercio con otras naciones que no pertenecen o no son miembros de esa integración. Por consiguiente, se puede decir que la creación del comercio da origen a la desviación del comercio; los países no compran el producto más barato o aquel que es producido de una manera más eficiente, sino que compran el que más les conviene.

Dentro de los objetivos de la integración económica se pueden encontrar varios, como fomentar el comercio, el empleo y el crecimiento económico entre los países firmantes de un acuerdo; eliminar el comercio desleal; desarrollar economías de escala para que las empresas reduzcan sus costos de producción y sean más competitivas, así como fortalecer las relaciones comerciales entre las naciones, buscando además la estabilidad económica de estas.

Las etapas que conforman la integración económica se reconocen como: la zona de libre comercio, la unión aduanera, el mercado común, la unión económica y la unión política. Cada una de estas etapas va evolucionando, puesto que se vuelve más compleja para los países miembros; en otras palabras, se van incluyendo aspectos políticos, económicos y culturales que hacen que las naciones involucradas pierdan parte de su soberanía, lo que conlleva riesgos al no poder tomar decisiones de manera independiente. A continuación, se describen cada una de estas etapas y las particularidades de cada una de ellas, así como sus riesgos y beneficios.

Dentro de las características de la zona de libre comercio se encuentran la reducción de aranceles entre los países miembros, pero siguen conservándose los aranceles de cada uno de ellos frente a terceros países o el resto del mundo. Hay libre flujo de bienes, servicios y capital, así como cada uno de los países firmantes tratará de especializarse en aquello en lo que es eficiente e importará aquellos bienes en donde tiene una desventaja. Un ejemplo de este tipo de integración se puede encontrar en

el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), que fue reemplazado en 2020 por el Acuerdo Estados Unidos-México-Canadá (USMCA).

Como un segundo nivel o etapa de integración se encuentra la Unión Aduanera, que tiene como características que los aranceles entre los países miembros se eliminan completamente; se establecen normas, procedimientos y un arancel común frente al resto del mundo o terceros países, por lo que los países miembros no pueden decidir de manera individual sobre su política arancelaria con países externos o terceros, y hay libre flujo de bienes, servicios y capital. Un ejemplo de este tipo de integración puede ser el Mercado Común del Sur (MERCOSUR) y la Unión Europea, que ya tienen una integración mucho más avanzada. Como se mencionó, los beneficios de este tipo de integración son que hay menos trámites burocráticos y arancelarios entre los países miembros; aunque es importante mencionar que uno de los riesgos latentes que existe es que se pierde parte de la independencia de cada uno de esos países al tener una misma política arancelaria frente al resto del mundo.

En la tercera etapa de la integración económica se puede encontrar el Mercado Común. Las características prevalecientes en esta etapa son la ausencia total de aranceles y barreras comerciales entre los países miembros, tener una política arancelaria común frente al resto del mundo o países no miembros y una libre movilidad de los factores de producción, lo que implica una libre circulación de mercancías, servicios y capital, incluyendo el de personas entre los Estados miembros. Definitivamente, que un país pertenezca a un mercado común trae consigo muchos beneficios, puesto que no hay aranceles entre los países miembros y existen menos barreras comerciales y burocráticas; además, las empresas pueden ofrecer productos a un mejor precio y una mayor variedad para los consumidores en las naciones pertenecientes a este mercado común. Al existir el libre tránsito de personas, se beneficia el intercambio cultural y de conocimientos, por lo que da lugar a un espacio multicultural entre las naciones.

El Mercado Común del Sur (MERCOSUR), integrado por Argentina, Brasil, Uruguay y Paraguay, es un ejemplo de este tipo de integración en el continente americano. Chile, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú y Surinam son Estados asociados que tienen algunos beneficios comerciales con el Mercosur.

En la etapa conocida como Unión Económica se incorporan otras características además de las ya señaladas en la zona de libre comercio, la unión aduanera y el mercado común. Los países

miembros comparten una moneda, existe una total integración de las políticas económicas y la unificación de la política monetaria y fiscal de los Estados miembros; además, se mantiene un arancel común frente al resto del mundo, se cuenta con un banco central y existe libre tránsito de personas, bienes y capital. La Unión Económica Europea puede considerarse un ejemplo de este tipo de integración, ya que utiliza una moneda en común, el euro; cuenta con el Banco Central Europeo, ubicado en Alemania, además de los bancos centrales de los 27 países miembros.

No obstante, así como se encuentran muchos beneficios para los países pertenecientes a esta integración económica, también hay riesgos, ya que, al ceder parte de sus políticas económicas y fiscales a esta unión, se está perdiendo soberanía y la libre decisión sobre cuestiones fiscales, económicas y comerciales. Un ejemplo de ello serían las tasas de interés, el manejo del gasto público, así como el tipo de cambio que manejaban los gobiernos.

Esta etapa de Unión Económica es el paso previo a la etapa de mayor integración entre países, conocida como Unión Política, ya que dicha unión maneja como única la política económica de los diferentes países en uno solo. Las naciones deben renunciar a los poderes nacionales para someterse al liderazgo de un solo gobierno, lo que trajo consigo la creación de un organismo supranacional que está por encima de los demás gobiernos, de manera que se puede decir que es un gobierno centralizado.

Organización Mundial de Comercio

Es importante revisar uno de los principales impulsores de la integración económica que existe entre países, como lo es la Organización Mundial del Comercio (OMC). Este organismo rige el comercio entre países, se ocupa de las discrepancias que existen entre las diferentes naciones firmantes o pertenecientes a dicha organización, así como también funge como un foro de negociación comercial.

La Organización Mundial del Comercio tiene como antecedente el Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT, por sus siglas en inglés), que fue creado en el año 1947 y sustituido por la Organización Mundial del Comercio en 1995. Tiene su sede en Ginebra, Suiza, y fue el resultado de las negociaciones que se dieron en la Ronda de Uruguay, que duró de 1986 a 1994. Actualmente, la Organización Mundial del Comercio tiene 166 miembros, lo que representa el 98 % del comercio mundial.

Dentro de las funciones de la Organización Mundial del Comercio (OMC) se encuentra administrar los acuerdos comerciales entre los países miembros, tratar de resolver las discrepancias o controversias comerciales que existan entre las naciones pertenecientes, brindar apoyo a los países en vías de desarrollo y cooperar con otras organizaciones internacionales, como lo son el Banco Mundial, el Fondo Monetario Internacional, la Organización de las Naciones Unidas, entre otros.

Los principios fundamentales en los que se basa la Organización Mundial del Comercio son la apertura comercial entre los países miembros, el principio de trato nacional o no discriminatorio, también conocido como nación más favorecida entre los miembros, así como la transparencia en sus actividades.

Proteccionismo

Después de analizar el concepto de globalización y su desarrollo, también se debe abordar la contraparte, que es el concepto de proteccionismo. El proteccionismo impone ciertas restricciones comerciales a un país, esto con el único fin de proteger el mercado nacional de la competencia internacional; en la mayoría de las ocasiones, entran en juego las industrias emergentes y la protección al empleo por parte de las empresas nacionales. Esto se puede analizar al revisar las estadísticas económicas de los países, en donde se observa la participación de mercado, las ventas a nivel nacional, los empleos generados y el Producto Interno Bruto (PIB). El proteccionismo es descrito como una doctrina opuesta al liberalismo económico. En muchas ocasiones se aplica cuando hay alguna emergencia nacional y para proteger a los sectores o cadenas productivas nacionales. Además, es una forma de combatir la competencia desleal y defender, como ya se mencionó, a los sectores locales o nacionales de las grandes empresas transnacionales.

Ahora bien, cuando se habla de proteccionismo y de las restricciones que establecen los países, se encuentra el concepto de barreras comerciales. La naturaleza de las barreras que existen en el comercio internacional puede ser arancelaria y no arancelaria; siendo las primeras las que tienen forma de impuesto e impactan directamente en el costo del producto. Por otro lado, las barreras no arancelarias, aunque no tienen forma de impuesto, pueden llegar a impactar el precio del bien que se está importando o exportando por todas aquellas restricciones que se deben cumplir para llegar a un determinado mercado.

Barreras arancelarias

Uno de los objetivos de la OMC es reducir las barreras arancelarias entre los países miembros y la consolidación de los techos arancelarios. El arancel es un derecho aplicado a la importación de bienes, cuyo propósito va más allá de encarecer los productos extranjeros, ya que es una herramienta clave para proteger la producción nacional, fortalecer la recaudación estatal e influir en la relación entre países en el comercio internacional.

Existen otros autores que manejan diferentes definiciones de arancel, dependiendo del punto de vista o área desde la que se aborde; por ejemplo, desde una perspectiva económica, es el derecho de aduana que grava las mercancías importadas por un país y que constituye el instrumento por excelencia del proteccionismo, favoreciendo a los productores nacionales. La Ley de Comercio Exterior también brinda una definición clara de lo que es un arancel y lo define como “las cuotas de las tarifas de los impuestos generales de exportación e importación”.

Los aranceles se pueden aplicar a las exportaciones o importaciones de un país. Cuando se aplican impuestos a la exportación de productos, generalmente se realiza debido a que se quiere aumentar la recaudación tributaria, y es una decisión totalmente económica por parte del gobierno del país en ese momento. En cambio, los aranceles que se establecen a la importación de productos generalmente son para proteger a la industria local, las cadenas productivas nacionales y, finalmente, también como una medida de recaudación fiscal.

Asimismo, hay diferentes tipos de arancel o impuesto a los productos extranjeros. Por un lado, se encuentra el *ad valorem*, que es un porcentaje que se aplica sobre el valor del producto; también se encuentran los aranceles o impuestos específicos, como lo es el monto fijado por unidad importada; y está el mixto, que es una combinación de los dos anteriores. Además, dichos aranceles, según la Ley de Comercio Exterior, pueden adoptar diferentes modalidades. Puede existir un arancel-cupo, que es cuando se establece un arancel preferencial para cierta cantidad de mercancía que se importe o exporte y se aplique una tasa de arancel diferente cuando las exportaciones o importaciones excedan dicho monto. También se encuentra el arancel estacional, que es cuando se establecen tasas diferentes de arancel por períodos del año.

Metodología

El desarrollo de la investigación se enfocó en dos aspectos principales:

- Revisar el impacto que ha tenido la aplicación de aranceles en el comercio mundial.
- Analizar el efecto que han tenido en los últimos años las economías de varios países, específicamente México y Estados Unidos, al utilizar barreras proteccionistas como los aranceles para apoyar a sus empresas nacionales frente a los competidores internacionales.

La investigación se realizó en un periodo comprendido entre los meses de junio y septiembre de 2025. Durante este tiempo se encontraron aproximadamente 50 documentos sobre el tema y se revisaron cerca de 35 documentos que proporcionaban información documental y describían el fenómeno de los aranceles en el comercio internacional, el efecto económico en varios países, específicamente México y Estados Unidos, además de las medidas proteccionistas que se han tomado en los últimos años. La búsqueda de información bibliográfica se realizó en Google Académico, páginas oficiales de organismos que se encuentran en internet, así como también en revistas como *Expansión* y *El Economista*, además de bases de datos de la UNAM.

Asimismo, esta investigación es exploratoria, ya que son eventos que se están desarrollando actualmente, por lo que se están generando datos en tiempo real y se requiere analizar cómo está evolucionando la situación económica de estos países.

Resultados y discusión

En los últimos años se advierte un déficit comercial de Estados Unidos con varios países del mundo, principalmente China y México. En el Gráfico 1 se pueden observar las principales naciones del mundo con las que Estados Unidos mantiene un déficit comercial en el año 2024, por lo que se considera que esta es una de las razones que tuvo el presidente Donald J. Trump para aumentar los aranceles y proteger la economía de su país (Gráfico 1).

Además, se observa que, en el año 2024, Estados Unidos fue uno de los principales países importadores de productos en el mundo; los principales países exportadores a este país fueron México, China, Canadá, Alemania, Japón, Vietnam, Corea del Sur, Taiwán, Irlanda e India. El Gráfico 2 muestra el porcentaje de importaciones de Estados Unidos por país, y el Gráfico 3 muestra los billones de dólares que cada uno de estos países exportó durante el año 2024 a Estados Unidos.

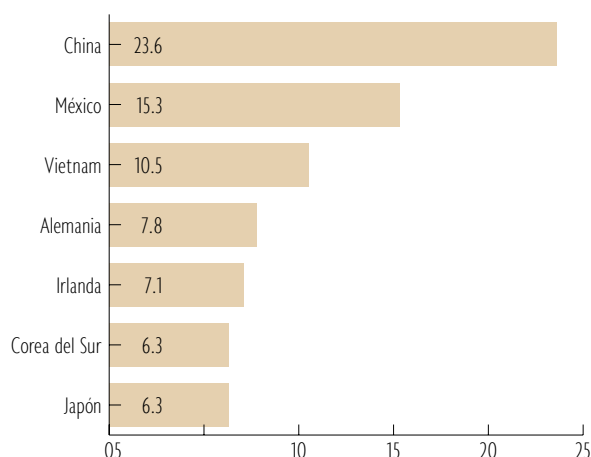


Gráfico 1.

Principales países con los que Estados Unidos tiene déficit comercial 2024

Nota. Principales países con los que Estados Unidos tiene déficit comercial.

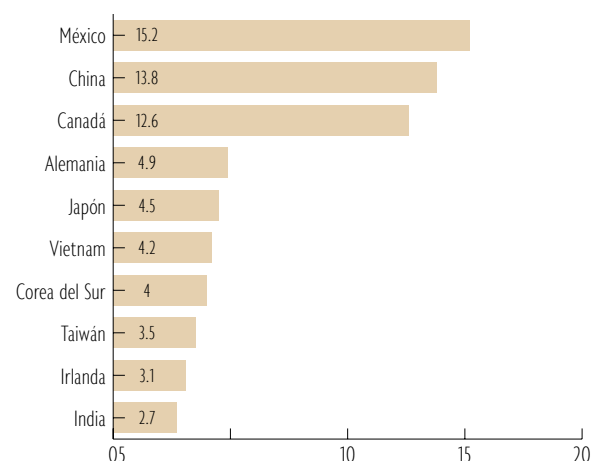


Gráfico 2.

Porcentaje de los principales países exportadores a Estados Unidos

Nota. Porcentaje de los principales exportadores a Estados Unidos.

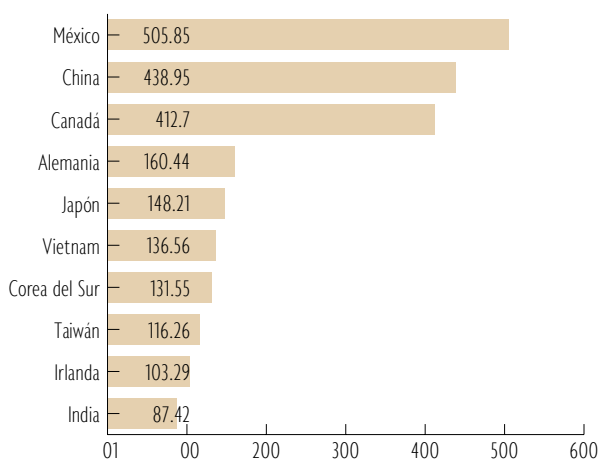


Gráfico 3.

Principales países exportadores a Estados Unidos en billones de dólares

Nota. Principales exportadores a Estados Unidos en billones de dólares.

Entre los efectos que trae consigo la aplicación de aranceles por parte de Estados Unidos a los diferentes países, entre ellos México, destacan las consecuencias para el consumidor final, las empresas locales y la economía de las naciones involucradas. Cada una de estas consecuencias tiene sus particularidades.

Los productos llegan a un costo más alto, por lo que los consumidores que quieran adquirir productos importados deberán pagar un precio mayor, lo que traerá como consecuencia una afectación a su economía y una reducción de su poder adquisitivo. Asimismo, puede traer consigo escasez de ciertos productos en caso de que las opciones locales sean muy limitadas.

Por otro lado, para las empresas locales, el uso de insumos o materias primas importadas reduce su competitividad y aumenta sus costos, por lo que estas también se verán afectadas y obligadas a consumir productos nacionales, independientemente de la calidad o servicio que se les brinde; además, esto puede traer consigo la pérdida de empleos directos e indirectos.

Otra de las consecuencias que se pueden revisar, y es lo que ha pasado en los últimos meses, son las repercusiones en las relaciones diplomáticas que pueden existir entre los diferentes países, ya que, al tomar Estados Unidos una decisión de manera unilateral, como es el aumento de aranceles a productos importados para proteger su industria nacional y evitar las triangulaciones comerciales, trae como resultado la forma en que el resto del mundo responda a esta situación.

Con datos de *El Economista*, la reacción de algunos países al anuncio realizado a principios del año 2025 por el presidente Donald J. Trump, de Estados Unidos, de aumentar en un 10 % los aranceles a los productos importados, no fue bien recibida. Algunos países, como China, anunciaron contramedidas para resguardar sus derechos e intereses; Brasil, por su parte, ha avalado la Ley de Reciprocidad Económica para responder a las barreras comerciales; Canadá anunció que tomará contramedidas para estos nuevos aranceles; y el Reino Unido tiene planeado realizar un acuerdo económico con Estados Unidos para mitigar un poco las consecuencias de estas acciones.

Además del aumento del 10 % de aranceles a todos los productos importados por Estados Unidos, específicamente en los productos de acero, aluminio y sus manufacturas, estos aumentarán de un 25 % a un 50 %, lo que hace muy vulnerable a México, ya que nuestro país es el decimoquinto productor de acero en el mundo. En el año 2023 se reportó que las exportaciones mexicanas de acero

y aluminio a Estados Unidos cayeron en un 15.9 %, lo que significó que solo se exportaran 13,288 millones de dólares. En el año 2024, México exportó productos de acero, aluminio y sus manufacturas por un valor de 16,078 millones de dólares, siendo Estados Unidos su principal mercado, con poco más del 78.1 % de esos envíos. Sin embargo, con el primer ajuste arancelario que hizo Estados Unidos a inicios de 2025, aumentando en un 25 % los aranceles al acero y aluminio, las exportaciones mexicanas del sector cayeron un 3 % y, según cifras de la Cámara Nacional del Acero, se anticipa un desplome mucho mayor, ya que las cifras indican que en abril y mayo las transacciones se redujeron en un 50 %.

Entre los Estados más afectados se encuentran Nuevo León, Coahuila y Veracruz, entidades que se destacan por su actividad industrial a nivel nacional.

Con datos de la Secretaría de Economía, del periodo 2014 a 2024, las exportaciones de acero y sus derivados de México al resto del mundo pasaron de 9 632 a 13 383 millones de dólares; específicamente, las exportaciones a Estados Unidos se incrementaron de 6 578 a 10 450 millones de dólares. Por lo tanto, se puede observar que este país es el principal destino de las exportaciones mexicanas de aluminio, acero y sus manufacturas, ya que su participación se ha incrementado en los últimos diez años, pasando de un 68.3 % a un 78.1 %. No obstante, los últimos tres años muestran un decremento en dichas exportaciones, todo esto derivado del control que el presidente Donald J. Trump quiere tener sobre el mercado local. El Gráfico 4 muestra los porcentajes de exportaciones mexicanas de acero y sus manufacturas a Estados Unidos y al resto del mundo.

Ahora bien, así como Estados Unidos ha decidido aumentar los aranceles para una mayor protección de sus mercados locales en diferentes productos, y se pueden observar las consecuencias que trae consigo este tipo de decisiones, también hay otros países, como México, que han decidido aumentar sus aranceles a productos importados provenientes de aquellos países con los que no se tiene un acuerdo de libre comercio.

El 10 de septiembre del 2025, el secretario de Economía de México declaró que el país aspira a imponer aranceles de hasta un 50 % a productos importados provenientes de países con los que México no tiene tratados de libre comercio, como China, Corea del Sur, Tailandia, India y Filipinas, entre otros. China sería el país más afectado, ya que solo en el año 2024 México importó de este país más de 130 000 millones de dólares, cifra superada únicamente por lo importado desde Estados Unidos. Se-

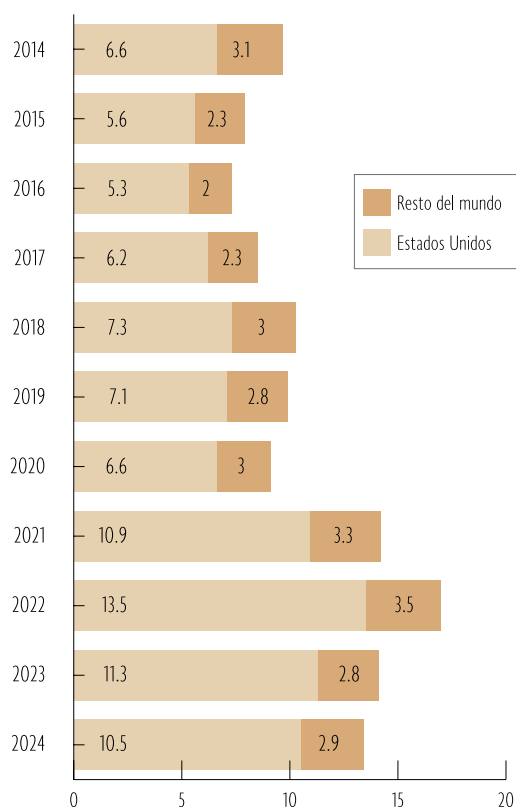


Gráfico 4. Exportaciones mexicanas de acero y sus manufacturas a Estados Unidos y el mundo
Nota. Exportaciones mexicanas de acero y sus manufacturas a Estados Unidos y el mundo.

rán más de 1 400 productos afectados, lo que representa un 8.6 % de las compras al exterior, entre los que se encuentran automóviles, textiles, calzado, plásticos, juguetes, cosméticos, papel y vidrio.

Durante los últimos años, México ha sido un país muy abierto al comercio internacional. Con datos del Banco Mundial, se puede encontrar que el comercio exterior representa el 73 % de su PIB. En el Gráfico 5, con datos de Santander Trade, se pueden observar los principales socios comerciales de México, encabezados por Estados Unidos, seguido por Canadá, China, Alemania, Brasil y Japón.

Conclusiones

Después de revisar los datos obtenidos durante la investigación realizada sobre el impacto de los

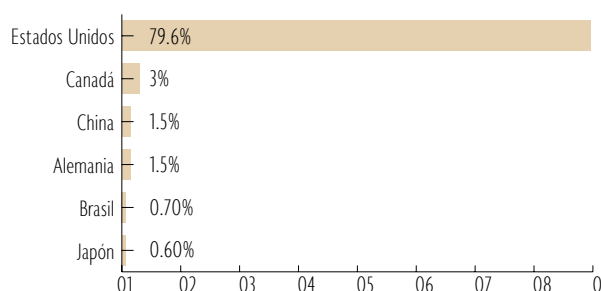


Gráfico 5. Principales destinos de las exportaciones de México en el año 2023
Nota. Principales destinos de las exportaciones de México.

aranceles en el comercio internacional y analizar las cifras de importaciones y exportaciones de algunos países del mundo, se puede concluir que el comercio mundial actualmente está bajo análisis por parte de los diferentes líderes del mundo, principalmente de Estados Unidos. La decisión del presidente Donald J. Trump traerá, muy probablemente, un nuevo orden macroeconómico para los diferentes entornos globales, donde se tendrán que revalorizar las ventajas que puede traer consigo la globalización. Esto permite reconfigurar el panorama del comercio mundial que se tenía para pensar más sobre las cadenas productivas de los países y las cadenas de valor, no enfocándose solamente en los costos, sino en el valor agregado de las mercancías; además de pensar en la industria nacional y en la protección de los mercados.

La renegociación del T-MEC, así como la actualización de otros tratados y acuerdos comerciales entre países, traerá consigo una fuerte transformación en el comercio mundial, ya que, aunque esto puede contribuir a una disminución de la pobreza, también puede provocar un gran déficit comercial, como lo está viviendo actualmente Estados Unidos. Además, es muy importante el fortalecimiento de las cadenas productivas de los países, fortalecer a la pequeña y mediana empresa y lograr beneficios más equitativos; todo esto para evitar la desigualdad económica. Por este motivo, es imprescindible la actualización de la Organización Mundial del Comercio para su fortalecimiento ante las disputas comerciales y políticas que están surgiendo entre países.

Referencias

- Acebes, M. (2023, agosto 25). ¿Qué es un mercado común? (What is a common market?). El Orden Mundial. <https://elordenmundial.com/que-es-mercado-comun/>
- Amador, O. (2024, febrero 19). Envíos de acero y aluminio a EU se apartan de récord y caen 16% en el 2023 (Steel and aluminum shipments to the US fall short of record highs and decline 16% in 2023).

- El Economista. <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Envios-de-acero-y-aluminio-a-EU-se-apanan-de-record-y-caen-16-en-el-2023-20240219-0003.html>
- Arellanes, P.E. (2021). Características del proteccionismo comercial y su impacto en la economía mundial. En: A. Sanchez Daza, & R. Buzo de la Peña (Coords.). *El desafío del proteccionismo en la economía mundial* [Characteristics of trade protectionism and its impact on the world economy. In: A. Sánchez Daza, & R. Buzo de la Peña (Eds.). The challenge of protectionism in the world economy]. Publicaciones DCSH. <https://doi.org/10.24275/uama.363.10396>
- Arriola, J. (1997). Consecuencias de la Unión Monetaria y Económica (Consequences of the Monetary and Economic Union). *Noticias Obreras*, (1185). 16-17. <https://www.ehu.es/Jarriola/NNOO/NNOO%201185.PDF>
- Bradsher, K. (2025, febrero 15). ¿Qué pasa con el comercio mundial y los aranceles de Trump? (What about global trade and Trump's tariffs?). The New York Times. <https://www.nytimes.com/es/2025/02/15/espanol/negocios/trump-aranceles-comercio-mundial-guerra-comercial.html>
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2006). *Ley de Comercio Exterior* (Foreign Trade Law). https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf_mov/Ley_de_Comercio_Exterior.pdf
- Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero (Canacero) (2025). *Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero* (National Chamber of the Iron and Steel Industry). <https://www.canacero.org.mx/>
- Expansión (2025, junio 4). *Así impacta a México el arancel de 50% al acero y aluminio que impuso Trump* (This is how the 50% tariff on steel and aluminum imposed by Trump is impacting Mexico). <https://expansion.mx/economia/2025/06/04/como-pegan-a-mexico-aranceles-al-acero-y-al-aluminio>
- Gaspar Pérez, N. (2013). Medidas arancelarias y no arancelarias del comercio internacional (Tariff And Non-Tariff Measures In International Trade). *Tla-Melaua, Revista de Ciencias Sociales*. 7(53), 102-116 <https://revistas-colaboracion.juridicas.unam.mx/index.php/TLA-MELAUJA/article/viewFile/31816/28806>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (Research Methodology. The quantitative, qualitative, and mixed approaches). Mc Graw Hill. <https://doi.org/10.22201/fesc.20072236e.2019.10.18.6>
- Márquez-Sánchez, F., & Sorhegui-Ortega, R. (2021). *La Globalización y los dilemas del Desarrollo* (Globalization and the Dilemmas of Development). [III Congreso Científico Internacional "Sociedad del Conocimiento: Retos y Perspectivas"]. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3849020#paper-references-widget
- Morales, R. (2025, febrero 14). *México concentra exportaciones de acero a EU* (Mexico concentrates steel exports to the US). El Economista. <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/mexico-concentra-exportaciones-acero-eu-20250214-746369.html>
- Ochoa, N. (2023, noviembre 21). ¿Qué es la integración económica? (What is economic integration?). El Orden Mundial. <https://elordenmundial.com/tag/integracion-economica/>
- Ochoa, N. (2024, enero 26). ¿Qué es una unión aduanera? (What is a customs union?). El Orden Mundial. <https://elordenmundial.com/que-es-union-aduanera/>
- Organización Mundial del Comercio (2023). *Visión General* (Overview). https://www.wto.org/spanish/thewto_s/whatis_s/wto_dg_stat_s.htm
- Organización Mundial del Comercio (2024). *La OMC* (The WTO). https://www.wto.org/spanish/thewto_s/thewto_s.htm
- Pronato, J.A. (2021). Desglobalización: ¿Un camino en marcha? (Deglobalization: A path underway?). *Divulgatio. Perfiles Académicos de Posgrado*, 5(15), 138-149. <https://doi.org/10.48160/25913530di15.171>
- Rappeport, A. (2025, abril 4). *Trump impacta el comercio internacional en medio de reclamos por sus aranceles* (Trump impacts international trade amid protests over his tariffs). The New York Times. <https://www.nytimes.com/es/2025/04/04/espanol/estados-unidos/trump-comercio-internacional-aranceles.html>
- Redacción El Economista (2025, abril 2). *¿Cómo reaccionó el mundo ante los ante los aranceles de Donald Trump?* (How did the world react to Donald Trump's tariffs?). <https://www.eleconomista.com.mx/internacionales/reacciono-mundo-aranceles-donald-trump-20250402-753251.html>
- Santander Trade (2025). *Cifras del comercio exterior en México* (Foreign trade figures in Mexico). <https://santandertrade.com/es/portal/analizar-mercados/mexico/cifras-comercio-exterior>
- Secretaría de Economía (2024). *Monitor Comercial del T-MEC* (USMCA Trade Monitor). https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/945025/Monitor_Comercial_del_T-MEC_EEUU_Junio_2024.pdf
- Tierney, A. (03 de 04 de 2025). *Ranking of the top trading partners of the United States for trade goods in 2024, by import value*. <https://www.statista.com/statistics/186601/ranking-of-the-largest-trading-partners-for-us-imports/#:~:text=UU.:%20principales%20socios%20comerciales%20en%202024&text=En%202024%2C%20M%C3%A9xico%20fue%20el,d%C3%B3lares%20en%20importaciones%20en%202024>
- Verza, M. (2025, septiembre 10). *México alista aranceles de hasta 50% a importaciones chinas y de otros países asiáticos* (Mexico is preparing tariffs of up to 50% on imports from China and other Asian countries). Los Angeles Times. <https://www.latimes.com/espanol/mexico/articulo/2025-09-10/mexico-alista-aranceles-de-hasta-50-a-importaciones-chinas-y-de-otros-paises-asiaticos>

Economía circular aplicada en la ganadería bovina de las zonas rurales de Veracruz para el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes

Jannya Pancardo Pérez¹, María Dolores Gracia Guzmán²,
Dionicio Morales Ramírez³

Resumen

La economía circular en contextos rurales representa una alternativa sostenible al modelo lineal tradicional, promoviendo el aprovechamiento eficiente de los recursos locales, la reducción de residuos y la regeneración de los ecosistemas. Este enfoque se adapta especialmente bien a comunidades agrícolas y ganaderas, donde los ciclos naturales ya forman parte de la vida cotidiana. La economía circular en zonas rurales no solo es una estrategia de sostenibilidad, sino también una herramienta de resiliencia frente a los desafíos climáticos, económicos y sociales del siglo XXI. El objetivo de esta investigación es mostrar una proyección de los residuos generados en la ganadería bovina de las zonas rurales de Veracruz principalmente el estiércol de la vaca con los cuales se puede generar biogás y fertilizantes, para ser aprovechados dentro de los principios de la economía circular que busca transformar los sistemas ganaderos tradicionales en modelos más sostenibles y eficientes. Se obtuvieron los datos de las existencias de bovinos en el Censo Agropecuario del INEGI 2022, en Veracruz, se aplicó para pronosticar un modelo de Regresión Lineal que proyectó la población del ganado bovino a 5 años después del 2023 y por último se calculó la cantidad de estiércol de los bovinos para conocer las toneladas de los residuos que se utilizarán a futuro. Se observó como resultado una tendencia creciente sostenida de la población ganadera y con ello la cantidad de residuo que será reutilizado, por ejemplo en el 2025, 74 millones de toneladas de estiércol bovino y para el 2030 se tendrá un aproximado de 79 millones.

Palabras clave: economía circular, zonas rurales, ganadería.

Cómo citar: Pancardo, J.; Gracia, M.; Morales, D. (2026). Economía circular aplicada en la ganadería bovina de las zonas rurales de Veracruz para el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes. En Calles, M., Hernández, E., Altamira, J. (Eds.). *Mujeres que transforman conocimiento. Innovación educativa e investigación interdisciplinaria para la sostenibilidad*. High Rate Consulting. <https://doi.org/10.38202/mujerestransf8>

Circular economy applied to cattle farming in rural areas of Veracruz for improving the quality of life of its inhabitants

Abstract

The circular economy in rural contexts represents a sustainable alternative to the traditional linear model, promoting the efficient use of local resources, the reduction of waste, and the regeneration of ecosystems. This approach is particularly well suited to agricultural and livestock communities, where natural cycles are already part of daily life. The circular economy in rural areas is not only a sustainability strategy but also a resilience tool in the face of the climatic, economic, and social challenges of the 21st century. The objective of this research is to present a projection of the waste generated in cattle farming in rural areas of Veracruz, mainly cow manure, which can be used to generate biogas and fertilizers. These can be utilized within the principles of the circular economy, which seeks to transform traditional livestock systems into more sustainable and efficient models. Data on cattle stock were obtained from the 2022 Agricultural Census conducted by INEGI in Veracruz. A linear regression model was applied to forecast the cattle population five years after 2023, and finally, the amount of manure produced by the cattle was calculated to estimate future waste generation. The results showed a sustained upward trend in the livestock population and, consequently, in the amount of waste that can be reused. For example, in 2025, approximately 74 million tons of cattle manure are expected, and by 2030, this figure could reach around 79 million tons.

Keywords: circular economy, rural areas, livestock farming.

Introducción

La economía circular se ha presentado como un modelo económico innovador que, además de abrir nuevas oportunidades de negocio, ofrece beneficios tanto sociales como ambientales. Este enfoque se basa en la conservación de los recursos existentes y tiene como principales metas reducir el uso de insumos y recursos naturales, incrementar la utilización de recursos renovables y energías limpias, disminuir las emisiones de gases, reducir la pérdida de materiales y alargar la vida útil de los productos. También fomenta el reciclaje y la reutilización de residuos para aprovechar al máximo los recursos, según Villavicencio Gutiérrez *et al.* (2023).

La economía circular constituye un modelo de gestión que tiene como objetivo minimizar los efectos de la extracción de recursos sobre los ecosistemas y la calidad de vida de las personas. Para López-Páez y García-Herreros (2021), es por esta razón, que las distintas metodologías que conforman la economía circular están vinculadas a prácticas y enfoques que sustentan el desarrollo sostenible.

Una importante promotora del reciclaje es la Fundación Ellen MacArthur, la cual define a la economía circular como “un sistema industrial

restaurador o regenerativo por intención y por diseño. Sustituye el concepto de “caducidad” por el de “restauración”, se desplaza hacia el uso de energías renovables, al eliminar el uso de químicos tóxicos que perjudican la reutilización y el retorno a la biosfera”, según Carrillo González y Pomar Fernández (2021).

Según Espinoza (2023), desde una perspectiva económica, diversos análisis indican que la implementación de modelos circulares podría generar beneficios valorados en 4.5 billones de dólares. Este enfoque tiene el potencial de aumentar el Producto Interno Bruto global en un 1.1 %, fomentar la creación de miles de empleos y fortalecer la estabilidad de la economía mundial.

La economía circular se sustenta en tres principios fundamentales que orientan su aplicación práctica y teórica. El primero de ellos se refiere a la conservación y regeneración del capital natural, lo cual implica una gestión responsable de los recursos no renovables y una administración equilibrada de los flujos provenientes de fuentes renovables. El segundo principio busca maximizar la eficiencia en el uso de los recursos, promo-

viendo la circulación continua de productos, componentes y materiales en su nivel más elevado de funcionalidad, tanto dentro de los ciclos técnicos como en los biológicos. Finalmente, según Da Costa Pimienta (2022), el tercer principio se enfoca en mejorar la eficacia del sistema socioeconómico en su conjunto mediante la eliminación de externalidades negativas, es decir, aquellos impactos adversos generados por actividades económicas que no se reflejan en el precio de mercado de los bienes o servicios, pero que afectan de manera significativa a la sociedad y al entorno.

En los últimos años, la economía circular ha emergido como una alternativa significativa frente al tradicional esquema de producción lineal. Este enfoque propone una gestión más consciente de los recursos naturales, orientada a minimizar la generación de residuos y los niveles de contaminación, al tiempo que busca contribuir al bienestar social. Mientras que su implementación ya se encuentra en desarrollo en diversas naciones industrializadas, en los países en proceso de desarrollo se han observado intentos de adopción vinculados a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). De acuerdo con Medina-Abad y Freire-Pesántez (2023), no obstante, persiste la incertidumbre respecto a si las condiciones estructurales y socioeconómicas de estos territorios permiten una aplicación efectiva del modelo circular.

En la actualidad, muchas compañías emplean una amplia variedad de materias primas y consumen recursos como agua y energía para producir bienes y servicios, sin considerar el destino de estos una vez finalizada su vida útil. Este enfoque tradicional presenta limitaciones evidentes, ya que los recursos naturales disponibles no son suficientes para sostener un modelo de consumo en expansión constante. Ante este panorama, para Imbernó Díaz y Souto Anido (2023) surge con mayor fuerza una nueva visión productiva: los esquemas circulares, también conocidos como economía naranja, que promueven la reutilización de residuos como insumos en nuevos procesos, replicando los ciclos regenerativos propios de los sistemas naturales.

Una estrategia relevante para promover iniciativas orientadas al desarrollo sostenible consiste en extender la vida útil de los productos mediante su reutilización, renovación o reciclaje. Esta práctica permite reducir significativamente el ritmo de generación de desechos contaminantes. Para Salcedo-Tello *et al.* (2024), tal enfoque se enmarca en el concepto de economía circular, el cual se posiciona como una alternativa eficaz para impulsar tanto el progreso social como el fortalecimiento del sector agroindustrial.

La economía circular se plantea como un sistema productivo basado en un ciclo continuo, en el cual las etapas de extracción, diseño, fabricación, uso y reciclaje se interconectan de manera dinámica. Este modelo permite que los materiales recuperados se reintegren al proceso productivo, prolongando su utilidad y reduciendo la necesidad de nuevos recursos. En este enfoque, Garabiza Castro *et al.*, (2021) consideran que la reutilización y el aprovechamiento de los residuos adquieren un papel central, dado que se busca conservar el valor de los productos y de los insumos empleados durante el mayor tiempo posible, lo cual minimiza así la generación de desechos.

La economía circular representa un enfoque emergente que propone transformar los esquemas convencionales de producción y consumo, orientándolos hacia prácticas más sostenibles. Este modelo promueve la reducción de residuos mediante estrategias como la reutilización, el reciclaje y la valorización de materiales, con el objetivo de preservar los recursos naturales. A diferencia del sistema económico lineal (basado en la secuencia de extracción, fabricación y eliminación), la economía circular plantea una alternativa más viable a largo plazo, al mitigar los efectos negativos sobre el medio ambiente y evitar el agotamiento de insumos esenciales. Además, Montoya-Restrepo *et al.* (2025) refieren que este paradigma ofrece ventajas tanto en términos ecológicos como en los ámbitos económico y social.

Principios de la economía circular

De acuerdo con De León Duarte (2022), respaldado por la Fundación Ellen MacArthur, la economía circular se estructura en torno a tres principios esenciales. El primero se orienta a la conservación y fortalecimiento del capital natural, mediante una gestión responsable de los recursos no renovables y un uso equilibrado de los renovables. El segundo principio busca maximizar la eficiencia en el empleo de materiales, componentes y productos, asegurando que mantengan su funcionalidad óptima dentro de los ciclos técnicos y biológicos. El tercero promueve la mejora del sistema en su conjunto mediante la identificación y eliminación de aquellas externalidades negativas que afectan al entorno sin verse reflejadas en los costos económicos.

Residuos ganaderos

La intensificación de los sistemas ganaderos en la fase primaria de producción conlleva un aumento significativo en la generación de desechos. Esta

situación puede comprometer la sostenibilidad del modelo productivo al provocar impactos adversos sobre los recursos naturales y el equilibrio ecológico del entorno. La economía circular (EC) ofrece una solución sostenible a estos problemas a través de la evolución desde la economía lineal (tomar-hacer-usar-desechar) hacia el enfoque circular (tomar-hacer-usar-reciclar), donde los desechos se transforman en productos reciclados utilizables, según Pena de Ladaga y Marra (2023).

En el ámbito de la producción ganadera, la gestión de residuos representa un desafío significativo debido a la falta de información precisa sobre los volúmenes generados y sus destinos finales. Esta carencia de datos confiables constituye un obstáculo crítico, ya que la ausencia de mediciones adecuadas impide una administración eficaz de dichos residuos. Estos subproductos provienen, en su mayoría, de las actividades propias de la ganadería intensiva y extensiva, mientras que las excretas animales son uno de los principales componentes (Lorenzo Kómová *et al.*, 2024).

A su vez, Cervantes (2021) plantea que los residuos deben ser gestionados bajo criterios de valorización, priorizando aquellos procesos que permitan obtener múltiples productos con mayor valor agregado. Un ejemplo de ello es el tratamiento del estiércol bovino mediante biodigestión, en lugar de recurrir únicamente al compostaje. Este método permite generar simultáneamente biogás y biofertilizantes, lo que no solo incrementa el aprovechamiento del residuo, sino que también facilita la articulación con otros actores productivos y contribuye al cierre eficiente del ciclo de los materiales.

La distribución regional de la población ganadera bovina en Veracruz muestra una clara concentración en ciertas zonas agropecuarias clave. Según el Censo Agropecuario 2022 del INEGI, la ganadería bovina se organiza principalmente en tres grandes regiones, como se muestra en la Tabla 1:

Tabla 1.
Distribución regional de la población ganadera bovina en Veracruz

Región	Características principales
Huasteca Alta y Baja	Alta densidad ganadera. Predomina el sistema de doble propósito (carne y leche). Municipios como Tantoyuca, Tempoal y Tuxpan son líderes.
Región de las Llanuras del Sotavento	Clima cálido-húmedo ideal para pastoreo. Municipios como Isla, Rodríguez Clara y Acayucan destacan por su volumen.
Región de las Altas Montañas y zona centro	Producción más diversificada, con énfasis en leche. Municipios como Córdoba, Orizaba y Huatusco tienen presencia significativa.

En la Tabla 2 podemos observar que Veracruz es líder en la generación de cabezas de ganado bovino. Por ello, la investigación se centró en este estado, ya que lo que se busca es aprovechar los residuos ganaderos para minimizar su impacto en el medio ambiente y poder aplicar la economía circular.

Tabla 2.
Comparación de la cantidad de cabezas de ganado bovino en Veracruz con otros Estados

Estado	Cabezas de ganado bovino (millones aprox)
Veracruz	4.5
Jalisco	3.2
Chiapas	2.8
Chihuahua	2.6
Durango	2.3
Tabasco	2.1
Sonora	1.9
Sinaloa	1.8
Yucatán	1.6
Puebla	1.5

Metodología

Para el desarrollo de esta investigación se llevó a cabo el procedimiento que se describe en las etapas de los cuadros siguientes:

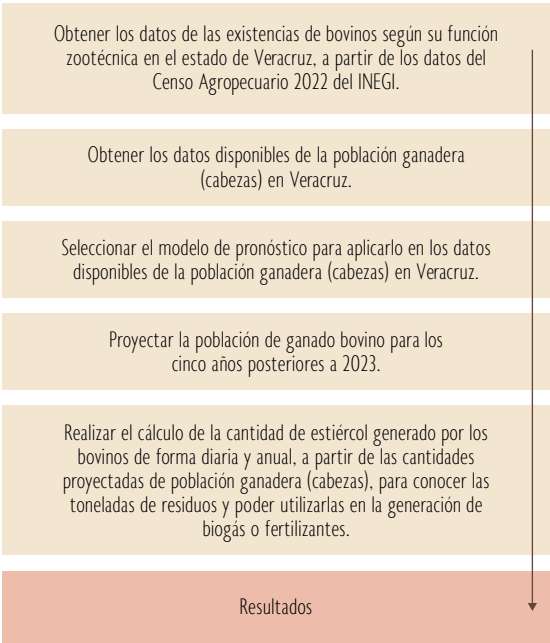


Figura 1.
Procedimiento de investigación

Municipio	Total, de bovinos	Función zootécnica						
		Vacas		Reses para trabajo	Vaquillas para reemplazo	En engorda	Sementales	Becerras y becerras
		Total	Vacas en ordeña					
	2693964	1239756	304187	4879	270225	318725	84587	775792
Acajete	4819	2936	2348	10	375	76	60	1362
Acatlán	1771	871	687	2	207	101	4	586
Acazacan	36257	18617	4598	26	3453	1509	1538	11114
Actopan	19953	9572	3614	45	2566	751	745	6274
Acuña	5689	3267	812	0	629	86	268	1439
Acultzingo	1064	211	77	377	18	63	22	373
Camarón de Tejeda	2009	1025	234	21	169	47	76	671
Alpatláhuac	419	185	37	14	11	11	5	193
Alto Lucero de Gutiérrez Barrios	24566	11322	6595	15	3887	542	832	7968
Altotonga	5999	2587	426	266	354	528	138	2126
Alvarado	57787	13664	4420	17	1641	33079	926	8460
Amatitlán	4286	2495	306	0	418	96	219	1058
Naranjos Amatitlán	6411	3369	1041	0	464	601	207	1770
Amatitlán de los Reyes	237	106	5	17	15	35	4	60
Angel R. Cabada	21389	10878	1608	18	1999	1447	685	6362
La Antigua	2046	1009	395	10	296	9	51	671
Apazapan	725	298	103	9	129	57	27	205
Aquila	336	147	38	64	0	3	4	118
Astacinga	307	63	1	139	6	19	4	76

Tabla 3. Cantidad de ganado bovino en Veracruz. Datos obtenidos del Censo Agropecuario 2022 del INEGI

Resultados

En la Tabla 3 se muestra una parte de los datos que se buscaron conforme a la cantidad de ganado bovino en Veracruz, por función zootécnica, en cada uno de los municipios que lo conforman; estos datos son del Censo Agropecuario 2022 del INEGI.

El Censo Agropecuario 2022 del INEGI confirmó que Veracruz se mantiene como uno de los estados líderes a nivel nacional en la producción bovina. La entidad destaca por sus condiciones climáticas favorables, su infraestructura agropecuaria y su tradición ganadera, especialmente en regiones como la Cuenca del Papaloapan, el norte de Veracruz y la zona de Los Tuxtlas.

En la Tabla 4 se presentan datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), los cuales muestran la población ganadera bovina (cabezas) en el estado de Veracruz durante el periodo 2014-2023.

Tabla 4. Población Ganadera (cabezas) en Veracruz del año 2014 al 2023

Año	Población Ganadera (cabezas)
2014	4,150,377
2015	4,233,896
2016	4,273,827
2017	4,302,814
2018	4,306,215
2019	4,386,162
2020	4,470,648
2021	4,549,067
2022	4,602,595
2023	4,634,761

Nota. Datos obtenidos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

Herramienta del pronóstico

Con el objetivo de estimar la población de ganado bovino (número de cabezas) para el periodo 2024-2030, se aplicó el método estadístico de regresión lineal, el cual permite proyectar valores futuros a partir de la relación lineal existente entre las variables analizadas.

La Figura 2 sugiere que la población ganadera en Veracruz ha mostrado un crecimiento sostenido durante el periodo 2014-2023. Asimismo, el modelo de regresión lineal presenta un alto nivel de ajuste, reflejado en el valor del coeficiente de determinación (R^2), lo que lo convierte en una herramienta confiable para realizar pronósticos a corto plazo.

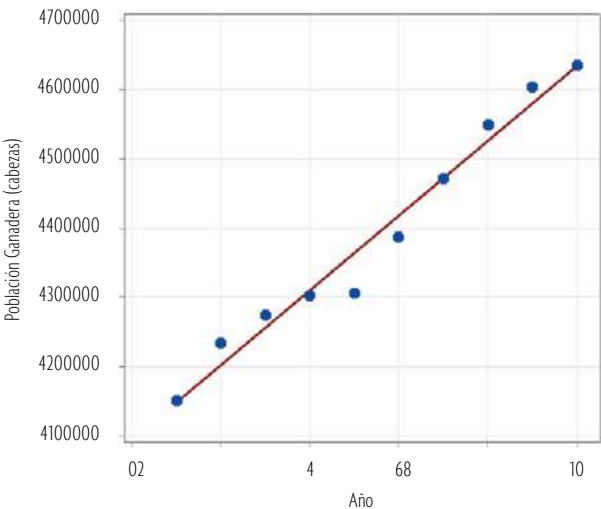


Figura 2. Gráfica de línea ajustada para pronosticar los datos de la población ganadera bovina (cabezas) de Veracruz del año 2024 al 2030

Los estadísticos clave del modelo son los que se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Estadísticos clave

$S = 29,133.1$	Representa el error estándar de la estimación e indica qué tan dispersos están los datos respecto a la línea.
$R^2 = 97.2\%$	El modelo explica el 97.2 % de la variabilidad en los datos, lo que indica un ajuste excelente.
R^2 ajustado = 96.9%	Corrige el R^2 por el número de predictores y confirma la solidez del modelo.

Población ganadera pronosticada del 2024 al 2030

Mediante la ecuación de regresión lineal se pudo pronosticar la cantidad de población ganadera bovina (cabezas) para el periodo 2024-2030, la cual se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Población ganadera bovina (cabezas) pronosticada para Veracruz del año 2024 al 2030

Año	Población Ganadera (cabezas), pronosticada
2024	4687699
2025	4741638
2026	4795577
2027	4849516
2028	4903455
2029	4957394
2030	5011333

En la Tabla 7 se puede observar la cantidad de estiércol bovino proyectada para el periodo 2024-2030, expresada en kilogramos generados por día,

Tabla 7. Cantidad de residuos ganaderos bovinos pronosticados para el año 2024 al 2030

Año	Población Ganadera (cabezas), pronosticada	Estiércol generado al día (kg)	Estiércol generado anual (kg)	Estiércol generado anual (toneladas)
2024	4687699	202508596.8	73915637832	73915637.83
2025	4741638	204838761.6	74766147984	74766147.98
2026	4795577	207168926.4	75616658136	75616658.14
2027	4849516	209499091.2	76467168288	76467168.29
2028	4903455	211829256	77317678440	77317678.44
2029	4957394	214159420.8	78168188592	78168188.59
2030	5011333	216489585.6	79018698744	79018698.74

kilogramos anuales y toneladas anuales, con el fin de estimar la cantidad de residuo que puede ser aprovechado para la generación de biogás y fertilizante, mediante la aplicación de los principios de la economía circular.

Conclusiones

En el sector de la ganadería bovina, la economía circular se plantea como un enfoque distinto al esquema productivo convencional basado en el consumo y descarte de recursos. Este modelo promueve el aprovechamiento eficiente de los insumos, contribuyendo a enfrentar problemáticas ambientales y económicas actuales. Además, su implementación favorece el desarrollo de procesos innovadores que fortalecen la eficiencia operativa y la capacidad de adaptación del sistema productivo.

Dentro del ámbito ganadero, el enfoque de economía circular propone una reconfiguración de los sistemas productivos orientada a transformar los residuos generados, como las excretas animales, las aguas residuales, los subproductos del sacrificio y los restos orgánicos, en recursos útiles para otros procesos. Esta transformación puede materializarse en la obtención de biogás, la elaboración de compost para mejorar los suelos de pastoreo, la formulación de alimentos balanceados a partir de subproductos y el uso de agua tratada en labores de limpieza o refrigeración. Al implementar estos ciclos cerrados, se logra disminuir la dependencia de insumos externos, reducir el impacto ambiental y aumentar la eficiencia económica del sistema ganadero.

La economía circular impulsa la incorporación de tecnologías ambientalmente responsables, el seguimiento riguroso de los procesos productivos y la creación de esquemas empresariales más integrados y regenerativos. En contextos como el de Veracruz, donde la ganadería bovina representa una actividad económica de gran relevancia, la implementación de este modelo puede favorecer la protección de los suelos, la disminución de emisiones contaminantes y el fortalecimiento de las

cadenas de valor regionales. Asimismo, promueve una perspectiva integral del sistema agroalimentario, en la que la actividad ganadera se vincula estratégicamente con la agricultura, la producción de energía y la planificación territorial.

Desde el enfoque social, la aplicación de la economía circular en la ganadería bovina tiene el potencial de impulsar la creación de empleos vinculados a prácticas sostenibles, mejorar la salubridad en zonas rurales y fortalecer las capacidades de los productores mediante la transferencia de conocimientos técnicos y la adopción de esquemas de gestión más justos. No obstante, para que esta transición sea viable, se requiere un compromiso político sólido, inversiones en infraestructura adecuada, procesos de formación continua y marcos regulatorios que faciliten e incentiven su implementación.

En definitiva, la economía circular no es simplemente una tendencia ambiental, sino una herramienta poderosa para transformar la ganadería bovina en un sistema más inteligente, sostenible y competitivo. Su adopción progresiva puede marcar la diferencia entre una ganadería vulnerable a los cambios globales y una ganadería preparada para liderar el futuro agropecuario de México.

Dentro de la presente investigación se identificaron algunas limitaciones que pueden orientar futuros estudios relacionados con los factores humanos que influyen en la actividad ganadera, particularmente aquellos vinculados con los valores, las prácticas y las formas de organización de los productores bovinos. La investigación no explora de manera específica cómo estos actores interpretan, aceptan o están preparados técnicamente para transitar hacia esquemas productivos de tipo circular. Además, se requiere infraestructura adecuada para la generación de biogás, así como capacitación dirigida a los habitantes de las zonas rurales para que puedan aprovechar y reutilizar el estiércol bovino. Por último, también es necesario realizar estudios económicos que permitan conocer la rentabilidad de aplicar los principios de la economía circular al aprovechamiento de estos residuos ganaderos.

Referencias

- Carrillo González, G., & Pomar Fernández, S. (2021). La economía circular en los nuevos modelos de negocio (The circular economy in new business models). *Entreciencias: Diálogos en la sociedad del conocimiento*, 9(23), e2379933. <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2021.23.79933>
- Cervantes, G. (2021). Transitando a la economía circular en el sector agropecuario: granjas experimentales en Guanajuato, México (Transitioning to a circular economy in the agricultural sector: exper-

- rimental farms in Guanajuato, Mexico). *Revista Kawsaypacha: Sociedad Y Medio Ambiente*, (7), 45–66. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202101.003>
- Da Costa Pimenta, C.C. (2022). La Economía Circular como eje de desarrollo de los países latinoamericanos (The Circular Economy as a cornerstone of development for Latin American countries). *Revista Economía y Política*, (35), 1-18. <https://www.redalyc.org/journal/5711/571169753001/571169753001.pdf>
- De León Duarte, M. (2022). *Retos en la gestión y valorización de los residuos en Canarias. Un paso hacia la economía circular* (Challenges in waste management and valorization in the Canary Islands. A step towards a circular economy). Universidad de La Laguna. <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/26738/Retos%20en%20la%20gesti%20n%20y%20valorizaci%20n%20de%20los%20residuos%20en%20Canarias.%20Un%20paso%20hacia%20la%20econom%20a%20circular%20.pdf>
- Espinoza, A.H. (2023). Economía circular: una aproximación a su origen, evolución e importancia como modelo de desarrollo sostenible (Circular economy: an approach to its origin, evolution and importance as a model of sustainable development). *Revista de economía institucional*, 25(49), 109-134. <https://doi.org/10.18601/01245996.v25n49.06>
- Garabiza Castro, B.R., Prudente, E.A., & Quinde, K.N. (2021). La aplicación del modelo de economía circular en Ecuador: Estudio de caso (The application of the circular economy model in Ecuador: A case study). *Revista espacios*, 42(2), 222-237. <https://www.researchgate.net/publication/349308304>
- Imbernó Díaz, A.L., & Souto Anido, L. (2023). Innovación y economía circular: Un binomio perfecto (Innovation and Circular Economy, a Perfect Combination). *Economía y Desarrollo*, 167(2), 1-21. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0252-85842023000200007&lng=es&tlng=es
- López-Páez, V.P., & García-Herreros, M. (2021). Economía circular como tecnología social: una herramienta para el desarrollo sostenible del sector agropecuario lechero. En: J.M., Palma García, & J.F., Cruz Uribe (Coords.). *Tecnologías sociales en la producción pecuaria de América Latina y el Caribe Universidad de Colima*. [Circular economy as a social technology: a tool for the sustainable development of the dairy farming sector. In: J.M., Palma García, & J.F., Cruz Uribe. (Eds.). *Social technologies in livestock production in Latin America and the Caribbean*] (pp. 37-59). <https://www.researchgate.net/publication/353687689>
- Lorenzo Kómová, E., Palacios Hidalgo, Á.L., & Souza Viamontes, C.M. (2024). Procedimiento para la gestión de residuos ganaderos bajo los principios de la economía circular (Procedure for the management of livestock waste under the principles of the circular economy). *Retos de la Dirección*, 18(2), 1-15. <https://retos.reduc.edu.cu/index.php/retos/article/view/422>
- Medina-Abad, J., & Freire-Pesántez, A. (2023). Barreras para la implementación de la economía circular en países en vías de desarrollo (Barriers for Implementing Circular Economy in Developing Countries). *Estudios de la Gestión: Revista Internacional De Administración*, 14, 99-121. <https://doi.org/10.32719/25506641.2023.14.6>
- Montoya-Restrepo, L.A., Montoya-Restrepo, I.A., & Cordero-Borjas, A. (2025). Economía circular en las cadenas de producción artesanal: Una aproximación de caso Colombia (Circular economy in artisanal production chains: A case study of Colombia). *Ciencias Administrativas. Teoría Y Praxis*, 21(2), 50–70. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2683-14652025000200050
- Pena de Ladaga, B.S., & Marra, R.M.A. (2023). Economía circular en granjas porcinas: estudio económico de caso en la provincia de Córdoba, Argentina (Circular economy in pig farms: an economic case study in the province of Córdoba, Argentina). *Agronomía y Ambiente*, 43(1), 69-78. <https://ri.agro.uba.ar/files/download/articulo/2023penadeladagabeatrizsusana.pdf>
- Salgado-Tello, I.P., Sánchez-Herrera, T.E., Oleas-López, J.M., & Vaca-Cardenas, M.L. (2024). Economía circular para el desarrollo agroindustrial y social en Ecuador (Circular economy for agro-industrial and social development in Ecuador). *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 26(1), 297-322. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9290655>
- Villavicencio Gutiérrez, M.D.R., Salazar Vargas, M.D.P., & Meléndez Campillo, J. (2023). Adaptación al cambio climático con enfoque de economía circular para reducir la vulnerabilidad del sector ganadero extensivo en México: estado del arte (Adaptation to climate change with a circular economy approach in order to reduce the vulnerability of the extensive livestock sector in Mexico: the state of the art). *Regiones y Desarrollo Sustentable*, 23(44), 1-30. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/808750/01_2023_Art_culo_adaptaci_n_con_enfoque_economia_circular_en_sector_agropecuario.pdf

Interacción internacional como fortalecimiento de los semilleros de investigación, caso Colombia-México

Iris Iddaly Méndez-Gurrola¹, Sandra Isabel Arango-Vásquez²,
Beatriz Eugenia Quiceno-Castañeda³

Resumen

La colaboración internacional ha sido una herramienta para potenciar los proyectos en conjunto entre instituciones. En este sentido, se planteó un proyecto de colaboración entre la Universidad de Medellín (UdeMedellín), Colombia, y la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ), México, con el objetivo de contribuir en la formación de los estudiantes del semillero de investigación ComuniLab de videojuegos y programación de la UdeMedellín. Un semillero de investigación es una estrategia académica para abonar al conocimiento, fortaleciendo la investigación en ambientes reales y guiados. La metodología para este proyecto de colaboración fue: 1) establecer el plan de trabajo de un año, en el cual participe personal de las dos universidades; 2) integrar como invitada una profesora-investigadora de la UACJ, México; 3) agendar sesiones semanales de trabajo en colaboración con la profesora invitada; 4) cubrir los resultados esperados del plan de trabajo, y 5) realizar la socialización de los productos generados. Algunos de los resultados más relevantes de esta colaboración internacional fueron: dos ponencias internacionales realizadas por estudiantes del semillero en el IX Congreso Internacional de Comunicación Estratégica, así como la participación de un equipo con un póster de investigación dentro del XXIV Encuentro Departamental de Semilleros de Investigación, Nodo Antioquia-2025. A manera de conclusiones, se destacan dos aspectos importantes: las ventajas y bondades de los semilleros de investigación, fortaleciendo la investigación en las Instituciones de Educación Superior y fomentando en los estudiantes competencias que les ayudarán en su trayectoria profesional; y, de otro lado, la experiencia enriquecedora de una estancia de investigación que resalta la profesora invitada de la UACJ dentro del semillero de investigación ComuniLab, promoviendo la solidaridad académica internacional.

Palabras clave: semilleros de investigación, conocimiento, colaboración internacional, educación superior, investigación formativa.

Cómo citar: Méndez-Gurrola, I.; Arango-Vásquez, S.; Quiceno-Castañeda, B. (2026). Interacción internacional como fortalecimiento de los semilleros de investigación, caso Colombia-México. En Calles, M., Hernández, E., Altamira, J. (Eds.). *Mujeres que transforman conocimiento. Innovación educativa e investigación interdisciplinaria para la sostenibilidad*. High Rate Consulting. <https://doi.org/10.38202/mujerestransf9>

International interaction as a means of strengthening research seedbeds, the Colombia-Mexico case

Abstract

International collaboration has been a valuable tool for strengthening joint projects between institutions. In this context, a collaborative project was established between the University of Medellín (UdeMedellín), Colombia, and the Autonomous University of Ciudad Juárez (UACJ), Mexico, with the aim of contributing to the training of students participating in the ComuniLab research seedbed on video games and programming at UdeMedellín. A research seedbed is an academic strategy designed to promote knowledge generation by strengthening research in real and guided learning environments. The methodology for this collaborative project consisted of: 1) establishing a one-year work plan involving personnel from both universities; 2) integrating a visiting researcher-professor from UACJ, Mexico; 3) scheduling weekly collaborative work sessions with the visiting professor; 4) achieving the expected outcomes established in the work plan; and 5) disseminating the products generated throughout the project. Some of the most relevant outcomes of this international collaboration included two international conference presentations delivered by students from the research seedbed at the IX International Congress on Strategic Communication, as well as the participation of a team with a research poster at the XXIV Departmental Meeting of Research Seedbeds, Antioquia Node-2025. In conclusion, two important aspects stand out. First, the benefits and strengths of research seedbeds in enhancing research within Higher Education Institutions and fostering competencies that will support students throughout their professional careers. Second, the enriching experience of the research stay highlighted by the visiting professor from UACJ, whose participation in the ComuniLab research seedbed contributed to strengthening collaborative ties between UdeMedellín and UACJ, thereby promoting international academic solidarity.

Keywords: research seedbeds, knowledge, international collaboration, higher education, formative research.

Introducción

La investigación es uno de los pilares fundamentales en las universidades; se trata de un elemento esencial en los procesos de formación profesional, pues permite generar conocimiento, así como incentivar el aprendizaje. Una estrategia académica para abonar al conocimiento, fortaleciendo la investigación en ambientes reales y guiados, son los semilleros de investigación. Según Mejía Mercado y Porras Mendoza (2016), son un espacio de formación experiencial, con aplicación de pedagogía activa.

Semilleros de investigación

De acuerdo con Figueroa Zúñiga y Moreno Echeverry (2015), un semillero de investigación es una estrategia académica en la cual los estudiantes se reúnen de manera voluntaria para aprender y fomentar competencias en la investigación, basados en la filosofía de aprender-haciendo. Cada uno

de los semilleros lleva a cabo actividades que exigen responsabilidad y disciplina, lo cual contribuye a su propio aprendizaje; dichas actividades son supervisadas por los docentes investigadores. El trabajo colaborativo entre semilleros e investigadores permite construir conocimiento científico y formar comunidades de aprendizaje.

En el trabajo de Gómez Miranda *et al.* (2019), se identifican tres características que son relevantes en los semilleros de investigación: 1) los estudiantes acuden a las sesiones de manera voluntaria para realizar investigación desde su propio interés; 2) la investigación formativa, la cual es llevada a cabo mediante la filosofía del aprender haciendo en un ambiente adecuado y con tutores específicos, y 3) la socialización y el trabajo en colaboración, con la finalidad de evidenciar los resultados del proceso de investigación ante la sociedad y la comunidad científica.

Las categorías en los procesos de formación investigativa se esquematizan en el trabajo de López Ávila *et al.* (2025). Los autores analizan cómo se desarrollan los procesos al interior de los semilleros de una universidad pública de Colombia; con base en los resultados, establecieron cuatro categorías: a) constitución de los semilleros; b) dinámica de trabajo; c) matriz FODA, y d) investigación formativa. En sus conclusiones mencionan que los semilleros de investigación permiten fomentar la reflexión, el pensamiento crítico y el trabajo colaborativo.

Las habilidades investigativas para la consolidación de un programa de semillero de investigación en estudiantes de pregrado son descritas en el trabajo de Jara Ramírez (2024), el cual identifica cuatro grupos de habilidades, a saber: habilidades documentales, habilidades socio-contextuales, habilidades intelectuales y habilidades analíticas. Parte de los resultados destaca una mejora significativa en las habilidades investigativas de los estudiantes que asisten a los semilleros de investigación.

Revisiones sistemáticas de literatura

Existen diversas revisiones sistemáticas de literatura que tratan el tema de los semilleros de investigación en el ámbito universitario. Dentro de estas revisiones se destacan trabajos como el desarrollado por Vera-Fernández y Fernández-Nieto (2024), quienes realizan un estudio que tiene como objetivo principal evidenciar la importancia de los semilleros de investigación y cómo inciden en el logro de objetivos de investigación dentro del contexto universitario. Realizaron una revisión sistemática de 50 artículos publicados en revistas indexadas en bases de datos (Dialnet, Scopus, Redalyc, Ebsco y Scielo) durante el periodo 2017-2023. Entre los resultados encontrados, los autores evidencian que es necesario considerar a los semilleros de investigación como una estrategia formativa extracurricular, que facilita la comunicación e intercambio de experiencias científicas que impactan tanto a nivel nacional como internacional.

Ahora bien, otro trabajo destacado es el de Castro-Rodríguez (2022), que recolecta la información con relación a los semilleros de investigación y su implementación como estrategia de investigación formativa en las universidades. Se llevó a cabo un estudio de revisión sistemática de literatura que abarcó la ventana de observación de 2010-2020. De acuerdo con la metodología, se investigó en las bases de datos: Web of Science, Scopus, Redalyc, Scielo, Medline (vía PubMed), Google Académico y Eric. Fueron analizados 22 trabajos (17 artículos originales y 5 tesis). Una de las conclusiones más

importantes es que el trabajo realizado en los semilleros permite evidenciar una mejora en las competencias de investigación de los estudiantes y un incremento en las publicaciones científicas.

Finalmente, se destaca la revisión llevada a cabo por Morales-Santillán y Peralta-Herrera (2023), cuyo objetivo fue analizar los trabajos científicos existentes sobre semilleros de investigación en las universidades de Sudamérica, a partir de una revisión sistemática de artículos que fueron publicados en las bases de datos Web of Science, Scopus, Scielo, Ried, Google Académico y Eric. La muestra de análisis final incluyó 12 estudios. Dentro de los principales hallazgos, los autores destacan la importancia que los semilleros tienen para gestionar y desarrollar competencias investigativas en los estudiantes universitarios, evidenciando la necesidad de su implementación en las universidades.

Semillero ComuniLab en la Universidad de Medellín

Uno de los aspectos que distingue a un semillero de investigación es su pertenencia a las líneas investigativas que desarrollan los grupos de investigación en las Instituciones de Educación Superior, lo cual genera una simbiosis académica que, de un lado, nutre tanto a los estudiantes semilleros como a los profesores investigadores y, del otro, permite respaldo institucional y continuidad.

En este sentido, en la Universidad de Medellín (UdeMedellín), en Colombia, existen diversos grupos de investigación distribuidos entre las distintas facultades que conforman la Universidad. Cada uno de estos grupos acoge a un semillero de investigación (Universidad de Medellín, 2022). En particular, en la Facultad de Comunicación se encuentra el grupo de investigación E-Virtual. Dicho grupo cultiva las siguientes líneas de investigación: a) entornos virtuales, que abarca temáticas como: interacciones comunicativas, entornos virtuales para el aprendizaje, mediaciones pedagógicas en entornos virtuales, entre otras; b) educación virtual, que contempla temáticas como: la didáctica en la educación virtual, la evaluación en la educación virtual, metodologías de enseñanza-aprendizaje en la educación virtual, etc., y c) entretenimiento digital, que abarca temáticas como: mundos inmersivos y espacialidades (RA, RV, metaverso, videomapping), experiencias sonoras, videojuegos y gamificación, narrativas y transmedia, industrias creativas y culturales, y humanidades digitales. Este grupo de investigación creó en 2024 el semillero de investigación ComuniLab de videojuegos y programación, en donde participan estudiantes de

cualquier semestre de la licenciatura de Comunicación y Entretenimiento Digital de la Facultad de Comunicación.

Como se mencionó anteriormente, los semilleros de investigación son una actividad extracurricular; sin embargo, redundan en beneficios tanto para estudiantes como para docentes investigadores, como el fortalecimiento de habilidades investigativas y el fomento a la interdisciplinariedad; además, favorecen el relevo generacional y orientan una proyección profesional en los estudiantes (Saavedra-Cantor *et al.*, 2015). En el caso de la UdeMedellín (Universidad de Medellín, s.f.), esta otorga, para los estudiantes que asisten continuamente y obtienen los productos esperados, una certificación.

Colaboración internacional

Por otro lado, la colaboración internacional ha sido una herramienta clave para potenciar los proyectos en conjunto entre distintas instituciones, gobiernos y organizaciones. Mencionamos como ejemplo de ello las múltiples iniciativas en el campo de la ciencia y de la diplomacia científica de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), las cuales han permitido esa colaboración científica internacional. En 1954, el CERN, que se ha convertido en uno de los mayores complejos científicos del mundo. En 1964, el Centro Internacional de Física Teórica Abdus Salam (ICTP), a partir de un acuerdo entre el gobierno italiano, la UNESCO y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). En 1971, la Red Mundial de Reservas de Biosfera. En 2017, el centro internacional SESAME de investigaciones científicas. En 2021, el primer marco internacional sobre la ciencia abierta, aprobado por 193 países asistentes a la reunión de la Conferencia General de la UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 2026).

Ahora bien, en este trabajo en particular, se detalla un caso concreto para fomentar la colaboración internacional entre dos Instituciones de Educación Superior de Latinoamérica. Para ello, se planteó un proyecto de colaboración entre la UdeMedellín de Colombia y la UACJ de México, con el objetivo de contribuir en la formación de los estudiantes del semillero de investigación ComuniLab de videojuegos y programación del Grupo de Investigación E-Virtual, en la línea de investigación de Entretenimiento Digital. Dicha colaboración internacional se enmarca en la estancia de investigación llevada a cabo por una profesora-investigadora de la UACJ en la Universidad de Medellín, con una duración de un año.

Metodología

La metodología para este proyecto de colaboración se estableció en 5 fases, que se describen a continuación:

Fase 1: plan de trabajo de un año

El periodo del plan de trabajo fue de agosto de 2024 a julio de 2025, el cual incluyó las siguientes actividades generales: 1) colaboración en el semillero de investigación ComuniLab de videojuegos y programación del programa de Comunicación y Entretenimiento Digital; 2) colaboración y participación en el IX Congreso Internacional de Comunicación Estratégica, organizado por la Universidad de Medellín (Universidad de Medellín, 2024).

Fase 2: integración de una profesora-investigadora de México

El semillero de investigación ComuniLab, hasta julio de 2024, estaba dirigido por dos profesoras-investigadoras de la Facultad de Comunicación de la Universidad de Medellín. En agosto de 2024 se integra una profesora-investigadora de México, en particular de la UACJ.

Fase 3: trabajo colaborativo

Se agendaron sesiones semanales con los estudiantes del semillero de investigación ComuniLab. Se establecieron dos periodos de tiempo: el primer semestre comprendió de agosto a diciembre de 2024 y el segundo semestre fue de enero a julio de 2025.

Durante el primer semestre se repasaron cuestiones básicas de programación y se plantearon dos equipos que estarían trabajando a lo largo del semestre para poder cubrir uno de los objetivos del plan. El primer equipo se enfocó en realizar una revisión de literatura en una ventana de tiempo de 10 años, comprendidos entre 2014 y 2024, en cuanto a los motores de videojuegos, lenguajes de programación y marcos de trabajo para el desarrollo de videojuegos. El segundo equipo trabajó también en una revisión de literatura, pero esta vez en una ventana de tiempo de 5 años, comprendidos entre 2019 y 2024, para identificar las tecnologías que se utilizaron en este periodo para el desarrollo de videojuegos, resaltando temas como inteligencia artificial, mejoras en los motores de videojuegos y realidad extendida.

Para el segundo semestre se realizaron trabajos en torno a diversas herramientas de Inteligencia Artificial Generativa (IAGen) que pudieran ser integradas para la generación de recursos educativos digitales. En este sentido, se establecieron también

dos equipos de trabajo. El primero desarrolló un microrrecurso, que es una página web para identificación y exploración de los géneros de videojuegos y su importancia, utilizando dos herramientas de IAGen para su realización: Gemini y ChatGPT. El segundo equipo desarrolló un microrrecurso para identificar y conocer las etapas en el desarrollo de un videojuego. El producto creado fue un minipódcast; se utilizaron varias herramientas de IAGen como: Gemini, Copilot, Perplexity, ChatGPT, Narakeet y ElevenLabs.

Fase 4: resultados esperados

La participación de estudiantes del semillero ComuniLab con dos ponencias dentro de un congreso internacional durante el primer semestre, así como la participación de dos integrantes del semillero ComuniLab en el Encuentro Departamental de Semilleros de Investigación, Nodo Antioquia-2025 (Red Colombiana de Semilleros de Investigación - Nodo Antioquia [RedCOLSI], s.f.), durante el segundo semestre.

Fase 5: socialización de los productos

Participar dentro de la Jornada de Socialización de Semilleros y Grupos de Investigación que se realiza al final de cada año; en particular, en noviembre de 2024, en el Centro de Convergencia Tecnoló-

gica de la UdeMedellín. En dicha jornada se realiza una evaluación de los productos de cada semillero de investigación.

Resultados

El trabajo colaborativo dio resultados significativos. Durante el primer semestre, se logró la participación de dos equipos del semillero de investigación ComuniLab en el IX Congreso Internacional de Comunicación Estratégica (Universidad de Medellín, 2024), realizado del 6 al 8 de noviembre de 2024 en la Universidad de Medellín.

El primer equipo presentó la ponencia titulada: “Explorando los motores, lenguajes y plataformas para el desarrollo de videojuegos, una década de crecimiento”, dentro de la mesa 15 de Investigación Formativa. El objetivo de dicho trabajo fue examinar las principales tendencias que han marcado el desarrollo de videojuegos en una ventana de observación de 10 años, comprendidos entre 2014 y 2024. Expusieron dicho trabajo tres de los cuatro integrantes del equipo (ver Figura 1).

El segundo equipo presentó la ponencia titulada: “El poder de la IA en el desarrollo de videojuegos: innovación y tecnología”, también dentro de la mesa 15 de investigación formativa. El objetivo de dicho trabajo fue identificar las tecnologías que se están utilizando para el desarrollo de videojuegos en una ventana de tiempo de 5 años, compren-



Figura 1.
Ponencia: Explorando los motores, lenguajes y plataformas



Figura 2.

Ponencia: El poder de la IA en el desarrollo de videojuegos

didados entre 2019 y 2024. La metodología utilizada fue el análisis documental, a través del rastreo en la base de datos Scopus, que arrojó un total de 154 artículos científicos, seleccionando solo 25 relevantes para la investigación y los cuales fueron categorizados en: inteligencia artificial, mejoras en los motores de videojuegos y realidad extendida. El trabajo fue expuesto por uno de los integrantes del equipo (ver Figura 2).

Ahora bien, estas dos investigaciones se presentaron además en la Jornada de Socialización de Semilleros y Grupos de Investigación 2024, en el Centro de Convergencia Tecnológica de la Universidad de Medellín. En dicha jornada participaron todos los integrantes del semillero de investigación ComuniLab, donde expusieron sus avances en las investigaciones, además de responder las preguntas de los evaluadores. Cabe señalar que los



Figura 3.

Póster para el XXIV Encuentro Departamental de Semilleros de Investigación 2025

integrantes del semillero que expusieron en dicho evento (8 en total) cumplieron satisfactoriamente todos los requisitos para obtener la certificación que les brinda la Universidad de Medellín.

Durante el segundo semestre se logró la participación de un equipo con un póster de investigación dentro del XXIV Encuentro Departamental de Semilleros de Investigación, Nodo Antioquia-2025 (RedCOLSI, 2025), el cual se realizó en modalidad presencial, en el Instituto San Carlos de La Salle, en la ciudad de Medellín, del 7 al 9 de mayo de 2025. El trabajo fue presentado por dos integrantes del semillero ComuniLab, que mostraron los avances en uno de los productos generados en el semestre anterior (ver Figura 3).

Conclusiones

Los semilleros de investigación son una estrategia para la formación en investigación de estudiantes de pregrado. En el caso estudiado en este capítulo, el semillero de investigación ComuniLab se nutre de estudiantes inquietos del pregrado de Comunicación y Entretenimiento Digital de la Universidad de Medellín. Se evidenció un marcado interés de los semilleros por investigar temas relacionados, sobre todo, con videojuegos; además, los estudiantes reconocen el valor del trabajo colaborativo en estas actividades extracurriculares.

Por otro lado, el Programa Institucional de Semilleros de Investigación de la Vicerrectoría de Ciencia y Tecnología de la Universidad de Medellín impulsa y apoya a los estudiantes vinculados a los semilleros para que participen en eventos académicos a nivel regional, nacional e internacional. Prueba de ello son las participaciones de los estudiantes del semillero ComuniLab tanto en el IX

Congreso Internacional de Comunicación Estratégica (Universidad de Medellín, 2024), así como en el XXIV Encuentro Departamental de Semilleros de Investigación, Nodo Antioquia-2025 (RedCOLSI, 2025).

Ahora bien, la metodología llevada a cabo en este proyecto de colaboración permitió cumplir con los objetivos del plan de trabajo inicial, entrelazando el trabajo conjunto y la cocreación entre los estudiantes del semillero y las profesoras que lo dirigen. Podemos mencionar que esta colaboración permitió fomentar en los estudiantes competencias que les ayudarán en sus trayectorias profesionales; además, es importante señalar la satisfacción expresada por ellos mismos al ser parte de encuentros nacionales e internacionales que les permitió mostrar sus investigaciones.

Finalmente, se destaca que la experiencia fue enriquecedora no solo para los estudiantes, sino también para las profesoras que dirigieron el semillero. En el caso de la profesora de la UACJ de México, se destaca la experiencia provechosa de una estancia de investigación, donde tuvo la oportunidad de formar parte del equipo que dirigió el semillero de investigación ComuniLab, lo cual le permitió fortalecer los lazos de colaboración entre la UdeMedellín y la UACJ, promoviendo así la solidaridad académica internacional. De otro lado, para las profesoras de la Universidad de Medellín, haber tenido la oportunidad de recibir y compartir conocimiento con su par de México fue, sin duda, una forma de incrementar sus conocimientos y nuevas formas de ver la investigación en videojuegos y el mundo que los rodea. Interactuar con colegas internacionales siempre será una experiencia enriquecedora, donde incrementan conocimiento quienes hacen parte de ella.

Agradecimientos

Este trabajo de colaboración no se podría haber realizado sin el apoyo de diversas personas e instancias, tanto de la Universidad de Medellín como de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; un agradecimiento para cada una de ellas. Así como un agradecimiento especial al Dr. Ricardo Becerra Agudelo quien fue el vínculo directo en la Universidad de Medellín y quien siempre mostró apertura y apoyo constante para que la estancia de investigación se llevara a cabo. Finalmente, pero no menos importante, gracias a cada uno de los estudiantes que conforman el semillero de investigación ComuniLab, su entusiasmo y trabajo constante fueron clave para cumplir los objetivos trazados.

Referencias

- Castro-Rodríguez, Y. (2022). Revisión sistemática sobre los semilleros de investigación universitarios como intervención formativa (Systematic review on university research groups as a formative intervention). *Propósitos y Representaciones*, 10(2), e873. <https://doi.org/10.20511/pyr2022.v10n2.873>
- Figueroa Zúñiga, A.S., & Moreno Echeverry, V. (2015). Semilleros de investigación, una propuesta para jóvenes investigadores en México (Research incubators, a proposal for young researchers in Mexico). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1, 167-172. <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263139243023.pdf>
- Gómez Miranda, O.M., Morales Rubiano, M.E., & Plata Pacheco, P.A. (2019). Transferencia de conocimiento e investigación formativa: lecciones aprendidas y desafíos para los semilleros de investi-

- gación (Knowledge transfer and formative research: lessons learned and challenges for research incubators). *Palabra: Palabra que obra*, 19(2), 203-221. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7461189>
- Jara Ramírez, M.A. (2024). Propuesta de Habilidades Investigativas para Consolidación del Programa Semillero de Investigación en Estudiantes de Pregrado (Proposal for Research Skills to Consolidate the Research Seedbed Program in Undergraduate Students). (2024). *Una ciencia, Revista de Estudios E Investigaciones*, 17(33), 4-21. <https://doi.org/10.35997/unaciencia.v17i33.779>
- López Ávila, C.R., Posada Silva, W.Y., & Franco Jiménez, A.M. (2025). Los semilleros de investigación y la formación investigativa en una universidad pública de Colombia (Research Workshops and Research Training in a Public University in Colombia). *Revista mexicana de investigación educativa*, 30(105), 575-598. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662025000200575&lng=es&tlng=es
- Mejía Mercado, E.L., & Porras Mendoza, M.P. (2016). La formación investigativa de los semilleros de investigación a través de un enfoque crítico (The investigative training of research groups through a critical approach). *Revista cultural unilibre*, 1(2), 77-85. https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/revista_cultural/article/view/4193/3548
- Morales-Santillán, S.R., & Peralta-Herrera, T.K. (2023). Los semilleros de investigación como estrategia de investigación formativa en las Universidades de Sudamérica: una revisión sistemática (Research seedbeds as a formative research strategy in South American universities: a systematic review). *INNOVA Research Journal*, 8(2), 52-66. <https://doi.org/10.33890/innova.v8.n2.2023.2241>
- Red Colombiana de Semilleros de Investigación - Nodo Antioquia (2025). *Encuentro Departamental de Semilleros de Investigación EDSI 2025* (Departmental Meeting of Research Seedbeds EDSI 2025). <https://nodoantioquia.redcolsi.org/eventos/2025>
- Saavedra-Cantor, C.J., Muñoz-Sánchez, A.I., Antolínez-Figueroa, C., Rubiano-Mesa, Y.L., & Puerto-Guerrero, A.H. (2015). Semilleros de investigación: desarrollos y desafíos para la formación en pregrado (Research seedbeds: developments and challenges for undergraduate training). *Educación y Educadores*, 18(3), 391-407. <https://dx.doi.org/10.5294/edu.2015.18.3.2>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2026, enero 19). *La cooperación internacional en la investigación científica, su razón de ser, ventajas y ejemplos* (International cooperation in scientific research, its purpose, advantages, and examples). <https://www.unesco.org/es/scientific-research-cooperation-why-collaborate-science-benefits-and-examples>
- Universidad de Medellín. (s.f.). *Semilleros de investigación* (Research incubators). <https://investigacion.udemedellin.edu.co/socializacion-y-divulgacion/semilleros-de-investigacion/>
- Universidad de Medellín (2022, febrero 24). *¡Ahora en los semilleros de investigación podrás generar producción científica y tecnológica!* (Now in research incubators you can generate scientific and technological output!). <https://investigacion.udemedellin.edu.co/ahora-en-los-semilleros-de-investigacion-podras-generar-produccion-cientifica-y-tecnologica/>
- Universidad de Medellín. (2024, noviembre 6). *IX Congreso Internacional de Comunicación Estratégica*. <https://udemedellin.edu.co/eventos/ix-congreso-internacional-de-comunicacion-estrategica/>
- Vera-Fernández, C.G., & Fernández-Nieto, E.L. (2024). "Los semilleros de Investigación" hacia la consolidación de una cultura investigativa en el contexto universitario. Revisión de literatura 2017-2023 ("Research Seedbeds" towards the consolidation of a research culture in the university context. Literature review 2017-2023). *AiBi Revista De Investigación, Administración E Ingeniería*, 12(2), 204-214. <https://doi.org/10.15649/2346030X.3445>

Evaluación de la temperatura de extracción sobre algunos parámetros fisicoquímicos y perfil de ácidos grasos del aceite de nuez pecanera

Nohemí del Carmen Reyes-Vázquez¹, Aurora Stephanie Hilario-Azuara², Judith Esmeralda Urías Silvas³, Ángela Suárez Jacobo⁴

Resumen

El aceite de nuez pecanera [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch.] ha cobrado relevancia como fuente de ácidos grasos insaturados, asociados con efectos benéficos en la salud. No obstante, su calidad fisicoquímica y estabilidad oxidativa dependen de la temperatura de extracción. El aceite se extrajo con prensa de tornillo Speller a 40, 50 y 60 °C. Se evaluaron el rendimiento, parámetros fisicoquímicos (acidez y peroxidación), color instrumental, perfil de ácidos grasos y estabilidad oxidativa, adicionando antioxidantes (tocoferoles y TBHQ). El rendimiento de extracción aumentó ($p < 0.05$) con la temperatura, alcanzando valores de 63, 67 y 70 % a 40, 50 y 60 °C, respectivamente. La acidez mostró un incremento leve y progresivo conforme aumentó la temperatura, mientras que el índice de peróxidos no presentó cambios. Los valores de L^* fueron de 4.78, 5.17 y 4.10, respectivamente, evidenciando una disminución a 60 °C, mientras que b^* mostró valores de 6.25, 5.88 y 4.40, respectivamente. El perfil de ácidos grasos se mantuvo sin diferencias, con predominio de ácido oleico (58, 59 y 56 %) y linoleico (25, 25 y 26 %), respectivamente. La estabilidad oxidativa fue favorecida, alcanzando 13.61 h con la combinación de TBHQ y tocoferoles ($p < 0.05$). El intervalo de 40–50 °C permite preservar la calidad fisicoquímica y la estabilidad del aceite, constituyendo una condición adecuada de extracción y mostrando su potencial aplicación como ingrediente nutracéutico.

Palabras clave: aceite de nuez pecanera, extracción en frío, ácidos grasos, estabilidad oxidativa.

Cómo citar: Reyes-Vázquez, N.; Hilario-Azuara, A.; Urías, J.; Suárez, Á. (2026). Evaluación de la temperatura de extracción sobre algunos parámetros fisicoquímicos y perfil de ácidos grasos del aceite de nuez pecanera. En Calles, M., Hernández, E., Altamira, J. (Eds.). *Mujeres que transforman conocimiento. Innovación educativa e investigación interdisciplinaria para la sostenibilidad*. High Rate Consulting. <https://doi.org/10.38202/mujerestransf10>

1. <https://orcid.org/0000-0003-1869-6053>, nreyes@ciatej.mx | Centro de investigación y asistencia en tecnología y diseño del Estado de Jalisco, México.
2. <https://orcid.org/0009-0007-9006-5850>, auhilario_al@ciatej.edu.mx | Centro de investigación y asistencia en tecnología y diseño del Estado de Jalisco, México.
3. <https://orcid.org/0000-0002-5906-4979>, jurias@ciatej.mx | Centro de investigación y asistencia en tecnología y diseño del Estado de Jalisco, México.
4. <https://orcid.org/0000-0003-4143-9557>, asuarez@ciatej.mx | Centro de investigación y asistencia en tecnología y diseño del Estado de Jalisco, México.

Evaluation of Extraction Temperature on Selected Physicochemical Parameters and the Fatty Acid Profile of Pecan Nut Oil

Abstract

Pecan nut oil [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] has gained relevance as a source of unsaturated fatty acids associated with beneficial health effects. However, its physicochemical quality and oxidative stability depend on the extraction temperature. The oil was extracted using a Speller screw press at 40, 50, and 60 °C. Extraction yield, physicochemical parameters (acidity and peroxide value), instrumental color, fatty acid profile, and oxidative stability were evaluated, including the addition of antioxidants (tocopherols and TBHQ). Extraction yield increased ($p < 0.05$) with temperature, reaching values of 63, 67, and 70% at 40, 50, and 60 °C, respectively. Acidity showed a slight and progressive increase as temperature rose, whereas the peroxide value remained unchanged. L^* values were 4.78, 5.17, and 4.10, respectively, indicating a decrease at 60 °C, while b^* values were 6.25, 5.88, and 4.40, respectively. The fatty acid profile remained unchanged, with oleic acid (58, 59, and 56%) and linoleic acid (25, 25, and 26%) as the predominant fatty acids. Oxidative stability was enhanced, reaching 13.61 h with the combination of TBHQ and tocopherols ($p < 0.05$). The 40–50 °C temperature range preserves the physicochemical quality and stability of the oil, representing an adequate extraction condition and highlighting its potential application as a nutraceutical ingredient.

Keywords: pecan nut oil; cold pressing; fatty acids; oxidative stability.

Introducción

La nuez pecanera es una especie originaria de América del Norte y representa uno de los cultivos de mayor importancia económica en México. Según datos del Comité Mexicano del Sistema Producto Nuez (COMENUEZ), en 2023 la producción anual fue superior a 176,849 toneladas, de las cuales cerca del 80 % se destina a exportación sin un valor agregado significativo. En años recientes, la búsqueda de alimentos funcionales y nutracéuticos ha impulsado el interés científico por el aceite de nuez pecanera, cuya composición destaca por su elevado contenido de ácidos grasos insaturados y compuestos bioactivos con propiedades benéficas para la salud humana. Según Hudthagosol *et al.* (2011), “el consumo regular de nuez pecanera incrementa los niveles plasmáticos de γ -tocopherol y reduce la oxidación de LDL en humanos” (p. 2990), lo que sustenta su potencial efecto protector frente a procesos oxidativos.

La calidad y estabilidad del aceite dependen de las condiciones de extracción, pues factores como la temperatura y el método empleado determinan tanto el rendimiento como la preservación de los compuestos minoritarios responsables de su valor

biológico. Gómez-Coca *et al.* (2016) destacaron que “los parámetros de extracción influyeron significativamente en la composición cuantitativa y cualitativa de los compuestos menores del aceite” (p. 72), lo que explica la necesidad de optimizar cada etapa del proceso. Temperaturas elevadas tienden a incrementar el rendimiento, aunque también promueven la oxidación lipídica y la degradación de antioxidantes naturales (Shahidi y Ambigaipalan, 2015).

Entre las variedades previamente estudiadas, pawnee ha mostrado un perfil composicional favorable y una notable inocuidad, lo que la posiciona como una candidata idónea para la obtención de aceite de nuez pecanera. Su aceite presenta una proporción elevada de ácidos grasos monoinsaturados y bajo índice de acidez, características que contribuyen a su estabilidad oxidativa y su posible aplicación como nutracéutico (Shahidi y Ambigaipalan, 2015).

En este sentido, diversos estudios han demostrado que los aceites ricos en ácidos grasos insaturados, en especial los monoinsaturados y poliinsaturados, ejercen efectos beneficiosos sobre los procesos inflamatorios y el metabolismo lipídico,

favoreciendo el control del perfil metabólico en individuos con sobrepeso. Según Rajaram *et al.* (2001, p. 2276), “una dieta enriquecida con nueces ricas en ácidos grasos monoinsaturados redujo significativamente los niveles de colesterol total y LDL en adultos sanos”, además de mejorar el colesterol HDL. De manera similar, el estudio de Estruch *et al.* (2018, p. 34) evidenció que la adherencia a una dieta mediterránea enriquecida con aceite de oliva virgen extra o frutos secos redujo en 30 % la incidencia de eventos cardiovasculares. Recientemente, se ha demostrado que los polifenoles del aceite de oliva, particularmente aceites vírgenes ricos en compuestos fenólicos se asocian con una disminución de marcadores inflamatorios sistémicos como IL-6 y TNF- α , principalmente a través de mecanismos antioxidantes y de modulación de la respuesta inflamatoria (Finicelli *et al.*, 2021). Del mismo modo, Guasch-Ferré *et al.* (2013) concluyeron que el consumo frecuente de frutos secos y aceites vegetales ricos en ácidos grasos insaturados “modula la expresión genética de marcadores inflamatorios y mejora el metabolismo lipídico hepático, contribuyendo a la prevención de enfermedades cardiovasculares”.

En conjunto, estas evidencias respaldan el potencial de los aceites con alto contenido de ácidos grasos insaturados, como el de nuez pecanera, en la mejora del estado inflamatorio y el perfil metabólico.

No obstante, los aceites ricos en ácidos grasos insaturados son susceptibles a la oxidación, fenómeno que origina compuestos de deterioro responsables de pérdidas sensoriales y nutricionales (Domínguez *et al.*, 2019). Para mitigar los procesos de oxidación lipídica en aceites vegetales, se han empleado antioxidantes con reconocida capacidad captadora de radicales libres, como la terbutilhidroquinona (TBHQ), la cual ha demostrado alta eficacia y estabilidad térmica en matrices lipídicas sometidas a condiciones de procesamiento y almacenamiento (Barrera-Arellano *et al.*, 2020; Choe & Min, 2006, pp. 169-186).

Asimismo, Barrera-Arellano *et al.* (2020) han señalado que “la combinación de antioxidantes sintéticos y naturales puede generar efectos sinérgicos que mejoren la estabilidad oxidativa de los aceites” (p. 5). La evaluación de la estabilidad oxidativa mediante métodos acelerados, como la prueba Rancimat, constituye una herramienta fundamental para estimar la resistencia del aceite frente a la degradación térmica (Velasco & Dobarganes, 2002).

Este capítulo expone la primera etapa del esfuerzo que se está realizando en la obtención, caracterización y estabilización del aceite de nuez pecanera, en donde, previamente, se evaluaron tres

tamaños de nuez pecanera: criolla en sus tamaños granzón y granillo, y pawnee, mediante la determinación de parámetros de rendimiento, fisicoquímicos (índices de acidez, peroxidación, refracción y saponificación), colorimétricos, perfil de ácidos grasos y microbiológicos. Los resultados obtenidos evidenciaron que el tamaño pawnee presentó mejores características para la extracción a mayor escala, al mostrar ausencia de contaminación microbiológica y bajos niveles de oxidación del aceite. Por lo que pawnee es potencialmente prometedora para que, en una segunda etapa, se evalúe su potencial nutracéutico en la prevención y manejo del sobrepeso y sus comorbilidades metabólicas, integrando, de esta forma, en forma interdisciplinaria, la investigación en tecnología alimentaria con la clínica aplicada.

Objetivo

Evaluar el efecto de la temperatura de extracción (40, 50 y 60 °C) sobre el rendimiento, algunos parámetros fisicoquímicos, el perfil de ácidos grasos y la estabilidad oxidativa del aceite de nuez pecanera, con el propósito de utilizarlo posteriormente en una intervención clínica en pacientes con sobrepeso.

Metodología

Enfoque y diseño de investigación

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño experimental de laboratorio, de tipo analítico y comparativo, orientado a evaluar el efecto de las condiciones de extracción y la adición de antioxidantes sobre la calidad fisicoquímica, estabilidad oxidativa y composición del aceite de nuez pecanera.

Población de estudio

La población del estudio estuvo constituida por aceites vegetales obtenidos a partir de nuez pecanera (*Carya illinoensis*), susceptibles de ser evaluados mediante parámetros fisicoquímicos, colorimétricos, oxidativos y cromatográficos.

Muestra

La muestra estuvo conformada por lotes de aceite de nuez pecanera obtenidos de un lote de 80 kilos de nuez pecanera tamaño pawnee, con medidas de 32.06 ± 2.89 mm, procedente de la huerta “Santa María”, ubicada en Zaragoza, Coahuila,



Figura 1.

Aspecto de la nuez pecanera pawnee (A) y proceso de extracción del aceite mediante prensado en frío (B) y aceite de nuez (C)

correspondiente a la cosecha 2024. Dichos aceites fueron obtenidos mediante prensado en frío a diferentes temperaturas de extracción (40, 50 y 60 °C), así como por tratamientos antioxidantes aplicados al aceite seleccionado. Todos los análisis se realizaron al menos por duplicado o triplicado, según el diseño experimental correspondiente.

Análisis proximal

Se realizó un análisis proximal de la materia prima con el propósito de determinar su composición nutricional básica. Los parámetros evaluados fueron humedad, cenizas, grasas, proteínas, fibra cruda y carbohidratos totales, siguiendo los métodos establecidos por la normatividad mexicana: NMX-083-1986, NMX-F-607-NORMEX-2020, NOM-086-SSA1-1994, apéndice normativo C, numeral 1, NMX-F-068-NORMEX-2011 y NMX-F-613-NORMEX-2017, respectivamente. Los carbohidratos totales se calcularon por diferencia del análisis proximal.

Extracción de aceite

El aceite se obtuvo mediante prensado en frío (Figura 1) para obtener el aceite de nuez pecanera. En la que se procesaron muestras de 300 gramos de nuez picada y el aceite fue extraído en una prensa de tornillo tipo Speller, para la cual se realizó un precalentamiento de 40, 50 y 60 °C, y la velocidad de rotación fue de 50 rpm. El aceite recuperado tras la centrifugación a 12 000 rpm durante 10 m en una centrífuga refrigerada Thermo Scientific, modelo 75004519 (Heraeus Megafuge 40R Series), fue cuidadosamente decantado y almacenado en frascos ámbar. Con posterioridad, se almacenaron a -20 °C hasta su análisis para evitar procesos de

oxidación y preservar la calidad de los compuestos bioactivos presentes en la muestra. Las fracciones de aceite, pasta y merma fueron pesadas con ayuda de una balanza granataria, determinando sus rendimientos respectivos. Con el aceite obtenido se realizaron los análisis fisicoquímicos, color y perfil de ácidos grasos.

Caracterización fisicoquímica y color

Los parámetros fisicoquímicos fueron determinados mediante métodos oficiales de la Association of Official Analytical Chemists (AOAC). La acidez libre se cuantificó mediante el método de titulación con NaOH (AOAC 940.28). Estas determinaciones permitieron evaluar la estabilidad oxidativa, el grado de hidrólisis lipídica y la calidad global de los aceites obtenidos.

La caracterización colorimétrica del aceite se realizó utilizando un espectrofotómetro ColorFlex EZ (HunterLab), operando bajo el sistema CIELAB, el cual define el color en un espacio tridimensional a partir de los parámetros L^* , a^* y b^* . El valor L^* representa la luminosidad, donde 0 indica negro absoluto y 100 blanco puro; el eje a^* expresa la variación entre el verde (valores negativos) y el rojo (valores positivos), mientras que el eje b^* refleja la transición entre el azul (valores negativos) y el amarillo (valores positivos). Las muestras se midieron en cubetas de vidrio transparente, en condiciones controladas de iluminación y temperatura.

Perfil de ácidos grasos

El perfil de ácidos grasos fue determinado por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS), previa conversión a ésteres metílicos mediante metilación alcalina. Se utilizó una

columna capilar HP-88 (60 m × 0.25 mm × 0.20 μm), diseñada para la separación eficiente de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados. La cuantificación se realizó con base en áreas relativas, utilizando estándares externos certificados (Jarret *et al.*, 2013).

De acuerdo con los resultados obtenidos en los análisis de rendimientos, acidez, peroxidación, color instrumental y perfil de ácidos grasos a diferentes temperaturas de extracción, se seleccionó el rango térmico óptimo de 40 a 50 °C, al cual se preservó la calidad fisicoquímica del aceite y se minimizó la oxidación de los lípidos.

Estabilidad oxidativa

Se evaluaron cuatro muestras de aceite obtenidas mediante prensado en frío a 40 ± 5 °C, las cuales fueron identificadas como: M1: aceite crudo; M2: aceite con tocoferoles mediante la adición de DURALOX® OXIDATION MANAGEMENT BLEND NM-110XT, con contenido de tocoferoles (9-11 %); M3: aceite con terbutilhidroxiquinona (TBHQ); y M4: mezcla de aceite con tocoferoles y TBHQ. Cada tratamiento se realizó por duplicado.

La estabilidad oxidativa del aceite de nuez pecanera se determinó mediante el método Rancimat, utilizando un equipo Professional Rancimat 892 (Metrohm, Suiza). El ensayo se realizó a una temperatura de 120 °C y con un flujo de aire de 20 L/h, condiciones que permiten acelerar el proceso de oxidación para estimar el tiempo de inducción.

De cada muestra se pesaron 3 g (Figura 2), los cuales se colocaron directamente en los tubos de ensayo, sin requerir procesamiento previo. El tiempo de inducción se registró automáticamente y los resultados se expresaron en horas, considerando el promedio de las dos repeticiones de cada muestra.



Figura 2. Muestras de aceite de nuez en los tubos de reacción del equipo Rancimat 892 (Metrohm) para la determinación de estabilidad oxidativa a 120 °C a diferentes condiciones.

Con los resultados que demostraban el antioxidante que tenía la mejor respuesta en la estabilización del aceite, se procedió a adicionarlo a un lote de 40 kg de aceite de nuez pawnee. El lote de aceite se obtuvo a la temperatura de 45 ± 5 °C.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos en cada uno de los diseños experimentales fueron procesados estadísticamente para el análisis de varianza y comparación de medias por el método Fisher, con ayuda del programa de computación STATGRAPHICS 18, versión 18.1.13.

Resultados y discusión

La caracterización proximal de la materia prima indicó que la nuez pawnee contenía, para humedad, cenizas, grasas, proteínas, fibra cruda y carbohidratos totales, 1.91 %, 1.26 %, 66.40 %, 8.94 %, 2.72 % y 21.49 %, respectivamente, indicando como principal componente la fracción lipídica, seguida de la fracción de carbohidratos y proteína, indicando una fracción lipídica elevada.

El rendimiento de extracción constituye un parámetro fundamental en la obtención de aceites vegetales, ya que influye directamente en la viabilidad económica del proceso y en la eficiencia de aprovechamiento de la materia prima. En los procesos de extracción, este parámetro depende del método empleado, la variedad del fruto, el contenido lipídico, el tamaño de partícula y las condiciones de operación (Domínguez *et al.*, 2019).

Según Gómez-Coca *et al.* (2016), “las condiciones de extracción determinan no solo la cantidad de aceite obtenido, sino también la calidad y la estabilidad del producto final” (p. 71), lo que resalta la importancia de controlar las variables de proceso. Los métodos mecánicos, como el prensado en frío, se consideran más seguros desde el punto de vista toxicológico y permiten conservar mejor los compuestos bioactivos; sin embargo, presentan rendimientos menores en comparación con los métodos de extracción con disolventes orgánicos, como el hexano, los cuales ofrecen mayor eficiencia, pero pueden degradar antioxidantes naturales y dejar residuos no deseables.

Diversos autores han señalado que la temperatura de prensado influye directamente en el rendimiento, pues el incremento de temperatura reduce la viscosidad del aceite y facilita su liberación desde la matriz celular (Delfan-Hosseini *et al.*, 2017). No obstante, temperaturas excesivas pueden inducir reacciones oxidativas y pérdida de compuestos volátiles. En este estudio, la evaluación a 40, 50 y

60 °C permitió determinar los rendimientos de extracción de aceite de nuez pecanera, buscando un equilibrio entre eficiencia del proceso y conservación de la calidad fisicoquímica.

Tabla 1.

Rendimientos de extracción del aceite, pasta y merma de la nuez pecanera obtenido mediante prensado en frío y a diferentes temperaturas

Temp. (°C)	Aceite	Pasta	Merma
		(%)	
40	63.82±2.24 ^a	28.72±0.83 ^a	7.47±1.41 ^a
50	67.16±0.68 ^{a, b}	26.30±0.57 ^{a, b}	6.54±0.11 ^a
60	70.45±0.12 ^b	24.79±0.69 ^b	4.76±0.57 ^a

Los valores representan el promedio de los duplicados. Letras distintas en cada columna para cada parámetro representan diferencias significativas ($p < 0.05$).

En la Tabla 1 se observa que el rendimiento de extracción del aceite de nuez aumentó significativamente ($p < 0.05$) conforme se elevó la temperatura de prensado. Los valores obtenidos fueron de 63.82 % a 40 °C, 67.16 % a 50 °C y 70.45 % a 60 °C, mientras que la proporción de pasta y merma disminuyó de manera proporcional al incremento térmico.

Según Domínguez *et al.* (2019), el rendimiento de extracción depende estrechamente de las condiciones de operación, ya que el aumento de temperatura reduce la viscosidad del aceite y facilita su liberación de la matriz celular, mejorando la eficiencia extractiva. En concordancia, Gómez-Coca *et al.* (2016) señalan que “las condiciones de extracción determinan no solo la cantidad de aceite obtenido, sino también la calidad y la estabilidad del producto final” (p. 71), lo que refuerza la importancia de controlar cuidadosamente los parámetros térmicos durante el prensado.

El comportamiento observado coincide con lo reportado por Delfan-Hosseini *et al.* (2017), quienes evidenciaron que temperaturas moderadas incrementan el flujo del aceite durante la extracción, debido a la disminución de la viscosidad y a una mayor movilidad del aceite dentro de la matriz oleaginosa. Asimismo, Choe y Min (2006, pp. 169-186) observaron que el incremento de la temperatura puede mejorar el rendimiento de extracción de aceites vegetales; no obstante, valores elevados pueden comprometer la estabilidad oxidativa y la integridad de los compuestos antioxidantes naturales.

Por lo anterior, los resultados obtenidos confirman que la temperatura de extracción influyó directamente en la eficiencia del proceso, incrementando el rendimiento del aceite a medida que se eleva la temperatura.

Índice de peroxidación y acidez

La acidez expresa la presencia de ácidos grasos resultantes de la ruptura de triglicéridos, proceso que se asocia principalmente a reacciones de hidrólisis lipídica durante la obtención, el procesamiento o el almacenamiento de los aceites. Por su parte, el índice de peróxidos cuantifica la formación de hidroperóxidos, considerados los productos primarios de la oxidación lipídica y ampliamente utilizados como criterios de calidad, ya que permiten evaluar cambios tempranos que afectan la estabilidad química y el valor nutricional de los aceites comestibles. Factores como la temperatura de extracción, la disponibilidad de oxígeno y la presencia o ausencia de compuestos antioxidantes influyen directamente en la magnitud de estos valores, condicionando la vida útil y la calidad final del producto (Barrera-Arellano *et al.*, 2020, p. 607).

Tabla 2.

Valores de acidez y peroxidación del aceite de nuez pecanera pawnee obtenido mediante prensado en frío a diferentes temperaturas

Temperatura (°C)	Acidez	Peroxidación
40	0.0079±0.01 ^a	0.46±0.16 ^a
50	0.0090±0.01 ^a	0.33±0.14 ^a
60	0.0118±0.01 ^b	0.39±0.01 ^a

Los valores representan el promedio de los triplicados. Letras distintas en cada columna para cada parámetro representan diferencias significativas ($p < 0.05$).

En la Tabla 2 se observa que el índice de acidez del aceite aumentó significativamente ($p < 0.05$) conforme se elevó la temperatura de extracción, pasando de 0.0079 a 40 °C a 0.0118 a 60 °C. Este incremento, aunque leve, sugiere un proceso de hidrólisis parcial de triglicéridos, asociado al efecto del calor sobre las lipasas naturales o la ruptura de enlaces éster. De acuerdo con Dijkstra (2013), “la acidez libre en los aceites vírgenes depende tanto del estado fisiológico del fruto como de las condiciones térmicas y de almacenamiento durante la extracción” (p. 214).

Según los criterios establecidos por el Codex Alimentarius International Food Standards (2019), los aceites comestibles deben presentar valores de acidez libre inferiores a 4.0 mg KOH/g de aceite, lo que permite considerar al producto dentro de parámetros aceptables de calidad. Factores como la temperatura de extracción, la exposición al oxígeno y las condiciones de manejo influyen directamente en estos valores, pudiendo favorecer procesos de hidrólisis y oxidación cuando no se controlan adecuadamente.

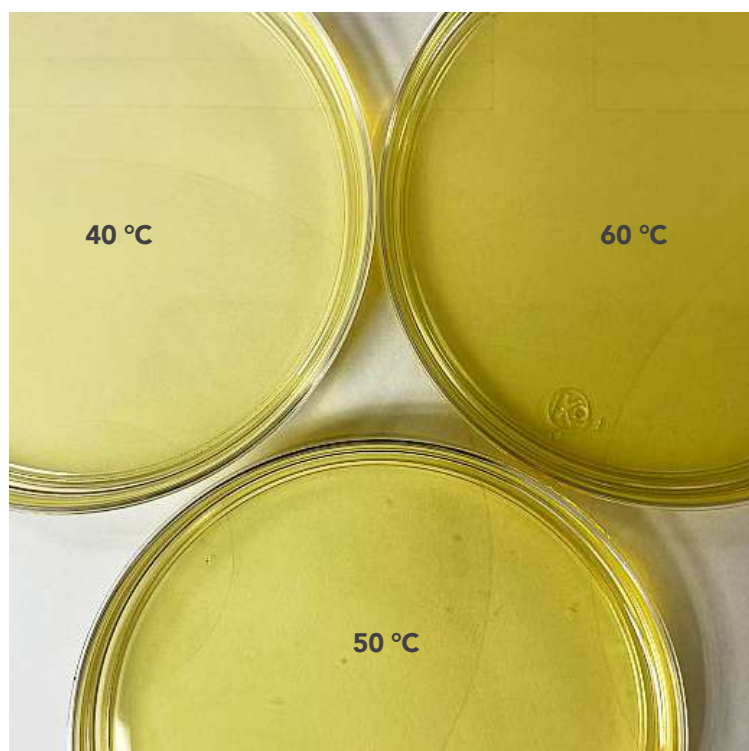


Figura 3.

Aspecto del aceite de nuez pecanera obtenido a diferentes temperaturas (40, 50 y 60°C) por prensado en frío.

En cuanto al índice de peróxidos, no se detectaron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre las temperaturas evaluadas, con valores que oscilaron entre 0.33 y 0.46 meq O_2/kg , reflejando una baja formación de compuestos primarios de oxidación. Este comportamiento es coherente con lo reportado por Prescha *et al.* (2014), quienes observaron que los aceites prensados en frío presentan una menor susceptibilidad a la peroxidación inicial debido a la presencia de antioxidantes naturales como tocoferoles y polifenoles.

Estudios en aceites de frutos secos y otros aceites vegetales han demostrado que el control térmico durante el prensado es determinante para preservar la estabilidad oxidativa, ya que temperaturas moderadas limitan la formación de productos primarios de oxidación y favorecen la conservación de antioxidantes naturales. En este sentido, los resultados del presente estudio evidencian que las temperaturas aplicadas ($\leq 60^\circ C$) no promovieron reacciones oxidativas ni alteraciones químicas relevantes. En conjunto, estos valores confirman que el aceite de nuez pecanera tamaño pawnee obtenido por prensado en frío mantiene una calidad fisicoquímica adecuada, bajos índices de acidez y peroxidación, lo que lo hace apto para su posterior evaluación como nutracéutico (Matthäus, 2010, pp. 212–220).

Color

El color constituye un indicador de calidad en los aceites vegetales, ya que refleja tanto su estado de pureza como la presencia de pigmentos natu-

rales (carotenoides y clorofilas) y compuestos oxidados formados durante el proceso de extracción. Según Krajewska y Kachel (2022), “las variaciones en los parámetros colorimétricos L^* , a^* y b^* se relacionan directamente con el método y la temperatura de obtención del aceite, afectando su aceptación visual y estabilidad durante el almacenamiento” (p. 3648). En este contexto, el estudio de los parámetros colorimétricos L^* (luminosidad), a^* (tono rojo-verde) y b^* (tono amarillo-azul) permite determinar el efecto de la temperatura de prensado sobre la apariencia final del aceite de nuez pecanera.

En la Figura 3 se muestra el aspecto visual del aceite obtenido a diferentes temperaturas de prensado (40, 50 y 60 °C), donde se aprecia un incremento gradual en la intensidad del tono amarillo conforme aumenta la temperatura, lo que coincide con la tendencia observada en los valores del parámetro b^* .

También se presentan los valores promedio de los parámetros colorimétricos L^* , a^* y b^* del aceite de nuez pecanera obtenido por prensado a diferentes temperaturas (Figura 4). Se observaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos, lo que evidencia el efecto de la temperatura sobre las propiedades ópticas del aceite.

El parámetro L^* , que representa la luminosidad, mostró los valores más altos a 40 y 50 °C, con 4.78 y 5.17, respectivamente, mientras que el aceite obtenido a 60 °C presentó un valor inferior (4.10). Esto indica que el aceite extraído a temperaturas

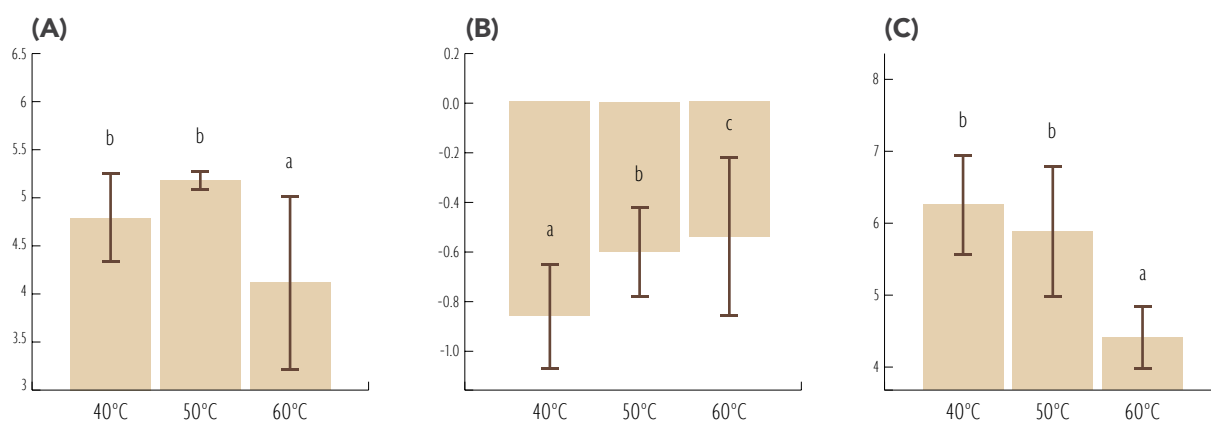


Figura 4.

Parámetros colorimétricos A) L* (luminosidad), B) a* tono (rojo +a* y -a* verde) y C) b* tono (+b* amarillo y -b* azul) del aceite de nuez pecanera obtenido por prensado a diferentes temperaturas (40, 50 y 60 °C)

Las barras representan el promedio de cinco repeticiones independientes (n = 5). Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos (p < 0.05).

intermedias fue visualmente más claro, mientras que el obtenido a mayor temperatura presentó un tono más oscuro. Este comportamiento puede atribuirse a reacciones térmicas leves de pigmentos naturales o a la formación inicial de compuestos de oxidación que disminuyen la reflectancia del aceite. De manera similar, Krajewska y Kachel (2022) reportaron una disminución en los valores de L* con el incremento de temperatura en aceites prensados en frío. Asimismo, Matthäus (2010, pp. 212–220) señala que el oscurecimiento del aceite durante el procesamiento térmico está asociado a la degradación de carotenoides y clorofilas, así como a reacciones oxidativas incipientes.

Respecto al parámetro a*, se observaron diferencias significativas entre las tres temperaturas. El aceite obtenido a 40 °C (-0.86) presentó valores más negativos, lo que denota un matiz más verdoso, mientras que, al aumentar la temperatura, el valor de a* fue de -0.60 y -0.54 a 50 y 60 °C, respectivamente, reflejando un ligero desplazamiento hacia tonos menos verdosos. Este cambio podría deberse a la oxidación o transformación térmica de clorofilas y feofitinas, pigmentos sensibles al calor. Asimismo, Rabadán *et al.* (2018) reportaron que la temperatura aplicada durante el prensado por tornillo influye en atributos de calidad del aceite de nueces, asociados a modificaciones inducidas por el procesamiento.

En cuanto al parámetro b*, los valores más altos se observaron a 40 y 50 °C, con valores de 6.25 y 5.88, respectivamente, mientras que el valor más bajo correspondió a 60 °C (4.40). Esto evidencia una disminución del tono amarillo con el aumento de temperatura, atribuida a la degradación térmica de carotenoides, compuestos responsables del color

dorado característico de aceites vírgenes (Britton *et al.*, 2009, pp. 195-202). Asimismo, la pérdida de saturación cromática podría deberse a reacciones de oxidación secundaria que alteran la absorción de luz visible y modifican la apariencia del aceite.

En conjunto, los resultados indicaron que la temperatura de extracción influyó significativamente en el color del aceite, afectando especialmente la luminosidad y el componente amarillo. Los aceites obtenidos a 40-50 °C conservaron un aspecto más claro y dorado, característico de los aceites prensados en frío, mientras que el tratamiento a 60 °C produjo un color más opaco, probablemente por degradación térmica de pigmentos naturales y reacciones oxidativas incipientes.

Perfil de ácidos grasos

El análisis del perfil de ácidos grasos constituye una herramienta fundamental para evaluar la calidad nutricional y la estabilidad oxidativa de los aceites vegetales, ya que la proporción de los lípidos presentes influye directamente en su comportamiento funcional. La composición lipídica de los aceites está determinada principalmente por la especie vegetal, la madurez del fruto y las condiciones aplicadas durante el proceso de extracción. En este sentido, la proporción relativa entre ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados es un factor clave que condiciona la susceptibilidad del aceite a procesos de oxidación y deterioro químico (Bockisch, 2015, pp. 53-95). En aceites de frutos secos como la nuez pecanera, los ácidos oleico y linoleico predominan en la fracción lipídica, lo que confiere un valor nutracéutico relevante asociado a efectos benéficos sobre el perfil lipídico plasmático

y la salud cardiovascular (Sacks *et al.*, 2017).

En la Tabla 3 se advierte que el aceite de nuez pecanera presenta un perfil rico en ácidos grasos insaturados, destacando el ácido oleico (C18:1), con valores entre 56.76 y 59.05 %, seguido del ácido linoleico (C18:2), con proporciones de 25.30 a 26.49 %, y linolénico (C18:3), de 1.34 a 1.47 %. Los ácidos saturados predominantes fueron el palmítico (C16:0) y el esteárico (C18:0), cuyos valores oscilaron entre 9.41 y 9.97 %, y 3.47 y 3.95 %, respectivamente.

Tabla 3.

Perfil de ácidos grasos del aceite de nuez pecanera obtenido por prensado en frío a diferentes temperaturas

% Ester metílico	Temperatura (°C)		
	40	50	60
Ácido tridecanoico C13:0	0.02±0.02 ^a	0.00±0.00 ^a	0.02±0.02 ^a
Ácido mirístico C14:0	0.02±0.02 ^a	0.00±0.00 ^a	0.03±0.04 ^b
Ácido palmítico C16:0	9.73±0.25 ^a	9.41±0.00 ^a	9.97±0.01 ^a
Ácido palmitoleico 16:1	0.06±0.00 ^a	0.03±0.04 ^a	0.08±0.01 ^a
Ácido heptadecanoico C17:0	0.05±0.01 ^a	0.13±0.07 ^a	0.07±0.00 ^a
Ácido esteárico C18:0	3.79±0.07 ^a	3.47±0.12 ^b	3.95±0.01 ^c
Ácido oleico C18:1	58.03±1.01 ^a	59.05±0.33 ^a	56.76±0.07 ^b
Ácido vaccénico C18:1	0.21±0.04 ^a	0.28±0.06 ^a	0.25±0.02 ^b
Ácido linoleico C18:2	25.86±0.67 ^a	25.30±0.39 ^a	26.49±0.18 ^a
Ácido α-linolénico C18:3	1.40±0.04 ^a	1.34±0.01 ^a	1.47±0.07 ^a
Ácido araquídico C20:0	0.06±0.08 ^a	0.00±0.00 ^a	0.11±0.01 ^b

Los valores representan el promedio de los triplicados. Letras distintas en cada fila para cada parámetro representa diferencias significativas ($p < 0.05$).

En la Figura 5 se muestran los cromatogramas obtenidos mediante GC-MS del aceite de nuez pecanera extraído por prensado a 40, 50 y 60 °C. En todos los tratamientos se identificaron picos principales en tiempos de retención aproximados de 13.4, 15.9, 20.3, 23.2 y 26.2 min, correspondientes a los ácidos grasos palmítico, linoleico, oleico, esteárico y linolénico, respectivamente.

La similitud en los perfiles cromatográficos a 40 y 50 °C sugiere que el proceso de prensado en frío no modificó de manera significativa la composición cualitativa de los ácidos grasos. No obstante,

se observó una ligera disminución en la intensidad de los picos a 60 °C, lo cual podría asociarse a inicios de degradación térmica o pérdida parcial de compuestos insaturados. En conjunto, estos resultados confirman la estabilidad estructural y térmica del aceite dentro del rango evaluado, siendo 40-50 °C el intervalo más adecuado para conservar su integridad lipídica.

El aumento de temperatura de extracción no modificó de manera significativa la composición general del perfil de ácidos grasos. No obstante, se observó una ligera disminución del contenido de ácido oleico a 60 °C y un incremento marginal del ácido linoleico, lo cual sugiere una mínima oxidación térmica de dobles enlaces. Este comportamiento es consistente con lo descrito para aceites vegetales, en los cuales temperaturas moderadas durante el procesamiento no alteran sustancialmente la composición lipídica, aunque pueden favorecer reacciones iniciales de autooxidación en ácidos grasos poliinsaturados (Bockisch, 2015, pp. 53-95). Asimismo, se ha señalado que los ácidos grasos con mayor grado de insaturación presentan una mayor susceptibilidad a procesos oxidativos, lo que explica variaciones leves en su proporción relativa sin comprometer la composición global del aceite (Gunstone & Harwood, 2007, pp. 1-20, y 38-69). En este contexto, el ácido oleico se mantuvo como el componente mayoritario, seguido del linoleico, configurando un patrón similar al de aceites de nuez, almendra y avellana.

La composición observada confirma que el aceite del tamaño pawnee mantiene un perfil lipídico estable frente a variaciones moderadas de temperatura, lo que refuerza su potencial como fuente nutracéutica de ácidos grasos esenciales.

Por tanto, el perfil obtenido evidencia un aceite altamente insaturado, con un contenido total de ácidos monoinsaturados y poliinsaturados superior al 80 %, característica que se ha asociado con beneficios metabólicos relevantes, como la reducción del colesterol LDL y la modulación de procesos inflamatorios (Gillingham *et al.*, 2011). No obstante, desde el punto de vista fisicoquímico, un elevado grado de instauración implica una mayor susceptibilidad a la oxidación, debido a la presencia de dobles enlaces reactivos en la cadena carbonatada. En aceites vegetales, los ácidos grasos poliinsaturados presentan una mayor reactividad frente al oxígeno, mientras que los monoinsaturados muestran una estabilidad relativa superior, lo que explica la necesidad de estrategias de estabilización mediante antioxidantes naturales o sintéticos para preservar la calidad del aceite durante el almacenamiento (Gunstone & Harwood, 2007, pp.

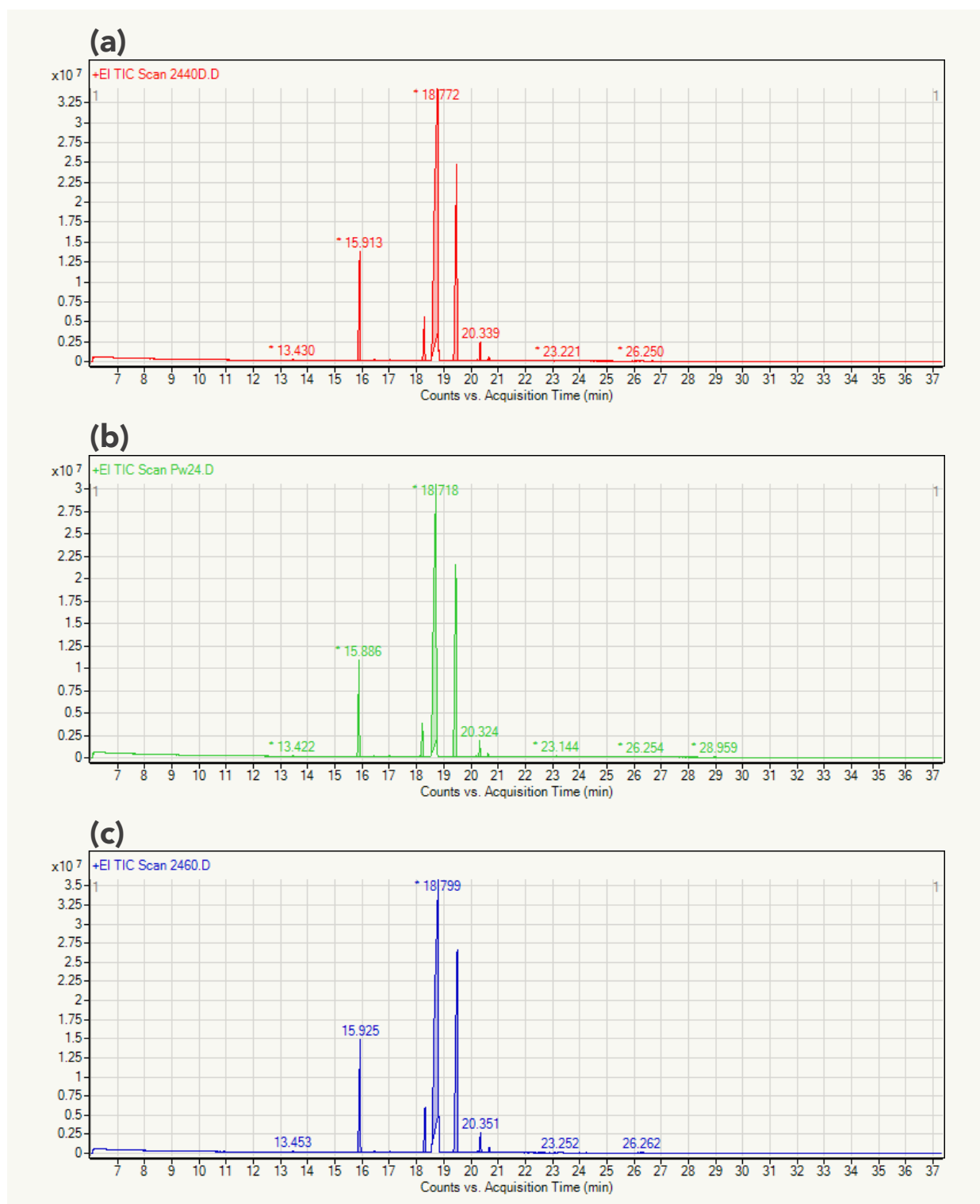


Figura 5. Cromatogramas obtenidos mediante GC-MS de los aceites de nuez pecanera extraído mediante prensado en frío a diferentes temperaturas. Donde a) 40 °C, b) 50 °C y c) 60 °C

1-20, 38-69; Bockisch, 2015, pp. 53-95).

Estabilidad oxidativa del aceite de nuez pecanera

La estabilidad oxidativa constituye un parámetro crítico para determinar la vida útil y la calidad funcional de los aceites vegetales, ya que está in-

fluenciada por la composición de ácidos grasos, la presencia de antioxidantes naturales y las condiciones de almacenamiento. De acuerdo con Matthäus (2010), “el tiempo de inducción medido por el método Rancimat es un indicador confiable de la resistencia del aceite frente a la oxidación té-

mica y a la formación de compuestos secundarios” (p. 211). El ensayo Rancimat permite cuantificar el período necesario para que se produzca un incremento abrupto en la conductividad de la solución receptora, lo cual refleja la generación de productos volátiles derivados de la oxidación lipídica.

Tabla 4.

Tiempos de inducción del aceite de nuez pecanera con diferentes antioxidantes

Tratamiento	Tiempo de inducción (h)
Aceite crudo	7.49±0.13 ^d
Aceite con tocoferol ¹	9.53±0.45 ^c
Aceite con TBHQ ²	11.84±0.35 ^b
Aceite con tocoferol y TBHQ	13.61±0.84 ^a

¹Duralox® Oxidation Management Blend NM-110 XT (9-11% de tocoferol)

²TBHQ (terbutilhidroquinona). Letras distintas representan diferencias significativas ($p < 0.05$).

En la Tabla 4 se presenta el promedio del tiempo de inducción (h) para las cuatro formulaciones de aceite de nuez pecanera. Los resultados muestran diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos, evidenciando que la adición de antioxidantes mejora sustancialmente la estabilidad oxidativa del aceite frente al control crudo. El aceite con antioxidantes sintéticos (TBHQ) presentó el mayor tiempo de inducción (13.61 h), seguido del aceite con tocoferoles y antioxidantes (11.84 h), el aceite con tocoferoles (9.53 h) y, finalmente, el aceite crudo, que registró la menor resistencia a la oxidación (7.49 h).

De acuerdo con Barrera-Arellano *et al.* (2020), el TBHQ es uno de los antioxidantes sintéticos más eficaces para aceites vegetales, debido a su capacidad para interrumpir las reacciones en cadena de la oxidación lipídica, lo que se traduce en un incremento significativo del tiempo de inducción bajo condiciones aceleradas (pp. 604-610). Asimismo, los autores señalan que la combinación de tocoferoles naturales con antioxidantes sintéticos puede generar un efecto sinérgico, ya que estos compuestos actúan en diferentes etapas del mecanismo oxidativo, prolongando la estabilidad del aceite y retardando la formación de productos secundarios de oxidación. Este comportamiento explica los valores superiores de estabilidad oxidativa observados en el presente estudio.

Los valores obtenidos para el aceite suplementado únicamente con tocoferoles confirman su

función como antioxidantes naturales endógenos, aunque con eficacia menor frente a los antioxidantes sintéticos bajo condiciones aceleradas. Esta diferencia se atribuye a la menor estabilidad de los tocoferoles a temperaturas elevadas y a su consumo progresivo durante la propagación de la oxidación lipídica. En contraste, antioxidantes sintéticos como el TBHQ presentan una mayor eficiencia al interrumpir las reacciones en cadena de la oxidación, lo que se refleja en un incremento significativo del tiempo de inducción. Asimismo, la combinación de antioxidantes naturales y sintéticos puede generar un efecto sinérgico al actuar en distintas etapas del mecanismo oxidativo, prolongando la estabilidad del aceite frente a condiciones de estrés térmico (Bockisch, 2015, pp. 312-318; Barrera-Arellano *et al.*, 2020, pp. 604-610).

En conjunto, los resultados demuestran que la adición de antioxidantes, en especial TBHQ, mejora significativamente la resistencia oxidativa del aceite de nuez pecanera pawnee. La combinación con tocoferoles potencia este efecto, lo que resulta fundamental para el desarrollo de formulaciones estables y seguras, especialmente si se consideran aplicaciones en alimentos funcionales o clínicas.

Conclusiones

El aceite de nuez pecanera obtenido por prensado en frío presentó parámetros fisicoquímicos dentro de rangos adecuados, con bajos valores de acidez y peróxidos, lo que confirma la calidad fisicoquímica del producto obtenido. La temperatura de extracción influyó directamente en el color y en el rendimiento, observándose que a 40 y 50 °C se conservaron mayores valores de luminosidad (L^*) y tonalidad amarilla (b^*), con relación a 60 °C. El análisis del perfil de ácidos grasos mostró un predominio de ácidos oleico y linoleico, característicos de aceites con alta estabilidad y valor nutracéutico. La adición de la mezcla de antioxidantes incrementó su resistencia a la oxidación. No obstante, es recomendable realizar análisis complementarios de contenido de compuestos bioactivos, vitaminas y evaluación de su comportamiento fisicoquímico y estabilidad oxidativa durante almacenamiento prolongado.

Finalmente, los resultados evidencian que el aceite de nuez pawnee posee una composición favorable, buena estabilidad térmica y características colorimétricas adecuadas, lo que respalda su calidad y potencial uso en formulaciones funcionales.

Referencias

- Barrera-Arellano, D., Badan-Ribeiro, A.P., & Serna-Saldivar, S.O. (2020). Corn oil: composition, processing, and utilization. In: S.O. Serna-Saldivar (Ed.). *Corn. Chemistry and technology* (3rd ed., pp. 593–608). AACC International Press.
- Britton, G., Liaaen-Jensen, S., & Pfander, H. (Eds.). (2009). Carotenoids: Natural functions. In: *Carotenoids* (Vol. 4) (pp. 189–210). Birkhäuser Verlag.
- Bockisch, M. (2015). *Fats and oils handbook* (2nd ed.). AOCS Press.
- Choe, E., & Min, D.B. (2006). Mechanisms and factors for edible oil oxidation. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 5(4), 169–186. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2006.00009.x>
- Comité Mexicano del Sistema Producto Nuez. (2023). *Tendencia del mercado de la nuez pecanera 2023* (Pecan nutmarkettrend 2023). <https://comenuez.com/wp-content/uploads/tendencias-del-mercado-de-la-nuez-2023-2-0.pdf>
- Codex Alimentarius International Food Standards. (2019). *Standard for edible fats and oils not covered by individual standards*. FAO/WHO. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/jp/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B19-1981%252FCXS_019e.pdf
- Delfan-Hosseini, S., Nayeibzadeh, K., Mirmoghtadaie, L., Kavosi, M., & Hosseini, S.M. (2017). Effect of extraction process on composition, oxidative stability and rheological properties of purslane seed oil. *Food Chemistry*, 222, 61–66. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.150>
- Dijkstra, A.J. (2013). *Edible oil processing from a patent perspective*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3351-4>
- Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F.J., Zhang, W., & Lorenzo, J.M. (2019). A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. *Antioxidants*, 8(10), 429. <https://doi.org/10.3390/antiox8100429>
- Estruch, R., Ros, E., Salas-Salvadó, J., Covas, M.I., Corella, D., Arós, F., Gómez-Gracia, E., Ruiz-Gutiérrez, V., Fiol, M., Lapetra, J., Lamuela-Raventós, R.M., Serra-Majem, L., Pintó, X., Basora, J., Muñoz, M.A., Sorlí, J.V., Martínez, J.A., Fitó, M., Gea, A., ... Martínez-González, M.A. (2018). Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet supplemented with extra-virgin olive oil or nuts. *New England Journal of Medicine*, 378(25), 1388–1389. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1800389>
- Finicelli, M., Squillaro, T., Galderisi, U., & Peluso, G. (2021). Polyphenols, the healthy brand of olive oil: Insights and perspectives. *Nutrients*, 13(11), 3831. <https://doi.org/10.3390/nu13113831>
- Gillingham, L.G., Harris-Jan, S., & Jones, P.J.H. (2011). Dietary monounsaturated fatty acids are protective against metabolic syndrome and cardiovascular disease risk factors. *Lipids*, 46(3), 209–228. <https://doi.org/10.1007/s11745-010-3524-y>
- Gómez-Coca, R.B., Moreda, W., & Cert, A. (2016). Extraction systems for olive oil production: Influence on quality and quantitative and qualitative composition of minor compounds. In: V.R. Preedy, & R.R. Watson (Eds.), *Olives and olive oil in health and disease prevention* (pp. 69–76). Academic Press.
- Guasch-Ferré, M., Bulló, M., Martínez-González, M.Á., Ros, E., Corella, D., Estruch, R., Fitó, M., Arós, F., Wärnberg, J., Fiol, M., Lapetra, J., Vinyoles, E., Lamuela-Raventós, R.M., Serra-Majem, L., Pintó, X., Ruiz-Gutiérrez, V., Basora, J., & Salas-Salvadó, J. (2013). Frequency of nut consumption and mortality risk in the PREDIMED nutrition intervention trial. *BMC Medicine*, 11, 164. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-11-164>
- Gunstone, F. D., & Harwood, J. L. (2007). *The lipid handbook with CD-ROM*. (3rd ed.). CRC Press.
- Hudthagosol, C., Haddad, E. H., McCarthy, K., Wang, P., Oda, K., & Sabaté, J. (2011). Pecans acutely increase plasma postprandial antioxidant capacity and catechins and decrease LDL oxidation in humans. *Journal of Nutrition*, 141(1), 56–62. <https://doi.org/10.3945/jn.110.121269>
- Jarret, R. L., Levy, I. J., Potter, T. L., & Cermak, S. C. (2013). Seed oil and fatty acid composition in *Capiscum* spp. *Journal Of Food Composition And Analysis*, 30(2), 102–108. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.02.005>
- Krajewska, M., & Kachel, M. (2022). Changes in selected properties of cold-pressed oils induced by natural plant additives. *Applied Sciences*, 12(7), 3646. <https://doi.org/10.3390/app12073646>
- Matthäus, B. (2010). Oxidation of edible oils. In: E.A. Decker, R.J. Elias, & D.J. McClements (Eds.). *Oxidation in foods and beverages and antioxidant applications. Management in different industry sectors*. 2 (pp. 183–231). Woodhead Publishing.
- Prescha, A., Grajzer, M., Dedyk, M., & Grajeta, H. (2014). The antioxidant activity and oxidative stability of cold-pressed oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91(8), 1291–1301. <https://doi.org/10.1007/s11746-014-2479-1>
- Rabadán, A., Pardo, J.E., Gómez, R., & Álvarez-Ortí, M. (2018). Influence of temperature in the extraction of nut oils by means of screw pressing. *LWT – Food Science and Technology*, 93, 354–361. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.03.061>
- Rajaram, S., Burke, K., Connell, B., Myint, T., & Sabaté, J. (2001). A monounsaturated fatty acid-rich pecan-enriched diet favorably alters the serum lipid profile of healthy men and women. *Journal of Nutrition*, 131(9), 2275–2279. <https://doi.org/10.1093/jn/131.9.2275>
- Sacks, F.M., Lichtenstein, A.H., Wu, J.H.Y., Appel, L.J., Creager, M.A., Kris-Etherton, P.M., Miller, M., Rimm, E.B., Rudel, L.L., Robinson, J.G., Stone, N.J., & Van Horn, L.V. (2017). Dietary fats and cardio-

- vascular disease: a presidential advisory from the American Heart Association. *Circulation*, 136(3), e1–e23. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000510>
- Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects. *Journal of Functional Foods*, 18, 820–897. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.018>
- Velasco, J., & Dobarganes, C. (2002). Oxidative stability of virgin olive oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104(9–10), 661–676. [https://doi.org/10.1002/1438-9312\(200210\)104:9/10<661::AID-EJLT661>3.0.CO;2-D](https://doi.org/10.1002/1438-9312(200210)104:9/10<661::AID-EJLT661>3.0.CO;2-D)

Aprender haciendo; humanizando la investigación en estudiantes de pregrado en Tamaulipas

Dora Luisa Roux Oropeza¹, Jazmín Eduwigis Ruiz Maraboto²,
Norma Patricia Hernández Rocha³, María Amos Cavazos
Bustamante⁴, Gabriela Clemente Martínez⁵

Resumen

El presente trabajo analiza la estrategia pedagógica “Aprender Haciendo” (AH) como un enfoque humanista y de responsabilidad social aplicado en la formación de estudiantes de la Licenciatura en Gestión y Desarrollo Turístico de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. La intervención se desarrolló en el marco del Proyecto de Investigación con Recursos Propios (PIRP), orientado al diagnóstico de necesidades de capacitación laboral y humanista en el área de alimentos de los mercados municipales del sur de Tamaulipas. La metodología se fundamenta en la investigación-acción participativa y se organizó en tres etapas: diseño del instrumento de recolección de datos, aplicación en campo y análisis de resultados con divulgación responsable. Se incorporaron diversas didácticas activas, como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos, la educación dual y el aula invertida, favoreciendo la autonomía, el pensamiento crítico, la colaboración y la vinculación con la comunidad. Los hallazgos evidencian que la estrategia AH potencia la formación integral de los estudiantes, fortalece competencias laborales y humanistas, y contribuye a la calidad y competitividad del servicio turístico. Asimismo, se destaca la percepción positiva de los estudiantes respecto a su aprendizaje, motivación y autorregulación, consolidando la pertinencia de las metodologías activas en la educación superior con impacto social.

Palabras clave: aprender haciendo, responsabilidad social universitaria, humanizando la investigación en educación superior, investigación acción, metodologías activas con impacto social.

Cómo citar: Roux, D., Ruiz, J., Hernández, N., Amos, M., Clemente, G. (2026). Aprender haciendo; humanizando la investigación en estudiantes de pregrado en Tamaulipas. En Calles, M., Hernández, E., Altamira, J. (Eds.). *Mujeres que transforman conocimiento. Innovación educativa e investigación interdisciplinaria para la sostenibilidad*. High Rate Consulting. <https://doi.org/10.38202/mujeres-transf11>

1. <https://orcid.org/0000-0001-6184-845X>, droux@docentes.uat.edu.mx | Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.
2. <https://orcid.org/0000-0003-0789-963X>, jruizm@docentes.uat.edu.mx | Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.
3. <https://orcid.org/0000-0002-4213-9049>, nphernandez@docentes.uat.edu.mx | Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.
4. <https://orcid.org/0009-0002-1795-0646>, mcavazos@docentes.uat.edu.mx | Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.
5. <https://orcid.org/0000-0002-4641-0721>, gclement@docentes.uat.edu.mx | Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

Learning by doing; humanizing research in undergraduate students in Tamaulipas

Abstract

This paper analyzes the pedagogical strategy “Learning by Doing” (LbD) as a humanistic and socially responsible approach applied to the education of students enrolled in the Bachelor’s Degree in Tourism Management and Development at the Autonomous University of Tamaulipas. The intervention was carried out within the framework of a Self-Funded Research Project (PIRP), aimed at diagnosing labor and humanistic training needs in the food-service area of municipal markets in southern Tamaulipas. The methodology is based on participatory action research and was organized into three stages: the design of the data collection instrument, field application, and results analysis with responsible dissemination. Various active-learning strategies were incorporated, including Problem-Based Learning, Project-Based Learning, Dual Education, and the Flipped Classroom approach, promoting autonomy, critical thinking, collaboration, and engagement with the community. The findings show that the LbD strategy enhances the comprehensive education of students, strengthens labor and humanistic competencies, and contributes to the quality and competitiveness of tourism services. Likewise, students reported positive perceptions regarding their learning, motivation, and self-regulation, confirming the relevance of active-learning methodologies in higher education with social impact.

Keywords: learning by doing, university social responsibility, humanizing research in higher education, action research, active methodologies with social impact.

Introducción

En el contexto de la educación superior contemporánea, caracterizada por la necesidad de formar profesionales con competencias integrales, adaptables y socialmente responsables, las estrategias pedagógicas activas han cobrado una relevancia creciente. Entre estas, la estrategia aprender haciendo (AH) se posiciona como una metodología centrada en el estudiante, que promueve el aprendizaje significativo mediante la participación en contextos reales, la resolución de problemas y la construcción colaborativa del conocimiento (Gambao *et al.*, 2012). A pesar de que las metodologías activas tienen su origen a finales del siglo XIX e inicios del siglo XX, en el siglo XXI se han popularizado como resultado del modelo de aprendizaje centrado en el alumno, fomentando la participación integral y dinámica del estudiante, promoviendo la independencia y el libre pensamiento, y fortaleciendo el trabajo colaborativo (Donalicio-Credidio, 2024).

La práctica acumulada en educación superior permite considerar que hoy en día existen dos extremos de estudiantes en lo referente a sus procesos de aprendizaje: estudiantes aún con carac-

terísticas complejas en sus procesos cognitivos y de socialización, posiblemente como influencia del aislamiento y la operatividad en el proceso de enseñanza-aprendizaje aplicado en el marco del COVID-19. Por otro lado, estudiantes hábiles digitalmente, proactivos y colaborativos, que valoran más un aprendizaje práctico e interactivo que los haga protagonistas de su proceso, prefiriendo el aprendizaje a través de experiencias que impliquen el uso del pensamiento crítico y estrategias dinámicas en contextos potencialmente reales. De igual forma, ambos extremos enfrentan desafíos como el exceso de estímulos y perciben la necesidad de autorregular la gestión de su motivación y esfuerzo. En relación con la motivación y el uso de estrategias activas, SampietroTeneda *et al.* (2025) señalan que: “La investigación educativa ha demostrado que la adopción de estas estrategias incrementa la motivación y el interés por el aprendizaje, permitiendo un desarrollo más profundo de habilidades analíticas y creativas” (p. 5).

Si bien es posible observar que los enfoques de enseñanza-aprendizaje han evolucionado en los niveles básicos, en educación superior aún persis-

te la necesidad de superar la orientación binaria tradicionalista y avanzar hacia metodologías que promuevan el pensamiento complejo, permitiendo la integración interpersonal, cognitiva y creativa con interdisciplinariedad, promoviendo un aprendizaje más holístico, orientándose a la formación integral del estudiante, en interrelación con otros de manera sostenible, con competencias profesionales que promuevan un impulso intrínseco en la solución de problemáticas inherentes al turismo. El tránsito hacia un aprendizaje holístico implica reconocer al estudiante como sujeto activo de su formación, capaz de relacionarse con otros en procesos colaborativos y de aplicar sus conocimientos en contextos reales.

Ante lo expuesto y en un paradigma de sostenibilidad mundial, enmarcado por los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) para turismo, específicamente con los objetivos 4 y 8, en donde en el Objetivo 4, Educación de Calidad, se resalta: “Para que el turismo prospere hace falta una fuerza de trabajo debidamente formada y competente” (Organización Mundial del Turismo [ONU Turismo], s.f.). En el Objetivo 8, Trabajo Decente y Crecimiento Económico, se señala:

El turismo es una de las fuerzas motrices del crecimiento económico mundial y actualmente responsable por creación de 1 de cada 11 puestos de trabajo. Dando acceso a oportunidades de trabajo decente en el sector turístico, la sociedad, y en particular los jóvenes y las mujeres, puede beneficiarse de la mejora de las capacidades y del desarrollo profesional (ONU Turismo, s.f.)

En el mismo sentido, se vigoriza la práctica de responsabilidad social universitaria (RSU) en la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT) y se respalda en su Plan de Desarrollo Institucional (PDI) 2024-2028, en donde se definen cuatro ejes con estrategias y líneas de acción que se seguirán para formar a los profesionistas bajo una visión humanista y de responsabilidad. Desde una perspectiva institucional, el presente documento se alinea con los ejes 1, 3 y 4. El eje 1, formación integral, inclusiva e incluyente del estudiante, busca que el estudiantado reciba una formación integral, pertinente, dual y flexible, que les ofrezca todos los aprendizajes que necesitan las nuevas generaciones en un mundo que está demandando habilidades múltiples. El eje 3, Investigación con impacto social, aborda una de las funciones sustantivas de la universidad, la generación de conocimientos y su difusión, por lo que se orientará a la investigación con impacto en las comunidades,

en hacerla accesible y aplicable en la sociedad; se impulsará la formación de talento humano en la investigación, así como en la transferencia de conocimientos, con la premisa de contribuir a solucionar problemas y que sea una de las principales fuentes de bienestar y prosperidad en el estado. Por último, el eje 4, vinculación transformadora, procura la vinculación con la comunidad, entre otras prioridades.

Por lo tanto, el propósito de este trabajo consiste en operacionalizar y documentar las evidencias de la estrategia denominada AH como una vía que permita influir positivamente en los procesos cognitivos y de socialización de algunos estudiantes; brindar oportunidades a aquellos que son proactivos y colaborativos mediante dinámicas que promuevan aprendizajes interactivos; ofrecer actividades que impliquen el uso del pensamiento crítico en contextos potencialmente reales; y apoyar la autorregulación, la gestión de la motivación y el esfuerzo. Al mismo tiempo, contribuir en los indicadores universitarios en lo referente a la formación integral, pertinente, dual y flexible de los estudiantes; la investigación con impacto en las comunidades; impulsar la formación de talento humano en investigación; contribuir en la solución de problemas; y ser una fuente de prosperidad para el Estado.

De manera general, la estrategia AH se desarrolló acumulativa y progresivamente en las tres asignaturas que conforman el área curricular de investigación del plan de estudios de la Licenciatura en Gestión y Desarrollo Turístico (LGDT) de la UAT, organizadas de la manera siguiente: Metodología de la Investigación Aplicada al Turismo (MIAT), para los alumnos inscritos en el sexto periodo; Investigación Aplicada al Turismo (IAT), adscrita al séptimo periodo de la carrera; y, por último, Productos Científicos Recepcionales (PCR), en octavo periodo.

De modo particular, en este documento se presentan los resultados del trabajo realizado en el Proyecto de Investigación con Recursos Propios (PIRP) por un equipo de estudiantes de octavo periodo, los cuales están adscritos como colaboradores en el mismo proyecto titulado: “Programa para desarrollar competencias laborales y humanistas en el personal del área de alimentos de los mercados municipales del Sur de Tamaulipas”, elaborado por el grupo disciplinar Estudios de Gestión en el Sector Turístico, en colaboración con la Secretaría de Turismo del estado de Tamaulipas. El PIRP se organizó metodológicamente en cuatro etapas: Etapa 1. Diseño del instrumento de diagnóstico de necesidades de capacitación. Etapa 2. Aplicación

del instrumento de diagnóstico. Etapa 3. Elaboración del informe técnico a las autoridades de gobierno. Etapa 4. Diseño e implementación del plan de trabajo de capacitación.

La estrategia de AH se aplicó en las tres primeras etapas: el diseño del instrumento de recolección de datos para el diagnóstico, la aplicación del instrumento y la elaboración del informe técnico, cada una con estrategias, actividades, herramientas y productos de aprendizaje que permitieron el logro de los objetivos de aprendizaje. De igual manera, al concluir las tres etapas, se realizó una autoevaluación sobre la percepción de aprendizaje que tuvieron los estudiantes con el desarrollo del AH.

Si bien las etapas se concluyeron, por un acuerdo entre las investigadoras del PIRP y la Secretaría de Turismo del estado, se acordó no divulgar aún los resultados hasta que el programa haya concluido, motivo por el cual algunas evidencias se presentan solo como muestras o ejemplos parciales de resultados.

Ahora bien, AH permite a los aprendices realizar el proceso de investigación de forma activa, experimentando y solucionando problemas en contextos reales de investigación, trascendiendo el aprendizaje, en ocasiones pasivo, en el aula y llevándolo a una dinámica gestionada por el equipo de investigadoras, quienes, con su experiencia y orientación, diseñan actividades, solicitan productos de aprendizaje y gestionan evaluaciones que permiten evidenciar un aprendizaje significativo y humanista.

La práctica que se presenta integra las actividades de enseñanza-aprendizaje que se desarrollaron en la asignatura de PCR. En esta, los estudiantes tienen como propósitos diseñar y aplicar el o los instrumentos de recolección de datos, analizar resultados, desarrollar un documento final con un mediano rigor metodológico y presentar resultados a las autoridades tomadoras de decisiones. Cabe resaltar que los estudiantes en esta asignatura ya tienen una sólida experiencia con su objeto de investigación; tienen claramente definida su pregunta de investigación y sus objetivos; han realizado una indagatoria teórica, contextual y referencial; y cuentan con un panorama de lo que sería su metodología. Y si bien, utilizando esta práctica docente, se desarrollan entre seis y ocho trabajos por grupo, todos muy buenos y con potencialidad, en este documento se eligió uno de los trabajos en donde, además del interés mostrado por los integrantes del equipo, dos de ellos están motivados a titularse por la opción de tesis y trabajan en un PIRP como colaboradores con un grupo disciplinar. Las etapas se describen a continuación.

Esta intervención educativa AH, aplicada en el aprendizaje de los contenidos de investigación con enfoque humanista y de responsabilidad social, se fundamenta en una estrategia pedagógica que promueve el aprendizaje activo mediante la participación directa del estudiante en actividades prácticas y reales. En este sentido, Pérez-Anagumblae Iturralde-Sosa (2024), sobre el aprender haciendo, indican que es: “una disposición de logros escolares que se centra en el aprendizaje activo y práctico” (p. 813). Es decir, un estudiante al que se le incentiva con actividades prácticas y experiencias significativas estará en condiciones de involucrarse y construir sus procesos de aprendizaje; hoy en día, ya no basta con un discurso teórico o argumentativo áulico para despertar el interés de los alumnos. Se hace indispensable que los estudiantes y docentes construyan ambientes innovadores de aprendizaje y oportunidades para aplicar lo escuchado o practicado en clase. En este sentido, Naspud-Vivar *et al.* (2024) puntualizan: “La innovación educativa surge como una respuesta para responder a los desafíos del siglo XXI, destacando la importancia de generar ambientes de aprendizaje que promuevan el desarrollo integral de los estudiantes” (p. 299).

El enfoque de AH (Dewey, 1960; Kolb, 1984; Schön, 1992, como se citó en Fuentes Olavarría, 2019) se fundamenta en los trabajos de Dewey, al sentar las bases de la escuela constructivista y proponer los enfoques basados en la resolución de problemas; Kolb plantea que el conocimiento se construye a través de la experiencia concreta, la reflexión, la conceptualización abstracta y la experimentación activa; y Schön refuerza las ideas anteriores, señalando que la interacción directa, activa y reflexiva del estudiante otorgará sentido y valor a la experiencia que se vive durante su aprendizaje. Para reforzar lo anterior, Baraldi (2021), al referirse a los trabajos de Dewey, señala: “Su perspectiva pedagógica permitió –junto a otras referencias– la elaboración y concreción de experiencias educativas alternativas” (p. 75).

El sustento anterior y la práctica actual suponen que la enseñanza que integra teoría y práctica, de forma selectiva, actualizada y dinámica a través del AH, y las diversas didácticas de aprendizaje que se incluyen, como el aprendizaje basado en problemas (ABP), el aprendizaje basado en proyectos (ABPr), el modelo de educación dual y el aula invertida, entre otras, buscan trascender el modelo tradicional de enseñanza expositiva, favoreciendo la autonomía, la metacognición y la transferencia del conocimiento a situaciones reales.

El aprendizaje basado en problemas (ABP) se presenta como una técnica didáctica que inicia con

la exposición de un problema real, el cual los estudiantes deben resolver mediante la investigación, el análisis crítico y el trabajo en equipo. Esta metodología fomenta el desarrollo de competencias como la toma de decisiones, la comunicación efectiva y la autorregulación (Coronel Tello *et al.*, 2023). En el contexto mexicano, el ABP ha sido promovido como una alternativa al modelo tradicional, con resultados positivos en la formación profesional y la motivación estudiantil (López Cuachayo, 2008).

Por su parte, el aprendizaje basado en proyectos (ABPr) se configura como una estrategia que permite a los estudiantes aplicar conocimientos en la solución de problemáticas reales, mediante la planificación, ejecución y evaluación de proyectos interdisciplinarios. Esta metodología promueve el trabajo colaborativo, el pensamiento crítico y la responsabilidad social, al tiempo que fortalece la vinculación con el entorno profesional; apreciaciones similares comparten Martínez Valdés (2021) y Vázquez Guzmán *et al.* (2024).

El modelo de educación dual, por otro lado, integra la formación académica con la experiencia laboral, permitiendo que los estudiantes alternen entre el aula y el entorno productivo. Este modelo ha demostrado ser eficaz en la mejora de la empleabilidad, el desarrollo de competencias técnicas y la inserción laboral de los egresados (Zamora-Torres y Thalheim, 2020; Torres-Vidales *et al.*, 2023).

Además, las metodologías activas y colaborativas, como el aula invertida, el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje basado en retos, han sido reconocidas por su capacidad para fomentar la participación estudiantil, la motivación intrínseca y el desarrollo de habilidades blandas como la empatía, la negociación y la resolución de conflictos (Mayorga-Ases *et al.*, 2024; Bell Rodríguez *et al.*, 2024).

En conjunto, estas estrategias convergen en una visión pedagógica centrada en el estudiante como sujeto activo, capaz de construir su propio conocimiento en interacción con otros y con su entorno. La implementación de estas metodologías en programas universitarios, como el caso de la LGDT de la UAT, permite no solo el desarrollo de competencias profesionales, sino también el fortalecimiento de la RSU, al vincular el aprendizaje con la solución de problemáticas reales en las comunidades. Además, fortalece la voluntad y el interés por la investigación, al motivar a los estudiantes a publicar sus investigaciones y a trabajar colaborativamente, por ser esto una oportunidad de trascender mediante la investigación para solucionar problemas reales e incidir de manera directa en el bienestar colectivo (Severino-González *et al.*, 2024). Estas

perspectivas han sido ampliamente adoptadas en programas universitarios que buscan trascender el modelo tradicional de enseñanza expositiva, para favorecer la autonomía, la metacognición y la transferencia del conocimiento a situaciones reales (Velásquez Jaramillo, 2024).

Las metodologías activas han demostrado tener un impacto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes, ser efectivas para incrementar su motivación y aumentar su satisfacción con el proceso de aprendizaje; sin embargo, enfrentan desafíos referidos a la capacitación docente y a los recursos disponibles para ser aplicadas con eficacia (Miranda Bajaña & Choez Calderón, 2024). La configuración de entornos de aprendizaje colaborativos, tanto presenciales como virtuales, constituye un factor clave que puede influir de manera significativa en la efectividad de las metodologías activas. En este sentido, las aulas deben concebirse con el propósito de favorecer el trabajo en equipo, estimulando la interacción y la cooperación entre los estudiantes (Villacis Macías & Agramonte Rosell, 2024).

Objetivos

General

Analizar la estrategia “AH” como una vía para fortalecer la participación y la adquisición de múltiples aprendizajes relacionados con la investigación científica en los estudiantes, a partir del proyecto: diagnóstico de necesidades de capacitación laboral y humanista del área de alimentos de los mercados municipales del sur de Tamaulipas, con la finalidad de generar propuestas formativas pertinentes y sostenibles desde una perspectiva de responsabilidad social, y contribuir al incremento de la calidad y competitividad de los servicios turísticos del Estado.

Específicos

- Implementar didácticas de la estrategia “AH” para el diseño del instrumento de recolección de datos.
- Desarrollar aprendizajes interactivos en contextos reales, significativos y humanistas para apoyar la colaboración, autorregulación, la gestión de la motivación y el esfuerzo en la aplicación del instrumento de recolección de datos.
- Elaborar informe técnico sobre los resultados de necesidades de capacitación desde una perspectiva de responsabilidad social.

- Señalar la percepción de los estudiantes sobre sus procesos de aprendizaje como resultado de la aplicación de la estrategia de AH.

Metodología

El trabajo se ubica como una investigación-acción, la cual consiste en conocer, comprender e intervenir en problemáticas específicas de una colectividad que comparte ambientes específicos. Este enfoque (Creswell, 2005, como se citó en Hernández Sampieri y Mendoza Torres, 2019) propone dos diseños de investigación-acción: el práctico y el participativo. Este proyecto corresponde a un diseño participativo, el cual se caracteriza por cuatro aspectos importantes: primero, estudia temas sociales que constriñen las vidas de las personas de un grupo o comunidad; segundo, resalta la colaboración equitativa de todo el grupo o comunidad; tercero, se enfoca en cambios para mejorar el nivel de vida y el desarrollo humano de los individuos; y cuarto, emancipa a los participantes y al investigador.

La población estuvo conformada por 131 estudiantes inscritos y distribuidos en las tres asignaturas del área de investigación del diseño curricular de la LGDT; los sujetos de estudio fueron 15 estudiantes inscritos en octavo periodo en la asignatura de PCR. Estos fueron seleccionados mediante la técnica no probabilística denominada muestreo por conveniencia, considerando características y criterios relevantes: su inscripción continua, sistemática y acumulativa en las tres asignaturas en las que el investigador se desempeñó como docente titular; su participación como colaboradores en un PIRP; la pertinencia de su contribución para el logro de los objetivos de investigación; así como su disponibilidad y cercanía con el investigador. Se aclara que, aunque todos los estudiantes trabajaron con esta estrategia, para cumplir con los tres primeros objetivos específicos se presenta el trabajo realizado por el equipo que se desempeñó como colaborador en el PIRP y, para cumplir con el último objetivo específico, se trabajó con el total de los sujetos de estudio.

El procedimiento del trabajo realizado por el equipo consiste en cuatro etapas: Etapa 1. Diseño del instrumento de recolección de datos para el diagnóstico. Etapa 2. Aplicación del instrumento. Etapa 3. Elaboración del informe técnico. Etapa 4. Diseño e implementación del plan de trabajo de capacitación. En el presente documento y considerando que es una investigación en proceso, se presenta la operatividad solo de las tres primeras etapas; una vez ejecutadas, se realizó una medición utilizando una escala de Likert sobre la per-

cepción de aprendizaje desde la perspectiva de los estudiantes, aplicando el AH.

Etapas 1. Contextualización y estrategias de enseñanza-aprendizaje para el diseño del instrumento de recolección de datos para el diagnóstico (construcción del instrumento).

En esta etapa se actualizan los conocimientos en relación con la importancia económica del turismo en la zona sur de Tamaulipas, la interacción entre la cultura gastronómica y el turismo, la importancia de la calidad y competitividad del servicio, sin olvidar el desarrollo humano en dignidad. Se repasa la alineación con los ODS y su aplicación al turismo, así como al Modelo Académico UAT, que incluye el humanismo y la RSU. Con la información anterior se reflexiona y se construyen categorías de estudio para diseñar una tabla de operacionalización de variables, considerando dos variables principales: V.I. Programa para desarrollar competencias laborales y humanistas y V.D. Calidad y competitividad del servicio turístico. Esta tabla será la base para el diseño del instrumento de recolección de datos, debidamente sistemático, contextualizado y potencialmente válido y confiable. Sin dejar de lado, se realiza un repaso de los principales instrumentos de recolección de datos, su propósito, características, ventajas y desventajas, entre otros aspectos. Una vez concluida la tabla de operacionalización de variables, se diseña el instrumento en Forms de Microsoft Teams, al cumplir con los criterios de redacción digital.

Estrategias de enseñanza-aprendizaje para la construcción del instrumento

- Aprendizaje basado en problemas (ABP): plantear el reto de mejorar la calidad del servicio gastronómico turístico en los mercados de la zona sur de Tamaulipas a partir de un diagnóstico de capacitación.
- Aprendizaje basado en proyectos: los estudiantes desarrollan el instrumento de diagnóstico como proyecto integrador, vinculando teoría, intervención académica y social.
- Debates guiados y mapas mentales: explorar la relación entre turismo, economía, cultura gastronómica, educación, capacitación, competencias, trabajo decente, crecimiento económico y su vinculación con los ODS.
- Clase invertida: estudiantes exploran videos y lecturas sobre tipos de instrumentos (encuestas, entrevistas, observación) indagan la elaboración de encuestas en Forms para discutir las en el aula.

Actividades realizadas

- Análisis de reportes de la Secretaría de Turismo y medios locales.
- Tabla que indique las situaciones problemáticas detectadas en la revisión de los antecedentes
- Elaboración de una infografía comparativa: turismo y gastronomía, necesidades de capacitación.
- Trabajo colaborativo: formación de equipos responsables de categorías específicas identificadas en las variables.
- Técnicas dinámicas: lluvia de ideas, mapas mentales y role-playing sobre necesidades de capacitación laboral y humanista del sector.
- Pensamiento crítico: análisis de los ODS y su aplicación al personal del área de alimentos (turismo gastronómico) en Tamaulipas.

- Realizan tabla de operacionalización de variables.
- Redacción y digitalización del instrumento con criterios de claridad, calidad, lenguaje inclusivo, culturalmente adecuado y confiabilidad.

Herramientas

- Padlet o Miro (para mapas y lluvias de ideas).
- Canva (para las infografías).
- Forms de Microsoft (para el diseño del instrumento).

Producto

- Tabla de operacionalización de variables para el diseño del instrumento de recolección de datos (Tabla 1).

Tabla 1.

Operacionalización de variables para el diseño del instrumento de recolección de datos

Tabla de operacionalización de variables			
Variable	Categoría	Indicador	Ítem
VI – Programa para desarrollar competencias laborales y humanistas	Necesidades de capacitación	Horarios	¿En qué turno sería más conveniente para usted recibir capacitación?
		Lugar	¿En qué zona preferiría recibir la capacitación?
		Modalidad	¿Qué modalidad de capacitación le resulta más accesible?
			¿Cuántas horas de capacitación le gustaría recibir por evento?
			¿Cuántos eventos de capacitación le agradecería recibir al año?
	Competencias laborales – Área de gastronomía	Diagnóstico por áreas	Necesito actualizar mis conocimientos sobre buenas prácticas de higiene alimentaria
			Sería útil reforzar mis competencias en:
			Me gustaría fortalecer mis habilidades en:
	Competencias laborales – Atención al cliente	Diversas categorías	¿Qué tan de acuerdo está usted con recibir capacitación para fortalecer sus habilidades de trabajo en equipo?
		Trabajo en equipo	¿Qué tan de acuerdo está usted con recibir capacitación en la atención al cliente (comunicación empática, asertividad y un trato más humano)?
		Comunicación	¿Qué tan de acuerdo está usted con recibir capacitación para el uso básico de la tecnología para un mejor servicio?
		Uso de tecnología	¿Qué tan de acuerdo está usted con recibir capacitación en el uso de la tecnología para la promoción de productos?
	Valores humanistas	Emociones	¿Qué tan de acuerdo está usted en recibir capacitación en manejo de emociones?
		Responsabilidad social	¿Qué tan de acuerdo está usted en recibir capacitación en ética y responsabilidad social?
		habilidades emocionales	¿Qué tan de acuerdo está usted en recibir capacitación en manejar sus habilidades de autoconocimiento, empatía y escucha activa?

CONT.			
Variable	Categoría	Indicador	Ítem
VD – Calidad y competitividad del servicio turístico	Calidad – Satisfacción	Servicio	Los clientes están satisfechos con la calidad del servicio que ofrezco
		Tiempo	Satisfacción con el tiempo de respuesta
		Seguridad	Los clientes perciben seguridad en el área
		Accesibilidad	Los clientes perciben accesibilidad en el área
		Infraestructura	Los clientes perciben que la infraestructura es adecuada
		Mantenimiento	Los clientes perciben que el mantenimiento es adecuado
		Capacitación	Los clientes perciben que el personal está capacitado
	Competitividad – Tecnología y digitalización	Diversas categorías	¿Utiliza redes sociales para promocionar su negocio?
			Innovación
			Flujo de clientes
	Seguridad y accesibilidad (inclusión)	Diversas categorías	Facturación electrónica
			¿Qué tan de acuerdo están sus clientes con respecto a la seguridad del entorno al área de alimentos?
			¿Qué tan de acuerdo están sus clientes con respecto a la accesibilidad del entorno al área de alimentos?

Etapas 2. Aplicación del instrumento en campo

En esta etapa, se integraron dinámicas participativas, como talleres breves o grupos focales, para complementar la perspectiva del instrumento; se realizaron técnicas demostrativas en donde se priorizaron tres acciones: la interacción directa y oral en caso de que existieran dificultades de lectura o escritura; que el equipo de aplicación se preparara con empatía y escucha activa; y, por último, la consideración de aspectos éticos, como el consentimiento informado y la confidencialidad. Se incluyeron técnicas de aprendizaje experiencial, comunicación efectiva, ética y empatía, y tecnología educativa.

Se realizaron las siguientes estrategias:

- Comunicación efectiva: simulación previa de aplicación de encuestas, ética y empatía (consentimiento informado, confidencialidad y trato digno); interacción, escucha activa, prestancia, entre otras, con retroalimentación docente.
- Tecnología educativa: capacitación en Microsoft Forms y uso de dispositivos móviles para capturar respuestas.
- Aprendizaje experiencial: los estudiantes visitan el mercado para aplicar el instrumento, donde viven de manera directa el contexto comunitario.

Actividades realizadas:

- Demostraciones.
- Asesoría.

- Reflexión sobre consentimiento informado y trato digno.
- Acompañamiento permanente.

Herramientas: tablet

Producto:

- Muestra fotográfica de talleres (Imagen 1).
- Muestra del Instrumento de recolección de datos para diagnóstico elaborado en Forms (Imagen 2).

Etapas 3. Elaboración del informe técnico (Análisis de resultados y comunicación de hallazgos)

Los datos recolectados se sistematizan para identificar: áreas temáticas prioritarias de capacitación laboral y humanista; áreas temáticas prioritarias de calidad y competitividad turística; barreras percibidas por los locatarios para participar en actividades formativas; y, por último, las motivaciones, intereses y aspiraciones individuales y colectivas. Finalmente, se elaboró un informe con los resultados en tablas y gráficos, así como la sugerencia de un programa de capacitación, la propuesta de diseño instruccional de capacitación y las alianzas que vinculen a la institución educativa con los mercados de manera sostenible. En esta etapa se realizaron talleres sobre la elaboración de tablas y gráficos, además de estrategias básicas de narración interpretativa de datos, considerando variables humanas y sociales. Se brindó un seminario sobre la divulgación responsable, cerrando esta etapa con una autoevaluación para medir la



Imagen 1.

Taller de interacción en la aplicación del instrumento de recolección de datos. Galería fotografía del taller.

Nota. imágenes del taller para desarrollar habilidades de interacción social al aplicar el instrumento de recolección de datos, en donde se acerca al estudiante al contexto real y significativo; de igual forma, se practican diversas técnicas de comunicación asertiva, el uso de la tecnología para capturar respuestas e imágenes. Las docentes responsables de este taller al aplicar la estrategia de AH, brindan más acompañamiento que una asesoría o tutoría, de manera constante, oportuna, interactiva e integrada.

Diagnóstico de necesidades de capacitación laboral y humanista

Somos estudiantes de la Licenciatura en Gestión y Desarrollo Turístico de la UAT. Estamos haciendo un diagnóstico de las necesidades de capacitación en el personal del Área de alimentos de los mercados municipales del Sur de Tamaulipas. Agradecemos su colaboración y honestidad al responder

[Empezar ahora](#)

1. ¿Qué horario considera más conveniente para recibir capacitación? * [?]

☐ Por la mañana

☐ Por la tarde

☐ Por la Noche

☐ Me adapto a la mayoría
2. Preferentemente quisiera una capacitación * [?]

☐ Entre semana

☐ Fin de semana (sábado o domingo)

☐ Me adapto a lo que decida la mayoría
3. ¿En qué zona preferiría recibir la capacitación? * [?]

☐ En el mercado (lugar de trabajo)

☐ En la Universidad

☐ Otro; por favor sugiera

Imagen 2.

Muestra del instrumento de recolección de datos para diagnóstico elaborado en Forms. Muestra de instrumento.

Nota. muestra del instrumento de diagnóstico aplicado al personal del área de alimentos de los mercados municipales. Cabe señalar que, si bien el instrumento fue aplicado, se redactó el informe de resultados y el programa de capacitación se encuentra en elaboración; por un compromiso ético y responsable, no se divulgarán el proceso ni los resultados hasta que el programa haya concluido.

percepción de aprendizaje desde la perspectiva de los estudiantes, aplicando la estrategia de AH.

Se realizaron las siguientes estrategias:

- Taller de elaboración de gráficos y cuadros (Excel).
- Taller de introducción a la narrativa crítica: interpretación de datos más allá de lo numérico, considerando variables laborales y humanistas, barreras percibidas por los locatarios para participar en actividades formativas, motivaciones, intereses y aspiraciones individuales y colectivas, entre otras reflexiones críticas.
- Taller de divulgación responsable: redacción de informes accesibles y presentaciones orales a actores comunitarios e institucionales.

Estrategias de evaluación: autoevaluación de AH y de la percepción de aprendizaje de los estudiantes.

Actividades realizadas:

- Demostraciones.
- Elaboración de hojas de cálculo.
- Elaboración de presentación de divulgación.

- Divulgación de resultados a la Secretaría de Turismo y representante del personal del área de alimentos de los mercados.
- Propuesta de programa de capacitación.
- Asesoría.
- Acompañamiento permanente.

Herramientas: tablet y computadora

Producto:

El documento de divulgación de resultados para ser presentado a la Secretaría de Turismo de Tamaulipas y el programa de capacitación.

Una vez aplicadas las tres etapas y obtenidos los productos de aprendizaje, se realizó una medición sobre la percepción de aprendizaje desde la perspectiva de los estudiantes aplicando el AH. Este instrumento se diseñó considerando cuatro categorías de estudio: I. Percepción sobre los contenidos y actividades de aprendizaje, conformada por 12 ítems; II. Percepción sobre la autonomía, integrada por 4 ítems; III. Percepción sobre el trabajo colaborativo-social, con 6 ítems; y IV. Motivación, con 4 ítems (Tabla 2). Este instrumento se aplicó a 15 sujetos inscritos en el octavo periodo de la LGDT.

Tabla 2.

Operacionalización de variables para el diseño del instrumento de autoevaluación sobre la percepción de aprendizaje aplicando el AH

Variable	Dimensiones/Categorías	Indicadores/ítems
Percepción de calidad de los aprendizajes utilizando el Aprender Haciendo	Percepción sobre contenidos y actividades	Lograr los saberes idóneos señalados Integrar o relacionar la teoría y la práctica Actividades y experiencias de aprendizaje atractivas Desarrollar diversas habilidades para adquirir el aprendizaje Realizar tareas de investigación Acercar con las actividades realizadas a lo que sería la futura actividad profesional Utilidad; es decir, pudieran servirte o ser aprovechados para fines determinados actuales o futuros Relevantes; es decir, con sentido significativo importante para tu aprendizaje actual y futuro Actuales; es decir, los contenidos fueron reciente sobre las temáticas vistas Coherentes; es decir, los contenidos tenían relación y sentido unos con otros, de manera progresiva Desarrollar juicios críticos; es decir, que tomaras y justificaras decisiones

CONT.

Variable	Dimensiones/Categorías	Indicadores/ítems
Percepción de calidad de los aprendizajes utilizando el Aprender Haciendo	Percepción sobre contenidos y actividades	Desarrollar tu creatividad; es decir, hacer las cosas de manera diferente a la tradicional
	Percepción sobre la autonomía	Tomar decisiones de manera independiente Gestionar el aprendizaje; es decir, la capacidad de identificar lo que necesitabas saber para elaborar los productos Gestión del tiempo Responsabilidad en el aprendizaje
	Percepción sobre el trabajo colaborativo	Trabajar de manera colaborativa Comunicación e interacción entre los miembros del equipo Liderazgo efectivo Trabajar de manera interdependiente asumiendo roles asignados Identificar situaciones problemáticas y negociar para elegir la mejor alternativa de solución Optimizar tiempo y recursos
	Motivación	Mantener el interés en el proceso de aprendizaje Asumir con interés las actividades y elaboración de productos Incrementar la autoconfianza Complejidad para lograr el aprendizaje

Resultados y discusión

Cabe considerar que la información contenida en este documento corresponde a un trabajo aún en desarrollo, los resultados que se presentan corresponden solo a tres de las cuatro etapas que integran esta investigación en curso: el diseño del instrumento de recolección de datos para el diagnóstico, la aplicación del instrumento y la elaboración del informe técnico. En este sentido, se aplicaron diversas didácticas relacionadas con AH en la elaboración del instrumento de recolección de datos, todas muy dinámicas y colaborativas, que permitieron lograr un producto final como evidencia de aprendizaje: la tabla de operacionalización de variables para el diseño del instrumento de recolección de datos.

Del mismo modo, se gestionó un taller desarrollando aprendizajes interactivos en contextos reales, significativos y humanistas para apoyar el trabajo de colaboración, la autorregulación, la gestión de la motivación y el esfuerzo en la aplicación del instrumento de recolección de datos, aportan-

do como evidencia de aprendizaje una muestra fotográfica sobre la elaboración de talleres, el diseño y aplicación del instrumento de recolección de datos para el diagnóstico de necesidades de capacitación, elaborado con la herramienta Forms.

Como resultado de lo precedente, se realizó el análisis y el informe técnico sobre las necesidades de capacitación del personal del área de alimentos a las autoridades de la Secretaría de Turismo de Tamaulipas, desde una perspectiva de responsabilidad social.

Una vez concluidas las tres etapas y entregadas las evidencias correspondientes, se procedió a realizar una medición utilizando como instrumento la escala de Likert, orientada a identificar la manera en que los estudiantes perciben su propio proceso de aprendizaje, derivado de la implementación de la estrategia de AH.

Para optimizar el análisis, y de acuerdo con Hernández Sampieri *et al.* (2010), quien considera que en las escalas de Likert se ofrece la opción de cali-

ficar el promedio resultante en la escala mediante la fórmula PT/NT (donde PT es la puntuación total en la escala y NT es el número de afirmaciones), una puntuación se analiza en el continuo de 1 a 5, de acuerdo con lo indicado en la Tabla 3.

Tabla 3.

Puntuaciones de la escala Likert

1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
Percepción muy desfavorable				Percepción muy favorable				

Una vez realizado lo anterior, se obtuvo el promedio de cada uno de los sujetos en cada una de las dimensiones, categorías, indicadores e ítems respectivos. Los valores se observan de la manera siguiente (Tabla 4).

A continuación, se obtuvo un promedio por cada categoría, lo cual se exhibe del siguiente modo (Gráfico 1).

De acuerdo con los datos proporcionados por los estudiantes, puede observarse una tendencia hacia una percepción muy favorable sobre la calidad de su aprendizaje. Esta tendencia se encuentra un poco más marcada en la categoría 3, Percepción sobre el trabajo colaborativo, con un valor de 4.17.

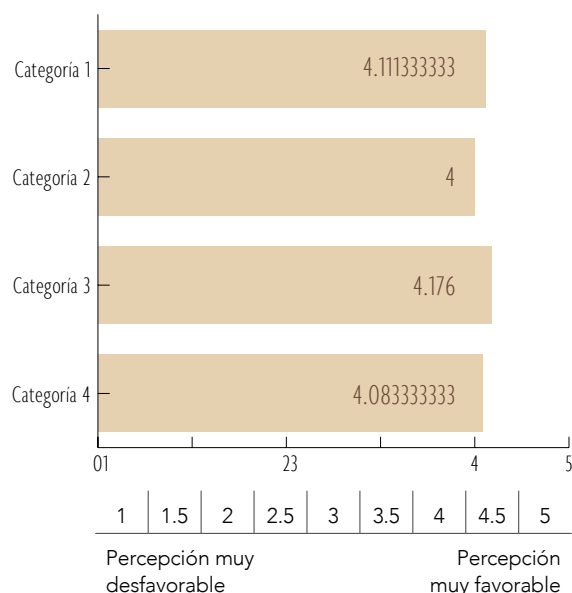


Gráfico 1.

Valores en promedio obtenidos en cada una de las categorías en el grupo de alumnos de 8° periodo

Los hallazgos obtenidos evidencian una transformación significativa en los procesos de aprendizaje de los estudiantes. La implementación de metodologías activas, como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), el Aprendizaje Basado en

Tabla 4.

Valores obtenidos en cada una de las categorías

Sujeto	Categorías			
	1	2	3	4
	Percepción sobre contenidos y actividades	Percepción sobre la autonomía	Percepción sobre el trabajo colaborativo - social	Motivación
E1	4.25	4	4.83	5
E2	4.33	4	4.5	4.75
E3	4.25	4	4.83	4.75
E4	4.25	4.5	4.17	5
E5	4.25	4.75	4.5	4.5
E6	4.58	4.25	3.83	3.75
E7	4.42	4	3.5	3.5
E8	3.67	3.5	3.33	3
E9	3.5	4.5	4	3.5
E10	3.25	3.75	3.83	3.25
E11	3.42	2.75	3.33	3.5
E12	3.67	3.5	3.33	3
E13	4.42	3.75	4.83	4.25
E14	4.83	4	4.83	4.75
E15	4.58	4.75	5	4.75

Proyectos (ABPr) y el enfoque experiencial de Kolb (1984, como se citó en Fuentes Olavarría, 2019), permitió que los estudiantes se involucraran de manera crítica y reflexiva en contextos reales, fortaleciendo competencias investigativas, sociales y humanistas.

Los resultados de la autoevaluación aplicada a los estudiantes del octavo periodo reflejan una percepción muy favorable en todas las categorías analizadas: contenidos y actividades, autonomía, trabajo colaborativo y motivación. Particularmente, la categoría de trabajo colaborativo obtuvo el valor más alto, lo que sugiere que la estrategia AH fomenta de manera efectiva la interacción, la negociación y la resolución conjunta de problemas, aspectos fundamentales en la formación profesional para el sector turístico (Coronel Tello, 2023).

Asimismo, se observó que los estudiantes valoran positivamente la utilidad, relevancia y actualidad de los contenidos abordados, lo que coincide con los principios del aprendizaje significativo propuestos por Ausubel (1980, como se citó en Roa Rocha, 2021), en donde el conocimiento adquiere sentido cuando se vincula con la experiencia y la práctica. La percepción de autonomía también fue alta, lo que indica que los estudiantes desarrollaron habilidades para la gestión del tiempo, la toma de decisiones y la responsabilidad en su proceso formativo (Kolb 1984; como se citó en Fuentes Olavarría, 2019),

Desde una perspectiva institucional, estos resultados se alinean con los ejes del PDI 2024–2028

de la UAT, especialmente en lo referente a la formación integral, la investigación con impacto social y la vinculación transformadora. La estrategia AH no solo contribuye al desarrollo de competencias académicas, sino que también fortalece la RSU al vincular el aprendizaje con problemáticas reales del entorno comunitario.

Conclusiones

La estrategia AH, con el uso de didácticas de aprendizaje, brindó evidencias de ser una metodología eficaz para promover el aprendizaje activo, significativo y humanista en estudiantes universitarios, al integrar teoría y práctica en contextos reales. Los estudiantes participantes desarrollaron competencias clave, como el pensamiento crítico, la autorregulación, el trabajo colaborativo y la motivación intrínseca, elementos esenciales para su desempeño profesional en el sector turístico.

La percepción favorable de los estudiantes respecto a los contenidos, actividades y procesos de aprendizaje confirma la pertinencia de las metodologías activas en la educación superior, especialmente en programas que buscan formar profesionales socialmente responsables.

La implementación de AH en el proyecto de diagnóstico de necesidades de capacitación en mercados municipales del sur de Tamaulipas permitió generar productos académicos con impacto social, fortaleciendo la vinculación entre la universidad y la comunidad.

Referencias

- Baraldi, V., (2021). John Dewey: la educación como proceso de reconstrucción de experiencias (John Dewey: Education as a Process of Reconstructing Experiences). *Revista de la Escuela de Ciencias de la Educación*, 1(16), 68-76. <https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=689778664010>
- Bell Rodríguez, R.F., Lema Cachinell, A.N., Martín Álvarez, Y.M. (2024) Integración de la docencia y el aprendizaje activo en la educación superior. Metodologías, componentes y actores (Integration of Teaching and Active Learning in Higher Education: Methodologies, Components, and Actors). *Prohominum*, 6(1). <https://doi.org/10.47606/acven/ph0230>
- Coronel Tello, A., Gamarra Ramírez, H.C., Huarez Sosa, P.C., Faustino Sánchez, M.A., & Collazos Paucar, E. (2023). El uso del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la educación superior [The Use of Problem-Based Learning (PBL) in Higher Education]. *Revista EDUCA UMCH*, (21), 29–44. <https://revistas.umch.edu.pe/index.php/EducaUMCH/article/view/253>
- Donalicio-Credidio, G. (2024). Percepción de los estudiantes en la implementación de metodologías activas (Students' Perception of the Implementation of Active Methodologies). *Latitude*, 1(19), 91-113. <https://doi.org/10.55946/latitude.v1i19.244>
- Fuentes Olavarría, D. (2019). Aportes del aprendizaje experiencial a la formación de estudiantes de enfermería en psiquiatría: Estudio cualitativo (Contributions of Experiential Learning to the Education of Nursing Students in Psychiatry: A Qualitative Study). *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 24(82), 833-851. <https://ojs.rmie.mx/index.php/rmie/article/view/439>
- Gamboa, M., García Sandoval, Beltrán Acosta, M. (2012) Estrategias pedagógicas y didácticas para el desarrollo de las inteligencias múltiples y el aprendizaje autónomo (Pedagogical and Didactic Strategies for the Development of Multiple Intelligences and Autonomous Learning). *Revista de Investigaciones UNAD* 12(1):101. <https://doi.org/10.22490/25391887.1162>
- Hernández Sampieri, R. y Mendoza Torres, C.P. (2018) *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (Research Methodology: Quantitative, Qualitative, and Mixed Me-

- thodsApproaches). McGraw-Hill Interamericana. <https://bellasartes.upn.edu.co/wp-content/uploads/2024/11/METODOLOGIA-DE-LA-INVESTIGACION-Sampieri-Mendoza-2018.pdf>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, M.P. (2010). *Metodología de la investigación* (5a Ed). (Research Methodology). McGraw-Hill Interamericana. <https://www.smuji.coahuila.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>
- Ibarra Uribe, L.M., Fonseca Bautista, C.D., & Santiago García, R. (2020). *La responsabilidad social universitaria. Misión e impactos sociales* (University Social Responsibility: Mission and Social Impacts). Sinéctica, (54), 1–18. [https://doi.org/10.31391/s2007-7033\(2020\)0054-011](https://doi.org/10.31391/s2007-7033(2020)0054-011)
- Kolb, D.A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall. https://www.researchgate.net/publication/235701029_Experiential_Learning_Experience_As_The_Source_Of_Learning_And_Development
- López Cuachayo, M.A. (2008). El aprendizaje basado en problemas. Una propuesta en el contexto de la educación superior en México (Problem-based learning: A proposal in the context of higher education in Mexico). *Tiempo de Educar*, 9(18), 199-232. <https://www.redalyc.org/pdf/311/31111811003.pdf>
- Martínez Valdés, M.G. (2021). El aprendizaje basado en proyectos como estrategia de formación profesional (Project-based learning as a vocational training strategy). *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(23), e053. <https://doi.org/10.23913/ride.v12i23.1093>
- Mayorga-Ases, J., Tagua-Moyolema, A., Muyulema-Muyulema, D., & Velastegui-Hernández, R. (2024). Estudio sobre la implementación de metodologías activas en la educación superior: beneficios y desafíos (Study on the implementation of active methodologies in higher education: benefits and challenges). *593 Digital Publisher CEIT*, 9(4-1), 196-208. <https://doi.org/10.33386/593dp.2024.4-1.2739>
- Miranda Bajaña, R.S., & Choez Calderón, C.J. (2024). Impacto de las metodologías activas en el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes: Una revisión sistemática de la literatura (Impact of active methodologies on academic performance and student motivation: A systematic review of the literature). *Revista Científica Multidisciplinar G-Nerando*, 5(2), 1141. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v5i2.305>
- Nasput-Vivar, E.M., Guevara-Vizcaíno, C.F., & García-Herrera, D.G. (2024). Generación de ambientes de aprendizaje innovadores: Percepciones de docentes y estudiantes en Azogues (Creating innovative learning environments: Perceptions of teachers and students in Azogues). *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 7(S2), 285-302. <https://doi.org/10.62452/0e9bm995>
- Organización Mundial del Turismo [ONU Turismo] (s.f.). *El turismo en la Agenda 2030* (Tourism in the 2030 Agenda). <https://www.untourism.int/es/turismo-agenda-2030>
- Pérez-Anagumbra, G. e Iturralde-Sosa, C., (2024). Pedagogía Transformadora desde el Aprender Haciendo (Transformative Pedagogy through Learning by Doing). *593 Digital Publisher CEIT*, 9(2), 807-815. <https://doi.org/10.33386/593dp.2024.2.2403>
- Roa Rocha, J.C. (2021). Importancia del aprendizaje significativo en la construcción de conocimientos (Importance of meaningful learning in knowledge construction). *Revista Científica Estelí*, 63–75. <https://doi.org/10.5377/farem.v0i0.11608>
- Sampedro Teneda, W.P., Quillupangui QQuillupangui, C.O., Haro Calero, R.D., & Duque Ortega, C.M. (2025). Percepción de metodologías activas para desarrollar competencias del siglo XXI: Pensamiento crítico y creatividad en Eduplanet (Perception of active methodologies for developing 21st-century skills: Critical thinking and creativity at Eduplanet). *Revista Social Fronteriza*, 5(1), e–609. [https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5\(1\)609](https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5(1)609)
- Severino-González, P., Sarmiento-Peralta, G., Guerrero-Miranda, M. & Calderón-Morales, W. (2024). Voluntad e interés del estudiante universitario: el vínculo entre la motivación en la investigación y la responsabilidad social universitaria (Will and interest of the university student: the link between motivation in research and university social responsibility). *Formación Universitaria*, 17(5), 47-56. <https://dx.doi.org/10.4067/s0718-50062024000400047>
- Torres-Vidales, I.L., Andrade-Lárraga, C., Aguilar-García, R., & Martínez Corona, J.I. (2023). Modelo de educación dual a nivel superior: un análisis documental (Dual education model at higher education level: a documentary analysis). *Tecnología, Ciencia Y Estudios Organizacionales*, 5(8), 20–34. <https://doi.org/10.56913/teceo.5.8.20-34>
- Universidad Autónoma de Tamaulipas (2024, junio 27). *Formará la UAT a estudiantes desde una visión humanista y de responsabilidad social* (The UAT will train students from a humanistic and socially responsible perspective). <https://www.uat.edu.mx/noticias/Paginas/Noticia.aspx?nid=235>
- Vázquez Guzmán, F., Olguín Gil, L.E., Vázquez Zayas, E., Flores Galicia, J.A., & Cruz Manzo, J. (2024). Aprendizaje basado en proyectos en la educación superior: Un análisis bibliométrico (Project-based learning in higher education: A bibliometric analysis). *Pistas Educativas*, 46(148), 191-206. <https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/view/3739/2602>
- Villacis Macías, C.D., & Agramonte Rosell, R. de la C. (2024). *Estrategias didácticas basadas en metodologías activas para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación superior: Revisión de experiencias y propuestas en la facultad de Educación de la Universidad Estatal de Milagro* (Teaching strategies based on active methodologies for improving the teaching-learning process in higher education: Review of experiences and proposals in the Faculty of Education of the State University of Milagro). *Ciencia y Educación*, 184-200. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13743435>
- Velásquez Jaramillo, M. (2024). Metacognición en el aula: la necesidad de trascender esfuerzos individuales para transformar el aprendizaje (Metacognition in the classroom: the need to transcend individual efforts to transform learning). *Praxis*, 20(2), 390–403. <https://doi.org/10.21676/23897856.5887>
- Zamora-Torres, A.M. & Thalheim, B. (2020). El Modelo Mexicano de Formación Dual como modelo edu-

cativo en pro de la inserción laboral de los jóvenes en México (The Mexican Dual Training Model as an educational model promoting the labor market integration of young people in Mexico). *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, XI(31), 48-67, 2020. <https://www.ries.universia.unam.mx/index.php/ries/article/view/705/1244>

Zapata Lascano, W.A., Merino López, F. de J., Moreno Jarrín, E.N., Moposita Moposita, A.G., & Escobar Vinueza, V.A. (2024). Metodologías Activas para Impulsar el Proceso Enseñanza-Aprendizaje. Otros Horizontes, Otros Desafíos (Active Methodologies to Boost the Teaching-Learning Process. Other Horizons, Other Challenges). *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(3), 2433-2456. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i3.11454

Manejo responsable de residuos de polvo químico seco tipo ABC en Grupo Mercantil NORTAMA S.A. de Tamaulipas

Alejandra Vázquez Vega¹, Luis Jonás González Del Ángel², Hyasseliny Alejandra Hurtado Mora³, Alejandro Humberto García Ruiz⁴, Katea Elizabeth Lira García⁵

Resumen

El polvo químico seco tipo ABC, principal compuesto químico empleado por empresas de seguridad industrial en la zona sur de Tamaulipas y, a su vez, también el que más desechos genera, se ha convertido en una preocupante situación de contingencia y requiere una gestión adecuada de su [residuo](#). El desarrollo metodológico de este trabajo se estructuró en tres etapas orientadas a cumplir el objetivo general del estudio, siendo este el desarrollo de una propuesta de manejo responsable para los residuos de PQS tipo ABC. La metodología combinó un enfoque descriptivo y aplicado, apoyado en investigación documental y de campo en la empresa NORTAMA S.A. de C.V., para diagnosticar la situación actual de la empresa, clasificar los residuos de PQS tipo ABC y proponer un plan de manejo responsable conforme a la normativa vigente. Mediante una búsqueda exhaustiva de un sitio para disposición final para su reciclaje y con el cálculo de 1 tonelada de volumen de generación de residuos, se llevó a cabo la programación de las actividades necesarias para la calendarización de ciclos, desde su generación, recolección, manejo y transporte hasta su disposición final en el Departamento de Obras Públicas de la Ciudad de Altamira para su aprovechamiento, contribuyendo a la protección ambiental.

Palabras clave: manejo de residuos, polvo químico seco, disposición final, reciclaje de residuos, protección ambiental.

Cómo citar: Vázquez, A., González, L., Hurtado, H., García, A., Lira, K. (2026). Manejo responsable de residuos de polvo químico seco tipo ABC en Grupo Mercantil NORTAMA S.A. de Tamaulipas. En Calles, M., Hernández, E., Altamira, J. (Eds.). *Mujeres que transforman conocimiento. Innovación educativa e investigación interdisciplinaria para la sostenibilidad*. High Rate Consulting. <https://doi.org/10.38202/mujerestransf12>

1. <https://orcid.org/0009-0008-3329-227X>, a2103350056@alumnos.uat.edu.mx | Facultad de Ingeniería Tampico, Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.
2. <https://orcid.org/0000-0002-1773-580X>, ljonas@docentes.uat.edu.mx | Facultad de Ingeniería Tampico, Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.
3. <https://orcid.org/0009-0009-0124-0405>, hhurtado@docentes.uat.edu.mx | Facultad de Ingeniería Tampico, Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.
4. <https://orcid.org/0000-0001-8054-6510>, ahgarcia@uat.edu.mx | Facultad de Ingeniería Tampico, Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.
5. <https://orcid.org/0009-0000-6859-4552>, katea.lira@uat.edu.mx | Facultad de Ingeniería Tampico, Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

Responsible management of ABC-type dry chemical powder waste at Grupo Mercantil NORTAMA S.A. of Tamaulipas

Abstract

ABC dry chemical powder, the primary chemical compound used by industrial safety companies in the southern region of Tamaulipas and, at the same time, the one that generates the greatest amount of waste, has become a concerning environmental issue and requires proper waste management. The methodological development of this study was structured into three stages aimed at achieving the general objective of the research, which was the development of a responsible management proposal for ABC dry chemical powder (DCP) waste. The methodology combined a descriptive and applied approach, supported by documentary and field research at NORTAMA S.A. de C.V., to diagnose the company's current situation, classify ABC DCP waste, and propose a responsible management plan in accordance with current regulations. Through an exhaustive search for a final disposal site for recycling purposes and the calculation of a waste generation volume of 1 ton, the activities required for scheduling management cycles were established, from waste generation, collection, handling, and transportation to its final disposal at the Public Works Department of the City of Altamira for beneficial use, thereby contributing to environmental protection.

Keywords: waste management, dry chemical powder, final disposal, waste recycling, environmental protection.

Introducción

El incremento descontrolado de desechos químicos en la zona sur de Tamaulipas es un tema preocupante, ya que se localiza un gran número de cuerpos de agua dentro y cerca de la zona, quedando expuesto a la contaminación este recurso natural y, a su vez, la salud de los habitantes en las comunidades cercanas. El tema de manejo de residuos en empresas industriales, con el paso del tiempo, ha tomado prioridad a nivel global, en especial en América Latina (Flores, 2021), debido a programas a nivel nacional e internacional que obligan a las empresas de todo tipo a someterse a la normatividad vigente para convertirse en una empresa sostenible, lo que ha marcado cierto tipo de competitividad entre empresas del mismo rubro. Uno de ellos es el Programa Nacional para la Prevención y Gestión de Residuos (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2008) y, posteriormente, el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial 2022-2024 (PNPGIRME 2022-2024) (Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial 2022-2024, 2022).

En términos científicos, la huella de carbono es un indicador de sostenibilidad (Larios Rico *et al.*, 2022); sin embargo, en México existen espacios o brechas muy cortas que las normas y leyes ambientales no alcanzan a cubrir, como el caso de diferentes materiales o compuestos químicos que no deben tratarse como residuos urbanos y que generan residuos, pero no se encuentran en el listado de residuos peligrosos ni de manejo especial (Dirección General de Estadística e Información Ambiental de la SEMARNAT, 2016). El residuo del polvo químico seco tipo ABC es uno de estos compuestos y, por su grado de toxicidad (Fire Fox, 2015), requiere de un plan de manejo responsable, como es el caso del Hospital Cayetano Heredia con su gestión ambiental de residuos sólidos hospitalarios (Cifuentes & Iglesias, 2008).

El Grupo Mercantil NORTAMA, empresa en el ramo de seguridad dedicada al servicio de recarga y mantenimiento de extintores en el sector industrial de Altamira, Tamaulipas, cuenta en la actualidad con certificaciones voluntarias en cuanto a procedimientos avalados por la Asociación de Normalización y Certificación, A.C. (ANCE, 2022);

sin embargo, hoy en día la empresa carece de un plan integral de gestión de residuos que disminuya el impacto negativo en el ambiente que produce, siendo el polvo químico seco el agente extintor más solicitado por combatir fuego de las tres clases A, B y C y, a su vez, también el que más desechos genera (EXTIN.FLAM, 2018).

Según estudios químicos y médicos, manejar inadecuadamente este tipo de residuo químico puede ocasionar problemas ambientales y a la comunidad, especialmente si es desechado en algún recurso hídrico, afectando su flora y fauna (Monserrate Valerezo, 2016), así como lesiones o quemaduras en vías respiratorias y visuales en las personas, e incluso lesiones cutáneas al contacto directo y prolongado sobre la piel (Hernández Mielles, 2019). A pesar de esa información, los desechos de PQS no son considerados aún como un residuo peligroso, por no ser un producto inflamable y a falta de estudios que comprueben su nocividad para la salud humana (Garbín, 2018).

En el contexto internacional, las normas ISO-11602-2 y la NFPA 10 se encargan de regular estos procedimientos de agentes extintores, así como la calidad del producto; ambas permiten que el polvo PQS ABC sea reutilizado en cuanto se mantenga sellado y en condiciones óptimas. En México, según la NOM-002-STPS-2010, los extintores de PQS de cualquier tipo se deben recargar cada año, aun sin haber sido utilizados durante ese tiempo. La NOM-104-STPS-2001 contiene los parámetros establecidos y procedimientos a seguir con el PQS ABC, como el almacenamiento, el transporte, la recarga y descarga, así como la garantía de un producto certificado; la NOM-154-SCFI-2005, en cambio, lo considera a criterio, según las características y la calidad que presente el producto en el momento de ser vaciado. En GMN, el residuo de PQS ABC, es decir, aquel que ha rebasado el tiempo de garantía dentro de un tanque extintor, se sustituye por producto nuevo (NOM-104-STPS-2001, 2002), es almacenado hasta acumular grandes cantidades y posteriormente es desechado a la basura, como cualquier otro residuo urbano.

La propuesta de un manejo responsable de los residuos de PQS (polvo químico seco) ABC aportará a Grupo Mercantil NORTAMA, que a partir de ahora referiremos como GMN, un nuevo plan a seguir respecto al manejo de sus residuos, abriendo paso a la posibilidad de otras certificaciones, ya que pretende abordar la protección ambiental mediante una disposición final de residuos destinada al reciclaje.

En el marco nacional, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral

de los Residuos (LGPGIR, 2023) establecen las características, la clasificación, así como el listado de residuos según el tipo de manejo correspondiente (NOM-052-SEMARNAT-2005, 2006); por lo que esta propuesta es elaborada con base en los procedimientos estipulados por la SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) como residuos de manejo especial y cumpliendo con el Reglamento de Prevención Integral de los Residuos de Manejo Especial para el Estado de Tamaulipas (Código para el Desarrollo Sustentable del Estado de Tamaulipas, 2023).

Este proyecto comienza con un diagnóstico de la empresa; posteriormente, se lleva a cabo la recopilación de la normatividad en el contexto internacional y nacional del manejo de residuos, así como información técnica y científica respecto al PQS ABC, desde sus propiedades químicas, su manejo y hasta su reciclaje, donde se plantean dos opciones sujetas a investigación de campo para la toma de decisiones en el resultado: la primera opción como fertilizante MAP (TOMCOMPANY, 2016) y la segunda como material para obras de construcción (Luyo Arce, 2020), contribuyendo directamente a disminuir las cantidades de residuos PQS desechadas en ríos y lagunas de la región sur de Tamaulipas y aportando indirectamente a la economía de otra empresa con su reutilización. Para finalmente, con toda la información obtenida, lograr categorizar y elaborar un plan de gestión para este tipo de residuo, desde su generación, su recogida, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final (Cárdenas Ferrer *et al.*, 2019).

El polvo químico seco tipo ABC en la industria

El polvo químico seco (PQS) es una mezcla de productos químicos pulverizados sometidos a tratamientos especiales para lograr brindar resistencia al fuego y se aplica por medio de extintores portátiles, mangueras o sistemas fijos. Su color puede variar según la norma vigente (Grupo de Coordinación Estadística para la Agenda 2030 en América Latina y el Caribe de la Conferencia Estadística de las Américas, 2022). Los principales productos que se utilizan en la producción de polvos secos disponibles son: bicarbonato de sodio, bicarbonato potásico, cloruro potásico, bicarbonato de urea-potasio y fosfato monoamónico (Botta, 2010). Estos se mezclan con aditivos para mejorar sus características de repulsión al agua; los más comunes son estearatos metálicos, fosfato tricíclico o siliconas para conseguir fluidez y resistencia a los efectos de endurecimiento por humedad y vibraciones (Estrucplan, 2002).

Si el PQS no se almacena adecuadamente, es decir, si el tanque del extintor no permanece completamente sellado o no conserva las demás condiciones establecidas por la Norma Oficial Mexicana (NOM-104-STPS-2001, 2002), el producto puede absorber humedad y otras sales presentes en el ambiente. Como consecuencia, el polvo tiende a modificar sus características físicas, pasando de un estado fino y suelto a formar grumos o endurecerse. Por ello, la misma norma establece que el PQS debe sustituirse anualmente para evitar el deterioro de su calidad y garantizar su eficacia operativa (Córdova Meza, 2018).

En México, las empresas dedicadas al servicio de recarga de extintores de PQS utilizan 3 diferentes tipos; los dos primeros para fuegos tipo B y C son los PQS a base de bicarbonato de potasio y PQS a base de bicarbonato de sodio, pero los más usados por sus agentes eficaces en combatir los tipos de fuego ABC son los PQS a base de fosfato monoamónico, los cuales son el objeto de estudio de esta investigación; mismas empresas han votado a favor de cambios en la normatividad a fin de permitir su reutilización y reciclaje, siendo desfavorable la respuesta del organismo a cargo (Zorrilla, 2016).

La Norma Oficial Mexicana (NOM-104-STPS-2001, 2002) tiene como objetivo establecer las especificaciones con las que debe cumplir el polvo químico seco a base de fosfato monoamónico tipo ABC para uso en equipos contra incendios como agente extinguidor de fuegos clases A, B y C, y sus correspondientes métodos de prueba. A su vez, la Secretaría de Fomento y Comercio Industrial establece los requerimientos y procedimientos con que se debe cumplir en el servicio de mantenimiento y recarga de extintores portátiles y móviles, catalogados por las diferentes capacidades, para garantizar su correcto funcionamiento durante el combate de fuegos incipientes de acuerdo con su diseño (NOM-154-SCFI-2005, 2005).

En 2016, la Universidad Autónoma de Chihuahua llevó a cabo un estudio técnico con el objetivo de determinar si es necesario cambiar anualmente el PQS tipo ABC de los extintores de cada negocio a lo largo del país, como lo marca la norma (NOM-002-STPS-2010, 2010), comprendido por 1 procedimiento documental y 3 experimentales para analizar las características físicas del PQS ABC de muestras de años anteriores, tales como densidad, pH, compactación y apelmazamiento, comparándolas con muestras recientes, para comprobar algún cambio generado por el tiempo transcurrido y si aún se encontraban dentro de los parámetros aceptables por la norma (NOM-104-STPS-2001, 2002), donde obtuvieron como resul-

tado que: “El PQS ABC no pierde características físicas en el transcurso del tiempo, ya que puede durar hasta 23 años,... y que afecte a las propiedades físicas del PQS ABC cuando se encuentra en las condiciones recomendadas por el fabricante y es manejado de acuerdo a procedimientos aceptados internacionalmente” (Murillo, 2016).

En Estados Unidos y otros países, el PQS tipo ABC puede ser reutilizado siempre que cumpla con las condiciones de calidad y garantía establecidas por el proveedor y se mantenga dentro de los parámetros definidos por las normas internacionales aplicables (ISO-11602-2, 2010). En México también se conoce que algunos prestadores de este servicio practican el rehúso de este químico cumpliendo con procedimientos establecidos en manuales que ellos mismos han generado en conjunto, ya que, debido a la recesión por pandemia COVID-19 y al desabastecimiento de PQS en el país, según la Asociación Mexicana de Equipos Contra Incendio y Recargadores de Extintores A.C., a partir de 2020 se vieron afectados los precios en los que se cotizan los insumos en este sector (AMECIRE, 2020); mas aún no está permitido por ninguna norma establecida, razón por la que la mayoría de los proveedores no incurre en esta práctica y el producto sigue siendo desechado casi en su totalidad después de cumplir el año permitido dentro de un extintor (Fernández, 2007).

Con el paso del tiempo y con el gran número de plantas industriales en el puerto de Altamira a las cuales se provee de este servicio, se acumulan toneladas de residuo de PQS (Arcos Serrano & Izcapa Treviño, 2014), gran parte en buen estado, es decir, aún en polvo o granulado, y otra parte endurecida por la humedad del medio ambiente, lo que ocasiona un gran volumen de basura y, a su vez, contaminación, siendo aún más peligroso si el polvo seco, con el viento, se esparce a las colonias cercanas, ya que puede ser tóxico para los habitantes y ocasionar enfermedades como asfixia química y física o quemaduras en las vías respiratorias y visuales, así como lesiones cutáneas si cae en grandes cantidades directamente sobre la piel de las personas (Hernández Miele, 2019).

En conjunto con la contaminación en la naturaleza, que al mezclarse con sus elementos como el agua y el aire llega a los asentamientos humanos más cercanos, se convierte en un peligro para la salud de adultos y niños, causando enfermedades y lesiones respiratorias y en la vista, así como quemaduras en la piel, a pesar de que los ingredientes que se emplean actualmente en los polvos secos no son tóxicos (Devia, 2001). Sin embargo, la descarga de grandes cantidades puede causar algunas

dificultades temporales de la respiración durante e inmediatamente después de la descarga y puede interferir gravemente con la visibilidad (HernándezMieles, 2019), así como los riesgos ambientales que trae consigo su liberación a los ecosistemas (Figueroa Jiménez, 2017), en especial los acuáticos, siendo el recurso hídrico de mayor importancia y control para las Naciones Unidas, sometiéndose a evaluaciones, capacitaciones y alianzas para su conservación (Naciones Unidas, 2023), siendo uno de los Objetivos de Desarrollo Sustentable la seguridad hídrica y los ecosistemas que lo habitan (CEPAL, 2022).

Manejo de residuos como parte en la gestión de una empresa

La Revista Venezolana de Gerencia, en el año 2019, analizó los sistemas de información implementados en el nivel operativo de algunas empresas industriales de su región, donde propuso la reorganización de los procesos de manufactura, produciendo cambios significativos en eficiencia de procesos y calidad en resultados (Vargas Encalada *et al.*, 2019), lo que resalta la importancia de una constante evolución en los procesos para una mejora óptima en cualquier área de una empresa. Es necesario crear estrategias para el fomento de sistemas de gestión de calidad en las empresas industriales (Jaque-Puca *et al.*, 2023), así como un sistema de información gerencial que optimice la toma de decisiones, como el caso de las PYMES en el sector textil de Ecuador, donde se mejoró la productividad y se solucionaron problemas, dando lugar a una toma de decisiones oportuna (Cedeño Troya & Villagómez Navarrete, 2023); de igual manera, en el sector turístico de la misma ciudad, donde se desarrolló una investigación concluyendo que el personal capacitado debe optimizar el manejo adecuado de los sistemas de información que estén a su alcance (Aguirre González & Tigre Sánchez, 2023). La integración de diversos sistemas dentro de una empresa, incluyendo un sistema de gestión de residuos, lleva a una mejora continua en los procesos internos de la empresa, pero a su vez se traduce en una contribución económica para esta (Serna *et al.*, 2024).

Por su parte, Morera Carballo (2022) explicó: “Los nuevos sistemas de información deben contener en sus premisas la proyección de estrategias sostenibles, eco amigables y valorar el aporte de la responsabilidad social empresarial”, lo que conduce a la importancia y necesidad de implementar también un sistema de gestión de residuos, siendo esta una de las áreas importantes donde la tecnolo-

gía o era digital moderna no pueden reemplazar la toma de decisiones o actividades que lo involucren (Morera Carballo, 2022), dando oportunidad a las empresas de proponer su propio plan de manejo de residuos, rigiéndose bajo las normas mexicanas correspondientes, así como en la guía de evaluación ambiental estratégica emitida por medio de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Jiliberto Herrera & Bonilla Madriñán, 2019), comenzando previamente con un diagnóstico general de la empresa para conocimiento de las necesidades básicas, oportunidades y problemáticas a enfrentar (Huilocapi & Gallegos, 2020), así como una evaluación técnica y social financiera, para dirigir la propuesta del plan de manejo dentro del contexto operativo y económico correcto (Ortiz Novoa *et al.*, 2023).

La importancia de un diagnóstico estratégico correcto en cualquier organización radica en que constituye una punta de lanza para una generación de éxito empresarial (Arrieta Jiménez *et al.*, 2021), ya que es la revisión actual ante la industria o mercado, lo cual brinda una oportunidad de crecimiento y aumento de su competitividad (Martínez Buitrago & Romero Coca, 2017), donde se pueden detectar y alcanzar estrategias de marketing para comercializar productos o servicios de diferentes campos en el mercado (Izquierdo Morán *et al.*, 2020). Este diagnóstico puede realizarse mediante la aplicación de diferentes sistemas o estrategias de análisis como PHVA (Salazar *et al.*, 2020), matriz FODA o la metodología de las 5S, que ya ha sido aplicada en la rama de seguridad industrial (Muje Céspedes, 2019).

El tema de manejo de residuos en empresas industriales, con el paso del tiempo, ha tomado prioridad a nivel global, en especial en América Latina (Flores, 2021), debido a programas a nivel nacional e internacional que obligan a las empresas de todo tipo a someterse a la normatividad vigente para convertirse en una empresa sostenible, lo que ha marcado cierto tipo de competitividad entre empresas del mismo rubro. Uno de ellos es el Programa Nacional para Prevención y Gestión de Residuos (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2008) y su posterior, Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial 2022-2024 (PNP-GIRME_2022_2024, 2022). En términos científicos, la huella de carbono es un indicador de sostenibilidad (Larios Rico *et al.*, 2022); sin embargo, en México existen espacios o brechas muy cortas que las normas y leyes ambientales no alcanzan a cubrir, como el caso de diferentes materiales o compuestos químicos que no deben tratarse como residuos

urbanos y que generan residuos, pero no se encuentran en el listado de residuos peligrosos ni de manejo especial (Dirección General de Estadística e Información Ambiental de la SEMARNAT, 2016).

Un plan de manejo de residuos eficiente integra componentes desde el cálculo del volumen de residuos generados, a lo que se le conoce como diagnóstico básico para la gestión integral de residuos (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2022), hasta la planeación de las rutas de recolección y transporte, que trae consigo beneficios tangibles como la reducción de costos dentro de una empresa, siempre y cuando se cuente con una planeación y herramientas necesarias para la operación (Fontalvo Delgado, 2023), considerando que cualquier gestión de residuos sólidos se presenta como una oportunidad para certificación ante normas nacionales e internacionales por su contribución a la reducción de la contaminación ambiental (Ferronato & Torretta, 2019), como el caso de la agencia automotriz en la ciudad de México en el año 2019, donde se realizó con éxito un diagnóstico de residuos peligrosos (Carranza Bautista, 2019), siendo esta una necesidad administrativa actual en todo tipo de empresas, desde el ramo industrial (DADEP, 2025), hasta el ramo educativo y de investigación, como el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos establecido en la Universidad del Estado de Morelos (Notario Acosta, 2022).

El Grupo Mercantil NORTAMA S.A. de C.V., en el municipio de Altamira, Tamaulipas, donde se ha puesto especial énfasis en el cuidado del medio ambiente (Dirección de Ecología y Medio Ambiente, 2017), en la actualidad no cuenta con un plan de manejo de residuos de PQS tipo ABC. A pesar de esto, ha llegado a almacenar varias toneladas al año para ser desechadas, en ocasiones, por medio del recolector municipal, trasladándolas a lugares a cielo abierto cercanos a la ciudad, con un consecuente impacto ambiental en el recurso hídrico y riesgo biológico de manera directa al contacto con habitantes (Mufarrege *et al.*, 2023), pues el compuesto químico que contiene el PQS ABC es clasificado en degradación como muy persistente; tal es el caso de la empresa Línea de Fuego y Extintores LTDA, donde se formuló un plan de manejo integral de residuos sólidos (Hernández Casas, 2017).

Metodología

La metodología aplicada en el presente estudio plantea una propuesta a partir de un diagnóstico de la empresa; se emplearon técnicas cualitativas y cuantitativas. En la fase cualitativa se utilizó entre-

vista no estructurada al gerente de la empresa, observación directa in situ y registro fotográfico, con un propósito orientado a la toma de decisiones, proponiendo soluciones a problemas específicos (Durán Martínez *et al.*, 2017); mientras que en la fase cuantitativa se sistematizaron y analizaron los registros históricos de ingreso de residuos al almacén. El procesamiento y análisis de la información se realizó mediante la herramienta Zoho Analytics, que permitió generar tablas, gráficos e informes analíticos detallados (Zoho Corporation, 2023).

A lo largo de este capítulo analizaremos las etapas que se desarrollaron para llegar al objetivo general de este trabajo, desde los objetivos específicos, con actividades propias de cada uno a realizar (Cárdenas Ferrer *et al.*, 2019), donde se hizo uso de los siguientes instrumentos de recolección de información (Cisneros-Caicedo *et al.*, 2022); para el diagnóstico de la situación actual de la microempresa se recolectó información a través de entrevistas no estructuradas al gerente de la empresa. Se utilizaron hojas de registro para recabar la información sobre el volumen de residuos PQS que ingresa al almacén de la empresa; para su posterior análisis de datos se utilizó la herramienta Zoho Analytics, la cual permite generar gráficos, tablas dinámicas e informes detallados (Zoho Corporation, 2023).

Etapas 1: diagnóstico de la empresa

Una empresa como GMN, que brinda servicio de agentes contraincendios a gran parte del corredor industrial y puerto de Altamira, requiere una correcta gestión de residuos que fomente la disposición final de esos recursos para reciclaje y que sea factible para otras empresas del mismo rubro, ya que no se cuenta con ese tipo de procedimiento dentro de la empresa, donde se ha marcado énfasis en el cuidado del medio ambiente (Dirección de Ecología y Medio Ambiente, 2017). Actualmente no cuenta con un plan de manejo de residuos de PQS tipo ABC; a pesar de esto, ha llegado a almacenar varias toneladas al año para ser desechadas, en ocasiones, por medio del recolector municipal, trasladándolas a lugares a cielo abierto cercanos a la ciudad (Sánchez Suárez *et al.*, 2021), con un consecuente impacto ambiental en el recurso hídrico y riesgo biológico de manera directa al contacto con habitantes (Mufarrege *et al.*, 2023), pues el compuesto químico que contiene el PQS ABC es clasificado en degradación como muy persistente; tal es el caso de la empresa Línea de Fuego y Extintores LTDA, donde se formuló un plan de manejo integral de residuos sólidos (Hernández Casas, 2017).

Para este estudio se comenzó por definir el pro-

blema que presenta la empresa, teniendo marcado primeramente el objetivo a desarrollar, identificando las alternativas y reconociendo las limitaciones y restricciones que conlleva (Rosas Echevaría *et al.*, 2021). Se realizó un diagnóstico a la empresa aplicando una entrevista personal al gerente de la empresa con el fin de conocer la situación actual en la que se encuentra (Arias-Odón, 2012); también se efectuó una visita in situ en el taller de la empresa, donde se encuentra el almacén, para relacionar la información obtenida mediante observación con registro fotográfico y con ello desarrollar un análisis interno y externo mediante una matriz FODA.

Etapas 2: clasificación de los residuos PQS

El objetivo de esta etapa es determinar la clasificación en la que encuentran de los residuos de PQS (NOM-018-STPS-2015, 2015), por lo cual se llevó a cabo una investigación documental mediante consulta bibliográfica, para conocer las características físicas y químicas que posee el residuo PQS, así como identificar las normas aplicables en los procedimientos que refiera el compuesto para finalmente establecer a que tipo de residuos pertenece y si cumple con los parámetros establecidos en las normas para llevar a cabo su manejo de la forma adecuada y pertinente según la clasificación que se le asigne (NOM-161-SEMARNAT-2011, 2013). Durante esta etapa también se llevó a cabo la cuantificación de residuos PQS generados al año en el taller mediante recopilación de datos de entrada de almacén y revisión de reportes, tomando registro de la cantidad de kilogramos, la empresa de procedencia, el estado del residuo, su embalaje y la fecha de ingreso para calcular la periodicidad con la que surgen estas entradas de estos residuos al almacén. Los datos recabados mediante factura emitidas por la empresa en el año 2023 se analizaron mediante herramienta Zoho Analytics (Zoho Corporation, 2023).

Etapas 3: formulación de plan de manejo responsable de residuos

De acuerdo con los resultados de la etapa 2, se formuló un plan de manejo responsable con base en los elementos y etapas definidas en la normatividad, para lo que primeramente se llevó a cabo una investigación aplicada en la búsqueda de un lugar o empresa donde proponer la disposición final del residuo de PQS. En este caso se evaluaron dos opciones: como fertilizante en algún centro de acopio que recicle este tipo de residuo y como material de donación para el departamento de obras públicas de la ciudad de Altamira, siendo el ayuntamiento más cercano dentro del Programa Metropolitano de

Ordenamiento Territorial Altamira-Ciudad Madero-Tampico, estado de Tamaulipas (2019).

Después de evaluar las opciones presentadas y elegir la más acertada en cuestión de tiempos y recursos, el proceso del manejo de dicho residuo se representó mediante la elaboración de un diagrama de flujo, desde la generación del residuo, su manejo y almacenamiento, hasta su disposición para su reutilización o reciclaje como material en donación, evaluando previamente la logística que más convenga, ya sea para ayuntamientos municipales o para fertilizante (Prada & Ocampo, 2017). En esta etapa también se realizó un cronograma de actividades para su organización, complementando con la descripción de los procedimientos, en tiempos estimados y actividades correspondientes. Finalizando con un diagrama de Gantt para la calendarización anual propuesta del programa de recolección, tomando en cuenta los volúmenes registrados y la cuantificación de la etapa 2 de este procedimiento, cumpliendo así con los criterios de la normatividad vigente (NOM-161-SEMARNAT-2011, 2013).

Análisis de resultados

Etapas 1: diagnóstico de empresa

En la primera etapa del presente estudio, se diagnosticó a Grupo Mercantil NORTAMA S.A. de C.V. mediante análisis FODA (Figura 1), con la información obtenida de entrevista semiestructurada al gerente administrativo de la empresa, obteniendo la siguiente información:

Con el análisis anterior y el registro fotográfico adjunto, se observó la gran necesidad de una gestión de residuos de PQS dentro de la empresa, siendo este el residuo con mayor volumen y tiempo en almacén, así como el manejo inadecuado que actualmente se lleva a cabo para la recolección y la disposición final dirigida como un residuo sólido común (NOM-100-STPS-1994, 1996).

Etapas 2: clasificación de residuos PQS tipo ABC y volumen de generación

De la segunda etapa de este estudio, se categorizó el residuo PQS tipo ABC de acuerdo con la información bibliográfica digital consultada y normatividad mexicana vigente (Tabla 1).

Interpretando la ficha anterior, se puede deducir que el PQS tipo ABC (fosfato monoamónico) tiene un bajo nivel de toxicidad en la salud, por lo cual requiere de una técnica de almacenamiento y de equipo de protección personal para su manejo.

Asimismo, mediante la búsqueda bibliográfica



Figura 1.
 Análisis FODA de Grupo Mercantil NORTAMA S.A. de C.V.



Imagen 1.
 Almacén de la empresa, residuos de PQS tipo ABC en tanques de plástico y hierro lado izquierdo y residuos de PQS tipo ABC en sacos y bolsas de plástico lado derecho

Tabla 1.
 Identificación de PQS tipo ABC como Residuo de Manejo Especial

Característica	Especificación	Requerimiento	
Nombre químico	Fosfato Monoamónico	Técnica de manejo	✓
Fórmula química	NH ₄ H ₂ PO ₄	Técnica de almacenamiento	✓
Toxicidad Salud	Ligero	EPP	✓
Toxicidad ambiental	Agua	Gestión de residuo	✗
Tipo Residuo	No peligroso	Regulación de transporte	✗

Nota. Elaborado a partir de NOM-104-STPS-2001, NOM-018-STPS-2015 NOM-161-SEMARNAT-2011 Y LGPGIR.

y en fichas técnicas de diferentes marcas que comercializan el producto, se conoce su toxicidad ambiental en el agua, por lo cual resulta necesaria la gestión de este residuo, siendo el primer paso para su estructuración el cálculo del volumen de

generación anual de este residuo dentro de NORTAMA. Los datos recabados de la información proporcionados a diferentes empresas durante un año arrojaron las siguientes cifras, las cuales se presentan en la Figura 2.

De acuerdo con el gráfico anterior, se pueden apreciar los meses con las entradas más altas de volumen. Estos son mayo, agosto y septiembre, seguidos de octubre y noviembre, todos los que registran un volumen superior a una tonelada.

Etapas 3: formulación de plan de manejo de residuos PQS tipo ABC

Con la obtención de datos en la etapa 2, es decir, con la información de propiedades físicas y químicas, así como de la normatividad y procedimientos por los que se rige el polvo químico seco tipo ABC, y los volúmenes de entradas al almacén, se procedió a formular la propuesta de el plan de manejo del residuo, iniciando por la distribución de las actividades y su secuencia representado en el siguiente diagrama de flujo del procedimiento propuesto (Figura 3), considerando las etapas men-

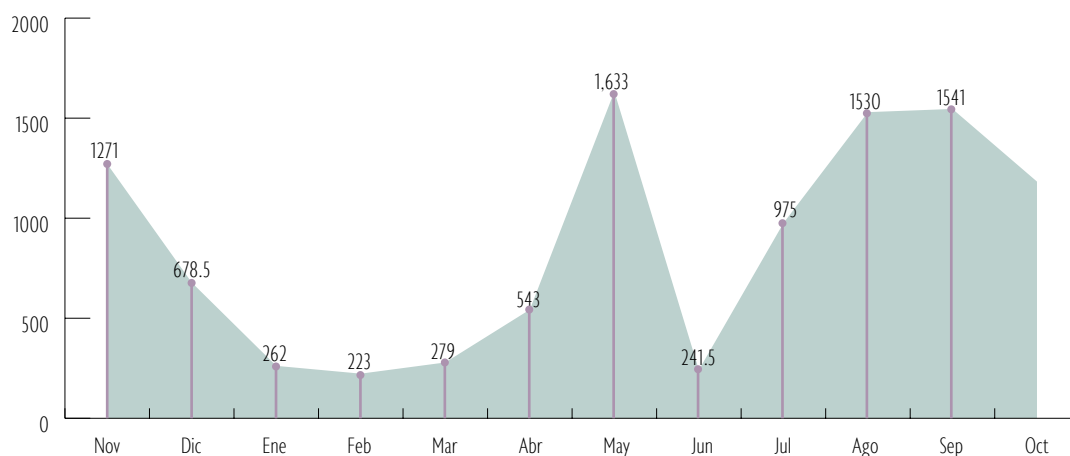


Figura 2.
Relación mes con volumen de generación de residuos pqs
Nota. Elaborado a partir de Zoho Analytics (2023).

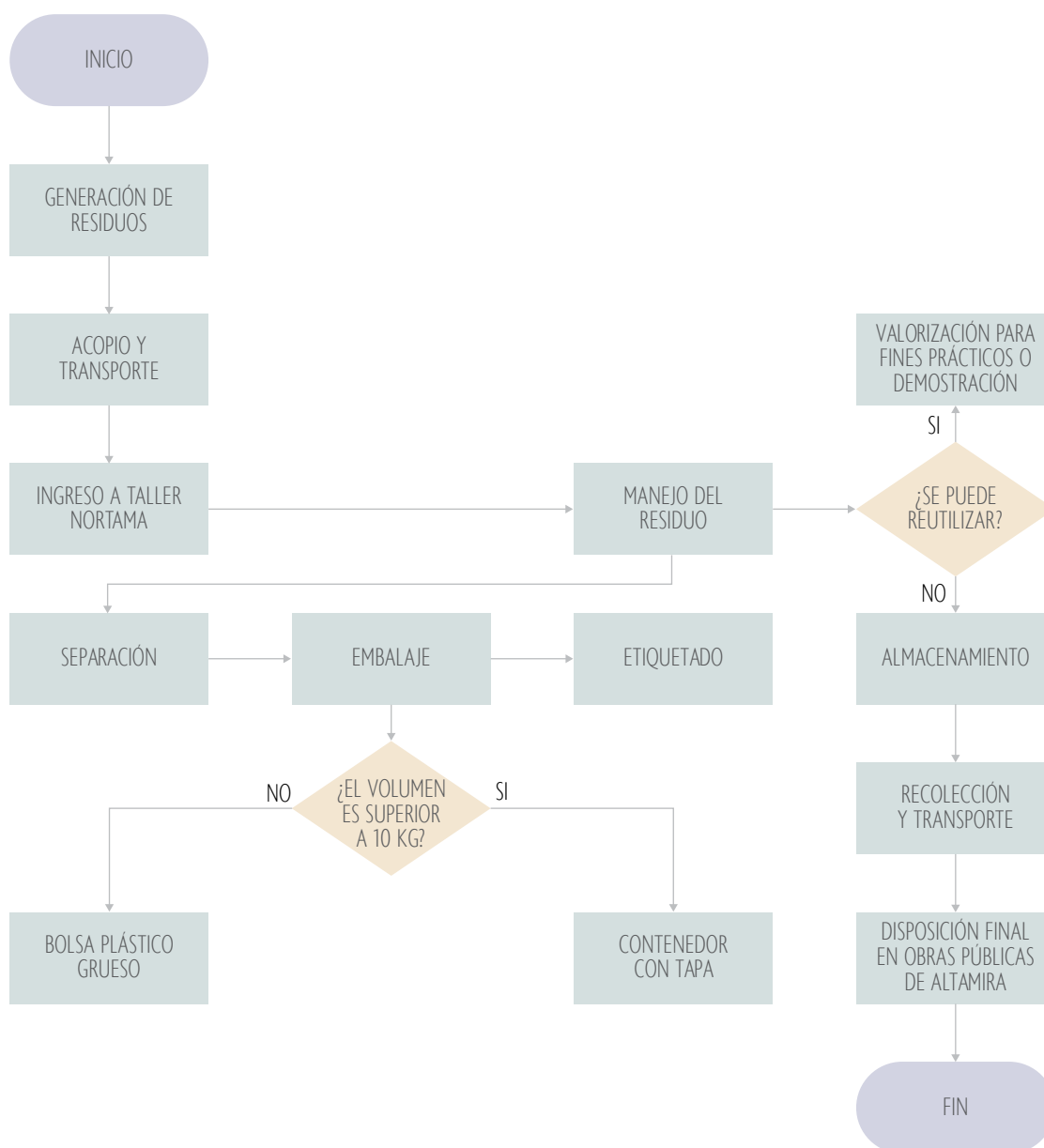


Figura 3.
Procedimiento de manejo de residuos PQS NORTAMA-Obras Públicas Altamira

Tabla 2.

Cronograma de actividades y descripción de procedimientos para el manejo de residuos PQS tipo ABC

Actividad	N°	Tiempo	Responsable	Descripción de Actividad
Generación de residuos	1	6-12 meses	Planta industrial o particular	La cantidad y capacidad de extintores a base de PQS depende del punto de generación de este.
Acopio	2	1 día	Supervisor NORTAMA	Recolección de extintores por parte del proveedor de servicios, incluye su transporte hacia taller NORTAMA.
Ingreso a Taller	3	1 día	Supervisor NORTAMA	Llenar y firmar bitácora de entrada, número y capacidad de extintores de PQS.
Manejo del residuo	4	1-2 días	Técnico NORTAMA	Desmontaje del extintor y separación del polvo químico seco residual.
Embalaje y etiquetado	5	1-2 días	Técnico NORTAMA	Embalaje en bolsas de plástico grueso o en contenedor de plástico con tapa, dependiendo el volumen a almacenar, con su respectivo etiquetado (Anexo 4)
Almacenamiento	6	3-6 meses	Técnico NORTAMA	Se envía a almacén ubicado dentro del taller NORTAMA y se mantiene ahí para recolección y transporte (Act. 8) o en su caso valorización (Act. 7)
Valorización	7	1 día	Gerente Administrativo NORTAMA	¿Se puede aprovechar o reutilizar para fines prácticos de demostración? Si: se aparta y se cambia la información del etiquetado No: se mantiene almacenado (Act. 6) y sigue en Act. 8
Recolección y Transporte	8	1-2 días	Gerente Administrativo NORTAMA	Con periodicidad establecida en la calendarización del plan de manejo, mediante vehículo propio de la empresa
Disposición final	9	1 día	Dirección Obras Publicas de Altamira	Recibe como material de donación para su procesamiento y utilidad en el departamento de construcción y coordinación de maquinaria

Nota. Elaboración propia (2024).

cionadas en la NOM-052-SEMARNAT-2005 (2006) y en el Reglamento de Prevención Integral de los residuos de manejo especial para el estado de Tamaulipas (2013), desde su generación hasta su disposición final en Obras Públicas de Altamira como material de donación.

Dicho procedimiento se presenta a continuación en línea temporal para cada etapa y descripción de actividades o trabajos a ejecutar en cada una de estas.

Como se puede observar en el diagrama de flujo anterior y en el cronograma de actividades, la disposición final propuesta refiere al Departamento de Obras Públicas de Altamira, dado que, después de una búsqueda de campo y con apoyo del Departamento de Protección Civil de Altamira, no se encontraron dentro de la zona centros de acopio de este residuo para su tratamiento y reciclaje como fertilizante. Sin embargo, la Dirección de Obras Públicas del Municipio de Altamira se encuentra receptiva a la innovación de procedimientos con este material de residuos, aceptando el material como donación para la Coordinación de Maquinaria, utilizado en trabajos de relleno en mezcla con material asfáltico, y en el Departamento de Construcción como agregado en mezclas de trabajos con mortero.

Con el sitio seleccionado para la disposición final del residuo, como lo indica el Reglamento de Prevención Integral de los Residuos de Manejo Especial para el estado de Tamaulipas (2013), y con los datos volumétricos de entradas de residuos al almacén, la calendarización de la recolección y transporte para su disposición final se repartió en tres ciclos completos y constantes a lo largo de un año, proponiendo estos días de recolección en el mes inmediato posterior a los tres meses más altos en volumen de entrada al almacén (junio, septiembre y diciembre). La propuesta resultante se presenta de la siguiente manera:

Factores para considerar obtenidos de entrevista personal:

- Temporada alta son los meses de mayo, agosto y septiembre
- Días laborales de lunes a viernes
- No se laboran los días feriados por ley en el año
- No se laboran los Jueves ni Viernes Santo
- No se labora 24 y 30 de diciembre

TÍTULO DEL PROYECTO	PROGRAMA DE RECOLECCIÓN DEL PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS PQS
NOMBRE DE LA EMPRESA	GRUPO MERCANTIL NORTAMA S.A. DE C.V

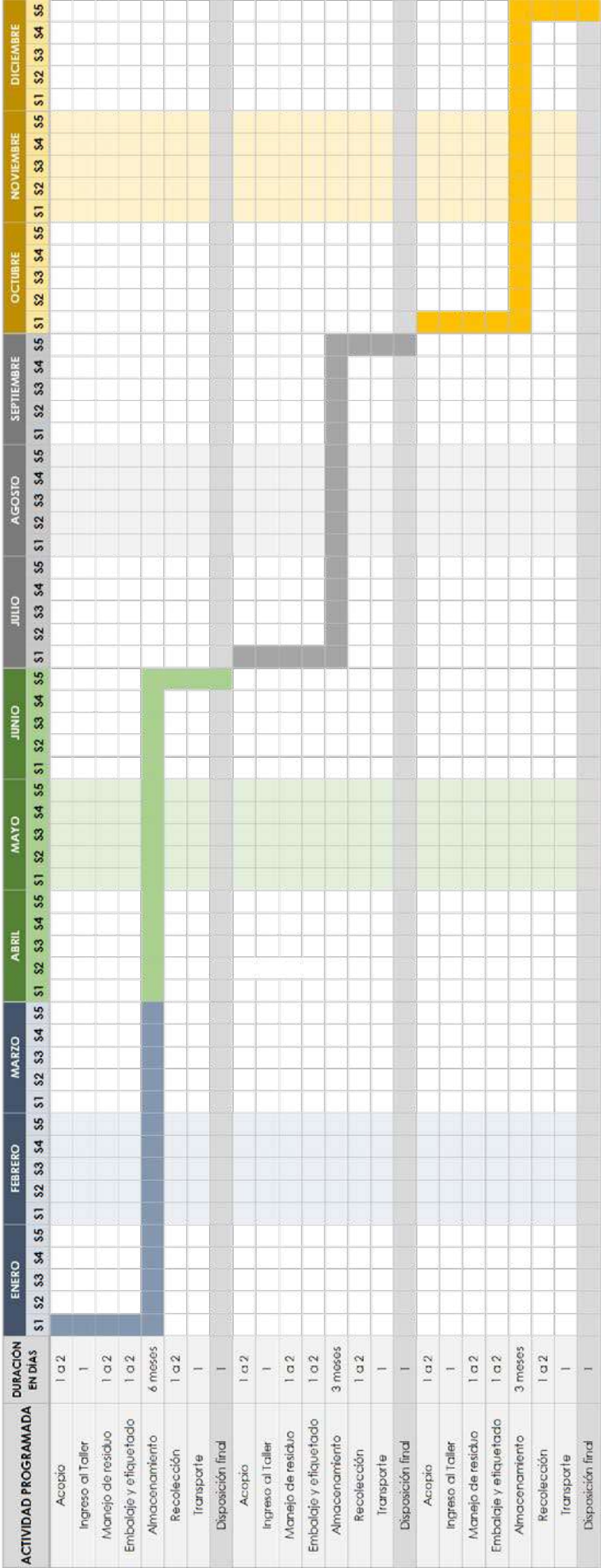


Figura 4. Calendarización anual de ciclos de recolección de residuos PQS en Grupo Mercantil NORTAMA S.A. de C.V.
Fuente. Elaboración propia, (2024).

Conclusiones

La propuesta de este proyecto contribuye a garantizar un manejo ecológicamente responsable hasta el sitio de disposición final y, de acuerdo con el proceso metodológico aplicado (Schmelkes & Elizondo Schmelkes, 2010), y desglosando cada uno de los objetivos cumplidos en este estudio, se pueden extraer las siguientes consideraciones:

a) De acuerdo con el diagnóstico, la problemática de la empresa es un mal manejo de residuos, provocando actualmente una saturación en almacén, lo que lleva a la necesidad de una gestión de residuos con enfoque ambiental (ISO 11602-2:2005, n.d.), así como de sistemas de información para dirigir a la empresa a una transformación digital y operativa (Proaño Castro *et al.*, 2018).

b) Coincidiendo con diversos autores en la bibliografía consultada y considerando los estudios científicos que comprueban que el polvo químico seco no cambia sus propiedades físico-químicas, este estudio mantiene la postura de que no es necesario reemplazar el PQS cada año según la normatividad vigente, por lo que su reutilización para la misma actividad es permitida en diferentes países (NFPA 10, 2007). El polvo caduco de PQS tipo ABC no se considera un residuo peligroso; sin embargo, tiene restricciones en contacto personal (Beitland *et al.*, 2006) y en ambiente acuático. De acuerdo con el análisis estadístico realizado en este estudio, cumple las características de volumen de

generación para proponer un plan de manejo especial con destino final para su aprovechamiento como reciclaje, según criterios de la SEMARNAT.

Se ha diseñado un plan de manejo responsable y efectivo en cada una de sus etapas, proponiendo al Departamento de Obras Públicas de Altamira como lugar idóneo de disposición final, donde será aprovechado para realizar pastas y morteros, agregado fino para asfalto, así como material de relleno en la motoconformación de vialidades. Así pues, se da cumplimiento al objetivo general de este proyecto.

Consecuente a este proyecto, se abre la posibilidad de desarrollar investigación experimental en laboratorio para analizar el comportamiento del agregado en los procedimientos de construcción propuestos para la disposición final del residuo de PQS, así como dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿Cuál es el costo de reciclar PQS tipo ABC?, ¿hay suficiente demanda del producto ya reciclado? y ¿es rentable un negocio de reciclaje de este producto en la zona sur de Tamaulipas? Asimismo, se abre la posibilidad de expandir la propuesta de reciclaje del mismo producto en la zona conurbada, es decir, proponer sitios de disposición final en los ayuntamientos de las ciudades de Madero y Tampico, así como optimizar las rutas de recolección y transporte para minimizar distancias y, a su vez, consumo de combustible en beneficio de la empresa (Alvarado Ávila *et al.*, 2020).

Referencias

- Aguirre González, D., & Tigre Sánchez, M. (2023). Sistemas de información gerencial para toma de decisiones en pymes de turismo de la ciudad La Troncal (Management information systems for decision-making in tourism SMEs in the city of La Troncal). *Universidad y Sociedad*, 15(3), 254–262. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/3744>
- Alvarado Ávila, M. I., Toledo-Carrillo, E., & Dutta, J. (2020). Improved chlorate production with platinum nanoparticles deposited on fluorinated activated carbon cloth electrodes. *Cleaner Engineering and Technology*, 1, 100016. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2020.100016>
- Arcos Serrano, M.E., & Izcapa Treviño, C. (2003). *Identificación de peligros por almacenamiento de sustancias químicas en industrias de alto riesgo en México (Informe técnico)* [Hazard identification for chemical storage in high-risk industries in Mexico (Technical Report)]. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). <https://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/23-INFORMETCNICOIDENTIFICACINDEPELIGROSPORALMACENAMIENTODESUSTANCIASQUIMICASININDUSTRIASDEALTORIESGOENMXICO.PDF>
- Arias-Odón, F.G. (2012). *El proyecto de Investigación* (6a ed.) [The Research Project (6th ed.)]. EDITORIAL EPISTEME. <https://www.researchgate.net/publication/301894369>
- Arrieta Jiménez, V., Cervantes Borrero, Y.E., De la Cruz Lara, L.M., & López Cadena, D.M. (2021). La importancia del diagnóstico estratégico en las organizaciones (The importance of strategic diagnosis in organizations). *ECONÓMICAS CUC*, 42(2), 243–254. <https://doi.org/10.17981/econ-cuc.42.2.2021.ensy.1>
- Asociación de Normalización y Certificación, A.C. (2022). *Declaratoria de vigencia de la norma mexicana NMX-J-615-103-ANCE-2022. Transformadores de medida—Parte 103: Uso de transformadores de medida para la medición de la calidad de la energía* (Declaration of validity of the Mexican standard NMX-J-615-103-ANCE-2022. Instrument transformers—Part 103: Use of instrument transformers for power quality measurement)
- . [Plataforma Integral de Normalización]. <https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nmx-j-615-103-ance-2022/>

- Beitland, S., Stokland, O., Skaug, V., Skogstad, A., & Klingenberg, O. (2006). Inhalation of fire extinguisher powder. *European Journal of Trauma*, 32(3), 286–291. <https://doi.org/10.1007/s00068-006-6052-y>
- Botta, N.A. (2010). Los agentes extintores. Los polvos químicos secos (Extinguishing agents. Dry chemical powders). Red Proteger. https://higieneysseguridadlaboralcv.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/12/23_los_agentes_extintores_los_pqs_1a_edicion_junio2010.pdf
- Cárdenas-Ferrer, T.M., Santos-Herrero, R.F., Contreras-Moya, A.M., Rosa Domínguez, E. R., & Domínguez-Núñez, J. (2019). Propuesta metodológica para el sistema de gestión de los residuos sólidos urbanos en Villa Clara (Methodological proposal for the urban solid waste management system in Villa Clara). *Tecnología Química*, 39(2), 471–488. <https://dspace.uclv.edu.cu/items/7c69c3f5-cae3-434d-be6a-ab80d89c6b7e>
- Carranza-Bautista, H.D. (2019). *Diagnóstico de la gestión de residuos peligrosos en agencias automotrices de la Ciudad de México* (Diagnosis of hazardous waste management in automotive agencies in Mexico City) [Tesis de Grado Universidad Autónoma del Estado de Morelos]. <http://riaa.uaem.mx/handle/20.500.12055/2213>
- Cedeño Troya, F.H., & Villagómez Navarrete, S. (2023). Sistema de información gerencial para mejorar la competitividad en las PYMES del sector textil (Management information system to improve competitiveness in SMEs in the textile sector). *Revista Científica Ciencia y Tecnología*, 23(40), 53-64. https://www.researchgate.net/publication/375151936_Sistema_de_informacion_gerencia_para_mejorar_la_competitividad_en_las_PYMES_del_sector_textil
- Cifuentes, C., & Iglesias, S. (2008). Gestión ambiental de residuos sólidos hospitalarios del Hospital Cayetano Heredia (Environmental management of solid wastes in Cayetano Heredia Hospital). *Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG*, 11(22), 7–12. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/414/354>
- Cisneros-Cacedo, A.J., Urdánigo-Cedeño, J.J., Guevara-García, A.F., & Garcés-Bravo, J.E. (2022). Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos que apoyan a la Investigación Científica en tiempo de Pandemia (Techniques and Instruments for Data Collection that Support Scientific Research in Times of Pandemic). *Revista Dominio de las Ciencias*, 8(1), 1165–1185. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8383508>
- Gobierno del Estado de Tamaulipas. Código para el Desarrollo Sustentable del Estado de Tamaulipas (2008, junio 5)(Code for Sustainable Development of the State of Tamaulipas)(Versión con reformas al 25 de octubre de 2023). Periódico Oficial del Estado de Tamaulipas. https://po.tamaulipas.gob.mx/wp-content/uploads/2023/10/Codigo_Development_Sustentable.pdf
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2022, abril). Certificado Kidde: Polvo químico seco verde-naranja [Certificado].
- Cordova Meza, C.C. (2018). *Aplicación del estudio de trabajo para mejorar la productividad del área de recarga de extintores PQS de ABC RENTA SAC, Lima-2018* (Application of work study to improve the productivity of the PQS fire extinguisher recharging area of ABC RENTA SAC, Lima-2018) [Tesis de Grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/32344>
- Departamento Administrativo de la Defensoría del Espacio Público (DADEP). (2025). Plan de gestión integral de residuos peligrosos (RESPEL) (Código 127-PPPGR-03, versión 3)[Comprehensive Hazardous Waste Management Plan (RESPEL)] (Code 127-PPPGR-03, version 3). <https://www.dadep.gov.co/sites/default/files/planeacion/2025-03/127-pppgr-03-v3-respel-2025.pdf>
- Devia, J.E. (2001). La investigación y el desarrollo de productos químicos (Chemical research and development). *Revista Universidad Eafit*, 122, 47–58. <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/991/892>
- Dirección de Ecología y Medio Ambiente. (2017). *Informe Mensual* (Monthly Report)(1 de octubre-31 de diciembre). Gobierno Municipal de Altamira. <https://www.altamira.gob.mx/transp/informes-obligados/Informe%20trimestral%20oct-dic-17.pdf>
- Durán Martínez, R., Gómez Gonçalves, A., & Sánchez Sánchez, M.E. (2017). *Guía didáctica para la elaboración de un TRABAJO ACADÉMICO* (1a ed.) [Teaching guide for the preparation of an ACADEMIC WORK (1st ed.)]. Iberoprinter.
- EXTIN-FLAM. (2024). Unidad móvil cargada con polvo químico seco tipo ABC. Línea EXTIN-PQS (Mobile unit loaded with ABC dry chemical powder. EXTINGUISHING-PQS line). <https://extin-flam.com.mx/wp-content/uploads/2025/01/C016C01.pdf>
- Fernández, M.T. (2007). Fósforo: amigo o enemigo (Phosphorus: friend or foe). *ICIDCA. Sobre Los Derivados de La Caña de Azúcar*, XLI(2), 51–57. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223114970009>
- Ferronato, N., & Torretta, V. (2019). Waste mismanagement in developing countries: A review of global issues. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(6), 1060. <https://doi.org/10.3390/ijerph16061060>
- Figueroa Jiménez, M.W. (2017). *Análisis de riesgos ambientales asociados con las actividades productivas de la empresa línea de Fuego y Extintores LTDA* (Environmental risk analysis associated with the productive activities of the company Línea de Fuego y Extintores LTDA)[Tesis de Grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <http://hdl.handle.net/11349/6630>
- Fire Fox, S.L. (2015). Ficha técnica No. 13-1 / Rev. 1: Datos de seguridad polvo ABC (Ficha de datos de seguridad). Fire Fox, S.L. (Technical Data Sheet No. 13-1 / Rev. 1: Safety Data Sheet for ABC Powder (Safety Data Sheet). Fire Fox, S.L.). Departamento Técnico. <https://www.firefox.es/files/FDS-POLVO-ABC-FIRE-FOX-POWDER-40-ALTA-EFICACIA.pdf>
- Flores, J. (2021). Plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos (Comprehensive environmental management plan for solid waste). *Revista Boliviana de Administración*, 3(2), 55–62. <https://doi.org/10.33996/reba.v3i2.5>

- Fontalvo Delgado, W.A. (2023). *Sistema Inteligente de Ruteo* (Intelligent Routing System). Universidad de los Andes.
- Garbin, W.F. (2018). *Ficha de datos de seguridad: Extinguidor de fuego químico seco ABC 555* (Safety Data Sheet: ABC 555 Dry Chemical Fire Extinguisher).
- Amerex Corporation. <https://www.amerex-fire.com/upl/downloads/safety-data-sheets/spanish/abc-f15-f18-ch550-3f691113.pdf>
- Hernández Casas, D.S. (2017). *Formulación del plan de manejo integral de residuos sólidos para la empresa Línea de Fuego y Extintores Ltda* (Formulation of the comprehensive solid waste management plan for the company Línea de Fuego y Extintores Ltda) [Tesis de Grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. <http://hdl.handle.net/11349/6652>
- Hernández Mielles, C. (2019). Inhalatory injury complicated by the use of chemical fire extinguisher powder and solutions. *Revista Argentina de Quemaduras*. <https://raq.fundacionbenaim.org.ar/lesion-inhalatoria-complicada-por-el-uso-de-polvo-quimico-de-matafuegos-y-soluciones/>
- Huilocapi, S. I., & Gallegos, D. N. (2020). Importancia del diagnóstico situacional de la empresa (Importance of the situational diagnosis of the company). *Revista Espacios*, 41(40), 11–23. <https://www.revistaespacios.com/a20v41n40/a20v41n40p02.pdf>
- Instituto Metropolitano de Planeación del Sur de Tamaulipas (IMEPLAN) (2019). *Programa Metropolitano de Ordenamiento Territorial Altamira–Ciudad Madero–Tampico, Estado de Tamaulipas 2019*. Gobierno del Estado de Tamaulipas. https://www.tamaulipas.gob.mx/datosabiertos/wp-content/blogs.dir/49/files_mf/1601647703PMOTACTUALIZACI%C3%93N2019.pdf
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2016, noviembre 3). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave, de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde* (Report on the State of the Environment in Mexico. Compendium of Environmental Statistics. Key Indicators, Environmental Performance and Green Growth)(Edición 2015). <https://www.gob.mx/inecc/documentos/informe-de-la-situacion-del-medio-ambiente-en-mexico-compendio-de-estadisticas-ambientales-indicadores-clave-de-desempeno-ambiental-y-de-crecimiento-verde-edicion-2015>
- International Organization for Standardization. (2010). ISO/TS 11602-2:2010. Fire protection — Portable and wheeled fire extinguishers — Part 2: Inspection and maintenance. <https://www.iso.org/standard/44783.html>
- Izquierdo Morán, A.M., Viteri Intriago, D.A., Baque Villanueva, L.K., & Zambrano Navarrete, S.A. (2020). Estrategias de marketing para la comercialización de producto biodegradables de aseo y limpieza de la empresa Quibisa (Marketing strategies for the commercialization of biodegradable cleaning products from the quibisa company). *Revista Universidad y Sociedad*, 12(4), 399–406. https://www.researchgate.net/publication/354371669_Estrategias_de_marketing_para_la_comercializacion_de_producto_biodegradables_de_aseo_y_limpieza_de_la_empresa_Quibisa
- Jaque-Puca, D., Muyulema-Allaica, J., Jarrin-Castro, S., & Pucha-Medina, P. (2023). Estrategias de la Cultura Organizacional en el Sistema de Gestión de Calidad de las Empresas Industriales (Organizational Culture Strategies in the Quality Management System of Industrial Companies). *593 Digital Publisher CEIT*, 8(5), 853–873. <https://doi.org/10.33386/593dp.2023.5.2060>
- Jiliberto Herrera, R. J., & Bonilla Madriñán, M. B. (2009). *Guía de evaluación ambiental estratégica* (Strategic Environmental Assessment Guide). CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/3734-guia-evaluacion-ambiental-estrategica>
- Larios Rico, M.F., Ariza Orozco, V.E., Zuleta Mejía, M.J., & Londoño Lara, L. (2022). *Huella de carbono institucional como indicador de sostenibilidad en la Universidad de la Costa-CUC* (Institutional carbon footprint as a sustainability indicator at the University of the Coast-CUC). Corporación Universidad de la Costa. <https://hdl.handle.net/11323/9132>
- Luyo Arce, J.L. (2020). *Propuesta de un plan de manejo de residuos de construcción y demolición (RCD) para un mejor reaprovechamiento en la empresa Cajas Ecológicas S.A.C.* [Proposal for a construction and demolition waste (CDW) management plan for better reuse at the company Cajas Ecológicas S.A.C.] [Tesis de Grado, Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur]. <https://repositorio.untels.edu.pe/handle/20.500.14717/622>
- Martínez Buitrago, S.Y., & Romero Coca, J.A. (2017). Revisión del estado actual de la industria de las curtiembres en sus procesos y productos: un análisis de su competitividad (Review of the current state of the tanning industry in its processes and products: an analysis of its competitiveness). *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 26(1), 113–124. <https://doi.org/10.18359/rfce.2357>
- Monserate Valerezo, J.A. (2016). *Evaluación de los impactos ambientales que se generan en el mantenimiento y recarga de extintores* (Assessment of the environmental impacts generated in the maintenance and recharging of fire extinguishers) [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil]. <https://redi.cedia.edu.ec/document/230510>
- Morera-Carballo, M. (2022). Los Sistemas de Información Gerencial y su evolución hacia la Cuarta Revolución (Management Information Systems and their evolution towards the Fourth Industrial Revolution). *Revista Nacional de Administración*, 13(1). <https://doi.org/10.22458/rna.v13i1.4236>
- Mufarregge, T., Martín Galíndez, V., Zeballos, L.J., & Marcovecchio, M.G. (2023). Estrategia de resolución del problema de ruteo de vehículos aplicado a la recolección y transporte de residuos patológicos generados en establecimientos de salud (Strategy for solving the vehicle routing problem applied to the collection and transport of pathological waste generated in health establishments). *JAIIO, Jornadas Argentinas de Informática*, 9(15), 47–59. <https://revistas.unlp.edu.ar/JAIIO/article/view/18156>
- Muje Céspedes, E.F. (2019). *Aplicación de la metodología 5S para mejorar la productividad en la recarga de extintores en la empresa Extintores Coimser S.A.C. Callao 2019* (Application of the 5S

- methodology to improve productivity in the recharging of fire extinguishers at the company Extintores Coimser S.A.C. Callao 2019) [Tesis de Grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/54671>
- Naciones Unidas (2023). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2023: alianzas y cooperación por el agua* (The United Nations World Water Development Report 2023: partnerships and cooperation for water). UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386807>
- National Fire Protection Association. (2007). *NFPA 10: Standard for portable fire extinguishers* (Ed. 2007). <https://norm.ieclist.ink/nfpa/NFPA%2010-2007%20PDF.pdf>
- Notario Acosta, S.T. (2022). *Propuesta de plan de manejo de residuos peligrosos generados en el Centro de Investigación de Ingenierías y Ciencias Aplicadas (CIICAp) de la UAEM* [Proposed plan for the management of hazardous waste generated at the Center for Research in Engineering and Applied Sciences (CIICAp) of the UAEM] [Tesis de Grado, Universidad Autónoma del Estado de Morelos]. <http://riaa.uaem.mx/handle/20.500.12055/2483>
- Ortiz Novoa, J.C., Trujillo Vega, M.N., & Zapata Castro, J.A. (2023). *Evaluación de la viabilidad técnica, social y financiera para desarrollo de una idea de negocio a partir de la producción y comercialización de un filtro lento de arena para la potabilización del agua en el departamento del Meta* (Evaluation of the technical, social and financial feasibility for the development of a business idea based on the production and marketing of a slow sand filter for water purification in the department of Meta) [Tesis de grado, Universidad Cooperativa de Colombia]. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/48859>
- Prada, R., & Ocampo, P. (2017). Manejo de residuos industriales y la logística verde en el sector de lípidos (Industrial waste management and green logistics in the lipid sector). *Revista de Tecnología*, 16(1), 33–46. <https://revistas.unbosque.edu.co/index.php/RevTec/article/view/2314/1746>
- Proaño Castro, M.F., Orellana Contreras, S.Y., & Martillo Pazmiño, I.O. (2018). Los sistemas de información y su importancia en la transformación digital de la empresa actual (Information systems and their importance in the digital transformation of today's business). *Espacios*, 39(45), 3. <https://www.revistaespacios.com/a18v39n45/a18v39n45p03.pdf>
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (General Law for the Prevention and Comprehensive Management of Waste). (2003, octubre 8). Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada DOF 22/5/2015. <https://www.gob.mx/profepa/documentos/ley-general-para-la-prevencion-y-gestion-integral-de-los-residuos-62914>
- Rosas Echevaría, C.W., Alvarado Vara, D.H., Bocánel Weidert, G.A., Tolentino, I.E., & Ortiz Jara, L. (2021). *Investigación de operaciones* (Operations research). Biblioteca Nacional del Perú.
- Salazar, J., Mora, N., Romero, W., & Ollague, J. (2020). Diagnóstico de la aplicación del ciclo PHVA según la ISO 9001:2015 en la empresa INCARPALM (Diagnosis of the application of the PDCA cycle according to ISO 9001:2015 in the company INCARPALM). 593 *Digital Publisher CEIT*, 5(6–1), 459–472. <https://doi.org/10.33386/593dp.2020.6-1.440>
- Schmelkes, C., & Elizondo Schmelks, N. (2010). *Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación* (Manual for the presentation of preliminary projects and research reports). (3a ed.). Oxford University Press.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2006, junio 23). NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos (Norma Oficial Mexicana) [NOM-052-SEMARNAT-2005, Which establishes the characteristics, the identification procedure, classification and the lists of hazardous waste (Official Mexican Standard)]. Diario Oficial de la Federación. https://residuos peligrosos.mx/wp-content/uploads/2017/02/nom052_semarnat.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2013). NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo (NOM-161-SEMARNAT-2011, which establishes the criteria for classifying special handling waste and determining which are subject to a Management Plan; the list thereof, the procedure for inclusion or exclusion from said list; as well as the elements and procedures for the formulation of management plans). Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/5029/semarnat11_C/semarnat11_C.html
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2022, diciembre 9). Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial 2022-2024 (PNPGIRME 2022-2024) [National Program for the Prevention and Comprehensive Management of Special Handling Waste 2022-2024 (PNPGIRME 2022-2024)]. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5673815&fecha=09/12/2022#gsc.tab=0
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2002, abril 17). NOM-104-STPS-2001, Agentes extinguidores — Polvo químico seco tipo ABC a base de fosfato monoamónico (NOM-104-STPS-2001, Extinguishing agents — Dry chemical powder type ABC based on monoammonium phosphate). Diario Oficial de la Federación. <https://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-104.pdf>
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2015, octubre 9). NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo (NOM-018-STPS-2015, Harmonized system for the identification and com-

- munication of hazards and risks from hazardous chemicals in the workplace). Diario Oficial de la Federación. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/mex159405.pdf>
- Serna, J.C., Villamizar-Jaimes, A., & Vallejo, S.L. (2024). Economic model of an information security framework implementation for Colombian organizations. *Aibi. Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*, 12(2), 41–48. <https://doi.org/10.15649/2346030X.3669>
- TOMCOMPANY. (2016, noviembre). *Ficha técnica MAP 11-52-00* (Technical data sheet MAP 11-52-00). http://www.tomcompany.com.mx/fichas_tecnicas/TOM-06_FOSFATO_MONOAM%C3%93NICO.pdf
- UNESCO Office Montevideo and Regional Bureau for Science in Latin America and the Caribbean. (2020). La seguridad hídrica y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Manual de capacitación para tomadores de decisión (Water security and the Sustainable Development Goals: A training manual for decision-makers) (Documento técnico N.º 42). UNESCO. <https://repositorio.mimp.gob.pe/handle/123456789/2056>
- Vargas Encalada, E., Rengifo Lozano, R., Guizado Oscoco, F., & Sánchez Aguirre, F. (2019). Sistemas de información como herramienta para reorganizar procesos de manufactura (Information systems as a tool for reorganizing manufacturing processes). *Revista Venezolana de Gerencia*, 24(85), 270–283. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29058864015>
- Zorrilla, C. (2016). Seguridad, responsabilidad social y competencia justa puntos clave para los cambios en la NOM 154 (Safety, social responsibility and fair competition are key points for the changes in NOM 154). *Revista Contra Incendio*, 5, 40–44. https://issuu.com/revistacontraincendiomexico/docs/revista_cifeb_mar16
- Zoho Corporation. (2023). *Zoho Analytics. Plataforma de análisis y BI de autoservicio potenciada con IAVE de los datos a la información en cuestión de minutos* (Zoho Analytics. Self-service analytics and BI platform powered by IAVE: from data to insights in minutes). <https://www.zoho.com/es-xl/analytics/>

Trascendencia de la IA en el diseño de mensajes, objetos y espacios

Luz del Carmen Alicia Vilchis Esquivel¹

Resumen

El diseño es una de las disciplinas más importantes en el desarrollo de la civilización. Sin importar el contexto, la configuración de mensajes, objetos y espacios es algo de lo que los seres humanos no pueden prescindir. Para la evolución del diseño y lo diseñado, la tecnología ha sido importante para la reproducción, precisión y eficiencia temporal de los procesos proyectuales. La introducción de los recursos digitales en el diseño fue significativa para instrumentar una estilística diferente, optimizar fases del diseño y obtener mensajes, objetos y espacios con una mayor calidad, en beneficio de la sociedad y de los perceptores, usuarios o habitantes. En la actualidad, la inteligencia artificial supone un reto para los estudiosos y profesionales del diseño, en virtud de que pareciera resolver lo diseñado sin necesidad de la intervención de las mentes creativas. El objetivo de esta investigación es analizar la paradoja más importante que media las aportaciones de la inteligencia artificial para el diseño y su impacto en el desarrollo de profesionales del diseño de mensajes, objetos y espacios. La base metodológica es el modelo dialéctico-dialógico para abarcar objetividades, subjetividades e intersubjetividades de la temática. Las consideraciones finales enfocan la importancia de los fundamentos disciplinarios y los aspectos éticos en la aplicación de los recursos de la inteligencia artificial.

Palabras clave: diseño, diseñado, diseñador, inteligencia artificial, mensajes, objetos, espacios, paradojas.

Cómo citar: Vilchis, L. (2026). Trascendencia de la IA en el diseño de mensajes, objetos y espacios. En Calles, M., Hernández, E., Altamira, J. (Eds.). *Mujeres que transforman conocimiento. Innovación educativa e investigación interdisciplinaria para la sostenibilidad*. High Rate Consulting. <https://doi.org/10.38202/mujerestransf13>

1. <https://orcid.org/0000-0002-4180-4764>, linusviel@gmail.com | Facultad de Artes y Diseño, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México.

The impact of ai in the design of messages, objects, and spaces

Abstract

Design is one of the most important disciplines in the development of civilization. Regardless of the context, the configuration of messages, objects, and spaces is something that human beings cannot do without. For the evolution of design and what is designed, technology has been crucial for the reproduction, precision, and temporal efficiency of design processes. The introduction of digital resources into design was significant for implementing a different stylistic approach, optimizing design phases, and obtaining higher-quality messages, objects, and spaces for the benefit of society and its perceivers, users, or inhabitants. Currently, artificial intelligence poses a challenge for design scholars and professionals because it seems to solve design problems without the need for the intervention of creative minds. The objective of this research is to analyze the most important paradox mediated by the contributions of artificial intelligence to design and its impact on the development of professionals in the design of messages, objects, and spaces. The methodological basis is the dialectical-dialogical model to encompass the objectivities, subjectivities, and intersubjectivities of the subject matter. The final considerations focus on the importance of disciplinary foundations and ethical aspects in the application of artificial intelligence resources.

Keywords: design, designed, designer, artificial intelligence, messages, objects, spaces, paradoxes.

Introducción

La inteligencia artificial es un conjunto de recursos que, con base en algoritmos, llevan a cabo analogías digitales con las habilidades y capacidades de los seres humanos. En una taxonomía breve sobre las posibilidades actuales de las máquinas o dispositivos que despliegan la inteligencia artificial se encuentran la inteligencia artificial específica (ANI), la cual responde a acciones predeterminadas, programadas para dar respuestas inmediatas sin generar conocimiento; esto sucede, por ejemplo, con las plataformas que presentan recomendaciones de contenido o con los denominados “vehículos autónomos”, pues contienen sensores que desempeñan tareas puntuales, como mostrar al conductor el espacio disponible para estacionarse. Después está la inteligencia artificial general (AGI), enfocada en el desarrollo de tareas y que, mediante la interacción con los seres humanos, suma experiencias y enriquece sus posibilidades. Por último, se habla de la súper inteligencia artificial (ASI), entendida como una visión utópica en la cual se excede toda racionalización, desplegando autoconciencia. Lo cierto es que, en la actualidad, ninguna de estas modalidades tiene una cabal comprensión de emociones, sentimientos o deseos; estas experiencias continúan definiendo el yo de los seres humanos.

Ahora bien, en los años recientes, la inteligencia artificial ha causado enorme revuelo dentro de la sociedad, pues se le considera una amenaza para la fuerza laboral; no obstante, lo cierto es que la humanidad lleva tiempo conviviendo con estos sistemas expertos. Se pueden considerar antecedentes de las formas lógicas las propuestas aristotéticas, euclidianas, los algoritmos de al-Juarismi o las disertaciones sobre la máquina de pensar de Ramón Llull en el siglo XIV. Además, se deben añadir las contribuciones de Hobbes, Descartes o Leibniz en sus diversas propuestas sobre sistemas formales.

Leibniz se refiere a un lenguaje universal, basado sobre todo en el simbolismo y reglas combinatorias, que representaría el “verdadero alfabeto del pensamiento humano” –quizás las ideas innatas–, y con el que sería factible razonar y mostrar todas las posibles relaciones de los conceptos entre sí. La utilidad de este lenguaje, además de su universalidad, radicaría en la posibilidad de eliminar las controversias en ciencia, filosofía y religión: razonar no sería más que calcular. Una de las fuentes de Leibniz en esta cuestión es el Ars Magna, de Ramon Llull, obra a la que, a los 20 años, dedicó un estudio crítico: Disserta-

tio de arte combinatoria (1666); posteriormente publicó Elementa characteristicae universalis (1678) (Cortés & Martínez-Riu, 2025).

De esta manera, observamos una larga trayectoria de este tipo de propuestas, destacando la de Alan Turing, durante 1950, considerado el padre de la informática, quien afirmaba:

Creo que en alrededor de cincuenta años será posible programar un computador, con una capacidad de memoria de 109 para que participe en el Juego de la Imitación [...]. Creo que la pregunta original, ¿pueden las máquinas pensar?, es demasiado absurda para seguir analizándola. No obstante, pienso que a finales de este siglo las ideas de la gente ilustrada y el uso de las palabras habrán cambiado de manera tal que uno será capaz de hablar de máquinas que piensan sin incurrir en contradicción alguna (p. 49).

Entendamos que Turing se refería a “pensamiento”, no a “inteligencia”; él en realidad, nunca llevó a cabo una propuesta donde se incluyera dicho término. Asimismo, la prueba de Turing nunca expuso “condiciones necesarias o suficientes para la inteligencia” (González, 2007, p. 51). De hecho, la idea de “inteligencia artificial” no es mencionada hasta mediados del siglo XX; en su lugar, se utilizaban los términos: “agentes con capacidad de aprendizaje” o “redes neuronales”.

Recién en 1956 fue cuando Minsky y McCarthy emplean por primera vez el campo de la inteligencia artificial.

Celebrado en el verano de 1956, el Proyecto de Investigación de Verano de Dartmouth sobre Inteligencia Artificial reunió a algunas de las mentes más brillantes de la informática y las ciencias cognitivas, y se considera el fundador de la inteligencia artificial (IA) como campo. A principios de la década de 1950, el campo de las “máquinas pensantes” recibió diversos nombres, desde cibernética hasta teoría de autómatas y procesamiento complejo de información (Dataiku, 2021)

Desde ahí siguen décadas de historia, de errores y aciertos, hasta los albores del siglo XXI, en donde se empiezan a consolidar las redes de datos, destacando Google en 2008 por su capacidad para la recopilación de datos y el reconocimiento de patrones de búsqueda.

Contextualización teórica

Bases de comprensión de la inteligencia artificial

Las tecnologías más extendidas actualmente en el mundo, en relación con la inteligencia artificial, son: el aprendizaje automático, el cual implica grandes cantidades de datos, y el aprendizaje profundo que, además de comprometer grandes cantidades de datos, conlleva las denominadas «redes neuronales». La inteligencia artificial es, entonces, el contenedor principal, en el que se encuentran dos subcampos: el aprendizaje artificial o machine learning (aprendizaje automático), y este, a su vez, encierra el aprendizaje profundo o deep learning (aprendizaje profundo).

De esta manera, entendemos la inteligencia artificial como una rama de la informática, en cuyo nicho se construyen sistemas que emulan la inteligencia humana en términos de aprender, tomar decisiones o resolver problemas, en lo que se involucra el tema de las redes neuronales. Según Brighton & Selina (2019), la inteligencia artificial se ha desarrollado entre la ciencia y la ingeniería y, a su vez, se puede dividir en IA débil, para la que los modelos son recursos útiles para comprender la mente, e IA fuerte o extrema, en la cual el modelo es una mente en sí, pues es capaz de imitar pensamientos, conciencia y emociones.

[...] Durante la última década se unieron la combinación de un poder de cómputo mucho mayor, técnicas de optimización y la disponibilidad de big data, que una nueva generación de algoritmos empezó a dominar. Ampliamente conocida como deep learning o aprendizaje profundo, es un subcampo del aprendizaje automático, esta segunda generación de algoritmos se basa en una versión simplificada de las redes neuronales (Nowotny, 2022, p. 57)

En este entramado, y dentro del ámbito del machine learning, se busca optimizar los algoritmos para generalizar comportamientos y aprender patrones conductuales para resolver problemas, aunque no se hayan programado; este es el aprendizaje automático, el cual se puede clasificar en tres rubros:

Aprendizaje supervisado, en donde se genera un modelo predictivo con base en datos de entrada y salida, etiquetados y clasificados previamente, conociendo así la categoría a la cual pertenecen.

Aprendizaje no supervisado, cuyos algoritmos se ajustan a un modelo predictivo en el que se

consideran únicamente los datos de entrada; éstos no se encuentran etiquetados ni clasificados.

Aprendizaje por refuerzo, desde donde se define un modelo buscando maximizar una recompensa obtenida después de una acción realizada, a su vez, por un agente dentro de un contexto determinado (Pina Navarro, 2022, p. 17)

Entre los dos primeros tipos de aprendizaje, las diferencias se encuentran tanto en el etiquetado como en la fuente de los datos. En el aprendizaje por refuerzo se sigue el modelo central de la psicología conductista, mientras que en los otros tipos de aprendizaje hay modelos más abiertos a la creación de sistemas inteligentes. El deep learning como tal destaca por el impacto que actualmente causa en la cotidianeidad de los seres humanos, así como en numerosas disciplinas. Aunado a ello, la denominada IA generativa también se destaca, pues tiene como objetivo la “creación” de contenidos originales en materia de imágenes, textos, audio, video, etc. La operación de dicha IA generativa se basa en el adiestramiento a través de la captación de datos, la adaptación permanente al acopio de información y la mejora de calidad con base en evaluaciones y reajustes. Lo interesante de esta modalidad es que los reajustes se consiguen gracias a la retroalimentación humana (RLHF).

En RLHF, los usuarios humanos responden al contenido generado con evaluaciones que el modelo puede utilizar para actualizar el modelo para una mayor precisión o relevancia. A menudo, en las RLHF hay personas que “asignan una calificación” a diferentes resultados en respuesta a la misma instrucción. Pero puede ser tan sencillo como hacer que la gente escriba o responda a un chatbot o asistente virtual, corrigiendo sus resultados (Stryker, & Scapicchio, 2024).

Lo anterior nos define, entonces, como conejillos de indias, pues contribuimos diariamente a la mejora de estos procesos en todas las acciones realizadas con las diversas aplicaciones de inteligencia artificial proporcionadas de manera gratuita o mediante los dispositivos que utilizamos cotidianamente. Así pues, participamos día tras día en el entrenamiento de la IA generativa, alimentando los datos gracias a los prompts (preguntas o instrucciones que reciben las aplicaciones de inteligencia artificial) y a las respuestas obtenidas.

Prolegómenos acerca del diseño

Diseño se dice en italiano disegno, en francés dessin y en inglés design, y en todos los casos es el nombre del correspondiente verbo hispano para diseñar y proviene del italiano disegnare, el que, a su vez, se deriva del latín designare: marcar, designar, dibujar. El diseño originalmente se consideró como la base de la arquitectura, escultura y pintura.

[Vasari señaló que] el término disegno suele traducirse por dibujo. Pero dibujo no comprende la riqueza significativa de la palabra italiana que lo entendía como expresión y declaración de un concepto, y de aquello que la mente ha imaginado y fabricado en una idea, diseño es la invención de cualquier cosa. El diseño se orienta hacia la satisfacción de necesidades que el hombre se plantea en su continuo proceso de adaptación según el ámbito físico, espiritual o intelectual. Vasari expresó el doble sentido de la noción de disegno que comprende la elaboración del concepto a partir de elementos múltiples y la expresión formal de dicha idea, “según la secuencia convencionalmente naturalista observación-idea-disegno [...] esta idea se trata de una noción interior, mental, elaborada a partir de la observación de los singulares” (Flusser, 2004, p. 128).

No obstante, el tiempo consolidaría el diseño como el basamento de la configuración de mensajes, objetos y espacios, entendiéndose como la disciplina proyectual orientada hacia la resolución de problemas vinculados a la visualidad; se identifica con la acción humana del cambio intencionado de la forma, resulta una praxis trascendente porque se origina en el propio agente y termina fuera de él; finalmente, es poiesis creativa, pues agrega al ser algo que no existía.

Diseño también es comunicación y, por ello, configura vínculos semánticos que la humanidad requiere para establecer un orden significativo con una definición material y expresiva: “tanto el pensamiento como la comunicación son procesos de semiosis, de significación, expresión e interpretación... el lenguaje es esencialmente un sistema de comunicación” (Conesa & Nubiola, 2002, p. 80).

El diseño es, entonces, un extenso territorio multidisciplinario asociado al progreso y la civilización, con una gran carga técnica y tecnológica, ya que su evolución ha tenido fuertes nexos con la concepción de la reproducción múltiple. Lo diseñado abarca tres grandes trayectorias: mensajes,

objetos y espacios, las cuales incluyen cualquier experiencia de la cotidianeidad de los individuos y las colectividades.

Un diseño, como ente social, incide en todo tipo de experiencias sensoriales sucedidas a los seres humanos y cuenta con una historia compleja cuyos matices obligan a profundas reflexiones sobre sus intrincadas condiciones de desarrollo, porque todas ellas tejen el sustrato con base en el cual las influencias del pensamiento estético y los momentos socioculturales se amalgaman en coincidencias que definen las colecciones de lo diseñado en cada una de las épocas de nuestro devenir visual, objetual y espacial, el cual en todo el mundo ha sufrido épocas de transición y ajuste a nuevas modalidades, abriendo lentamente las puertas para establecerse como una disciplina (Frascara, 2006, p. 37).

Ahora bien, lo expresado no puede soslayar una forma de pensar, concebir y conceptuar la disciplina, marcando líneas de conocimiento, definición, clasificación y comprensión, todas ellas indicadores fundamentales para cualquier investigador que percibe frente a sí información vasta y diversa, ante la cual se han de tomar decisiones para registrar y recopilar los aspectos, momentos y ejemplos significativos. La organización del signo en lo diseñado tiene un carácter paradigmático, opera sobre espacios jerarquizados, dispone de signos ordenados en repertorios identificados y categorizados en códigos diversos, cuya percepción debe ser descifrada por los diseñadores dentro del marco de los procesos proyectuales.

Así pues, al lenguaje visual le es propia una gramática visual, objetual o espacial, misma que describe los componentes de lo diseñado, desde las unidades mínimas hasta su estructura y las relaciones particulares de ésta para construir los diversos discursos. En esta gramática, la articulación designa toda forma de organización de significantes y significados para configurar unidades de sentido cuyo sustento son las posibilidades sintácticas de la forma y sus interrelaciones. Es así como en diseño se habla de alfabetidad visual, bases de articulación y estructuras formales o conceptuales, así como grados de iconicidad y figuratividad.

Todo lo diseñado acude a códigos morfológicos, cromáticos, tipográficos, fotográficos, videográficos y audiográficos que, desde maneras complejas de composición, organizan textos y discursos visuales, objetuales y espaciales. De este modo, el texto tiene una autonomía semántica; su significación depende del público, parte de su sentido y es la apertura a múltiples lecturas e interpretaciones. Los textos de la visualidad están constituidos por una semiosis infinita que explota las diferentes sin-

taxis figurativas, obedeciendo a múltiples reglas de constitución, tales como: confrontación de diversos dominios, presencia como mediaciones, modos interpretativos y formas de recepción.

El sentido, entonces, se entiende como vínculo entre sujeto, objeto y contexto, y se manifiesta como referencia obligada entre pensamiento y lenguaje. Captar el mundo del diseño está correlacionado con captar el sentido de mensajes, objetos o espacios; así pues, vincularse al sentido es fundamental para la asociación entre intencionalidad, representación y referencia. Por lo tanto, la noción de sentido se entiende como el conjunto de situaciones por las cuales un sujeto sensible conforma su pensamiento; es el modo de comprender algo, una finalidad, una dirección, y comprende la capacidad de interpretar o explicar algún acontecimiento.

En estos dominios se debe anotar cómo todo discurso de lo diseñado expresa un excedente de sentido que forma parte de su significado, pero también integra determinaciones del contexto. El sentido yace en la mediación y dicha mediación en lo diseñado es comprensible desde la visión analógica que, como toda producción cultural polisémica, vincula cualquier texto o discurso visual con el contexto; requiere mediar entre la equivocidad del excedente de sentido y la univocidad del sentido literal. El excedente de sentido es el incremento de significados que trascienden lo dicho por el texto visual; a su vez, provienen de los aspectos expresivos del texto, del contexto y del intérprete, y del proceso de reconocimiento, en donde se encuentran factores como las sensaciones, la transformación simplificadora de estas y los procesos cognitivos en los cuales intervienen la repetición y la memoria.

Cuando lo percibido se reconoce, se dan las condiciones de sentido de una lectura visual; es una forma de articulación; por ello, lo diseñado construye relacionamente su sentido, es un complejo de códigos cuya urdimbre tiene implicaciones sociales fuertes. De esta manera, el sentido se comprende como una dirección intencionada. Los recursos de la retórica han de contribuir a la unidad de texto y sentido, sintáctica, estructural y contextualmente. El discurso visual de mensajes, objetos y espacios no es literal, siempre significa y siempre evoca; sin embargo, la evocación nunca debe ser ambigua ni prestarse a indicios como la contradicción, discontinuidad, superfluidad, inverosimilitud e inconveniencia; su implicación ha de ser la que concierne tanto al diseño como a lo diseñado y al perceptor, usuario u ocupante.

Debemos comprender que la misma inteligencia artificial está basada en resultados de diseño,

pues tanto las máquinas como los dispositivos de entrada o salida de datos son objetos diseñados para resultados específicos. En sus sistemas de visualización hay imágenes con mensajes diseñados y son elementos que requieren de espacios operativos diseñados para su funcionamiento.

El planteamiento aquí expuesto radica en esa posibilidad abierta de que la inteligencia artificial sea una alternativa para “diseñar” mensajes, objetos o espacios, prescindiendo de la participación de los profesionales del diseño.

Visión artificial y el internet de las cosas, las paradojas del diseño

Estos dos temas constituyen la principal problemática vinculada con el diseño, ya que, por un lado, se implican los avances en los recursos de resolución de necesidades de mensajes, objetos y espacios y, por el otro, se manifiesta una agenda oculta en contra del diseño, los diseñadores y lo diseñado.

Actualmente, el mundo está desbordado por imágenes y videos, entre los cuales es importante considerar las numerosas inmersiones de los diseñadores en las aplicaciones de inteligencia artificial. Todos los teléfonos móviles tienen cámaras fotográficas y capturas de imagen fija y en movimiento. Prácticamente cualquier persona puede crear contenido de este tipo y almacenarlo o subirlo a cualquier red social. La plataforma de video YouTube es el segundo motor de búsqueda más robusto del mundo; en él se suben miles de horas de video cada minuto y, a su vez, miles de millones de videos son visualizados cada día.

Tanto la imagen como el video se han constituido como el tejido básico de internet; no obstante, hay una problemática importante en estos tipos de información. Las computadoras tienen una relación sencilla con el texto, aunque no tanto con el lenguaje humano. Es relativamente sencillo indexar texto y permitir realizar búsquedas sobre un asunto para obtener resultados precisos en cuestión de décimas de segundo, como hacen los buscadores más empleados en la actualidad.

En el caso de las imágenes y los videos, esta tarea se complica. Durante la mayor parte de la existencia de internet, el contenido de imágenes y videos no ha sido procesado e indexado más allá del texto que lo acompaña con las conocidas etiquetas en blogs y redes sociales. Sin embargo, durante un lapso considerable, las máquinas no eran capaces de “ver” estas imágenes, ni de comprender el contenido que sus píxeles almacenaban de forma exclusiva para los ojos humanos.

Para las personas, procesar esta información pareciera trivial. Cualquier sujeto, desde la infancia, es capaz de realizar tareas tales como: describir con precisión el contenido de una imagen y lo que acontece en ella, resumir lo sucedido en un video visualizado por primera vez en una línea de texto y reconocer una cara vista una única vez.

Para conseguir que una máquina realice tareas similares a las expuestas, es necesario desarrollar una serie de métodos y técnicas, las cuales se ejecuten de forma automática. Estas necesidades, generadas hace décadas con el surgimiento de la fotografía digital, el video digital, internet, los blogs y las redes sociales, así como derivadas de necesidades en procesos de producción, son las que provocaron el surgimiento y auge de la visión artificial.

Esta misma, también denominada visión por computador o, en inglés, computer vision, es un campo de estudio derivado de la inteligencia artificial. Este campo de estudio es interdisciplinar y persigue el objetivo de obtener sistemas capaces de interpretar información valiosa derivada de imágenes, videos y otras maneras de captura de forma automática.

Dentro del objetivo general de la IA para conseguir sistemas capaces de realizar tareas asociadas a seres inteligentes, la visión artificial se encarga de la parte relacionada con la comprensión de imágenes fijas o en movimiento. Para ello, trata de emular el sistema compuesto por el ojo, el nervio óptico y el cerebro humano.

En el sistema de la visión humana, el proceso de comprender el entorno mediante rayos de luz para formar imágenes comienza en el ojo. La luz penetra atravesando la córnea, la pupila y el cristalino, y acaba llegando a la retina. En la retina, gracias a la fotosensibilidad de una serie de células denominadas conos y bastones alojadas en ella, la naturaleza electromagnética de la luz es transformada en señales eléctricas. Éstas se desplazan a lo largo del nervio óptico hasta la corteza visual, la zona del cerebro encargada del procesamiento de imágenes. Mediante complejos sistemas de redes neuronales, el cerebro es capaz de percibir realidades como la profundidad de campo, los niveles de nitidez, los colores, las formas, los objetos y su tipología, sus bordes, etc.

Para tratar de llevar a cabo una analogía de este complejo sistema biológico, los programadores de IA han desarrollado, a lo largo de las décadas, diversas propuestas de sistema, siempre basadas en la misma estructura. El dispositivo de captura, que es el ojo en el caso del ser humano, se sustituye por medio de un sensor artificial compuesto por

materiales sensibles a la luz. De igual manera, se imita a los conos y bastones con ciertos materiales, como por ejemplo los llamados semiconductores complementarios de óxido metálico (CMOS), capaces de generar una señal eléctrica cuya intensidad varía en función de la intensidad de la luz que recibe. Cada celda de este semiconductor, denominada fotosito, actúa como una célula de la retina humana, generando una señal en reacción a la luz que recibe.

Los circuitos CMOS fueron inventados en 1963 por Frank Wanlass en Fairchild Semiconductor. Los primeros circuitos integrados CMOS fueron fabricados por RCA en 1968 por un grupo dirigido por Albert Medwin. Originalmente una alternativa lenta, pero de bajo consumo a TTL, CMOS encontró a los primeros en adoptarlos en la industria relojera y en otros campos donde la duración de la batería era más importante que la velocidad. Unos veinticinco años después, CMOS se ha convertido en la tecnología predominante en circuitos integrados digitales. Esto se debe esencialmente a que la ocupación del área, la velocidad de operación, la eficiencia energética y los costos de fabricación se han beneficiado y continúan beneficiándose de la reducción geométrica que viene con cada nueva generación de procesos de fabricación de semiconductores. Además, la simplicidad y la disipación de potencia comparativamente baja de los circuitos CMOS han permitido densidades de integración que no son posibles sobre la base de transistores de unión bipolar (Narendra & Chandrakasan, 2006).

La transferencia de esta señal generada, que en el ser humano ocurre a través del nervio óptico, se efectúa por medio de cualquier protocolo de transferencia. Este puede ser cableado o inalámbrico, tales como conexiones USB, ethernet o bluetooth, las cuales irán a la unidad de procesamiento visual.

Este proceso de la visión artificial ha progresado refinando las técnicas de procesamiento de imágenes y reconocimiento visual, logrando la representación y transformación de imágenes con base en transformaciones morfológicas, filtrado, desenfoque, nitidez o suavizado. Asimismo, es posible la ubicación de bordes, contornos rectos u ovalados, extrayendo características globales e invariantes, y también es factible la intervención en matrices cromáticas.

Mediante el deep learning se pueden clasificar, segmentar y representar imágenes, objetos o espacios desde numerosos algoritmos. Así pues, se

habla aquí de la parte fundamental de un proyecto de diseño: las imágenes. Con base en la visión artificial, es posible llevar a cabo la etapa de bocetaje, de primeras imágenes e incluso de incipientes prototipos de mensajes, objetos y espacios. El trasfondo actual de la visión artificial se encuentra en las calidades y los alcances de profundización de los procesos de visualización. Si bien es cierto que se cuenta con dispositivos de captura, estos todavía requieren perfeccionamiento para abarcar el vasto universo de lo diseñado.

Por otro lado, se encuentra el asunto del internet de las cosas, y aquí es donde se encuentra la paradoja más trascendente para el diseño. La idea del Internet de las cosas fue introducida por Kevin Ashton a principios del siglo XXI; su importancia radica en la existencia de una intención, en la posibilidad de que objetos o cosas generaran y entregaran información sin la intervención humana (Ashton, 2015). La IoT o Internet de las cosas «se refiere a la interconexión en red de todos los objetos cotidianos, que a menudo están equipados con algún tipo de inteligencia» (Salazar & Silvestre, 2017). Los elementos que debe cumplir la arquitectura de IoT, según Benítez Machado et al. (2016), son los siguientes:

1. Escalabilidad, ampliación de capacidades y soporte de nuevos estándares.
2. Servir de modelo para la creación de arquitecturas más específicas.
3. Ser horizontal, para permitir la integración de diferentes soluciones IoT.
4. Se necesita un correcto control de los numerosos elementos involucrados en cualquier solución IoT.
5. La gestión necesita ser garantizada desde sus cinco áreas funcionales.
6. Debe incluir la posibilidad de programar aplicaciones para los sistemas IoT, lo cual permite mayores beneficios.

El internet de las cosas es importante para el diseño porque, además de pensar en aspectos como la conectividad ubicua, la ampliación de bases de datos o la miniaturización de componentes que Chui et al. (2010) previeron.

Al respecto, Román Gallardo et al. (2023) afirmaron lo siguiente:

[...] Haciendo una revisión de los pocos avances que hasta ese entonces se tenían, anticipaban un cambio importante en las rutas que daban origen o generaban información en donde el mundo físico se convertiría en el principal proveedor de información. Este cambio estaría caracterizado por tres componentes principales:

1) la generación de grandes volúmenes de datos, 2) el desarrollo de tecnologías para el almacenamiento, procesamiento y análisis de esos datos, y 3) el funcionamiento autónomo, es decir, sin intervención humana (p. 10).

En la actualidad, todos los dispositivos con capacidad de conectarse a la urdimbre de aplicaciones de inteligencia artificial es considerado parte del IoT.

[...] Esta industria representa a nivel mundial un mercado de \$ 742 billones de dólares y se estima en más de 10 billones el número de dispositivos IoT activos” [...] se asume que esta industria aún tiene mucho potencial de crecimiento, pues algunos estudios estiman que para el 2030 el número de dispositivos conectados superará los 25 billones y un valor económico de entre 4 y 5 trillones de dólares para 2025 [...] (Flores Cuatle, 2023, p. 9).

Los datos son avasalladores y preocupantes para el mundo del diseño, ya que, de lograrse el objetivo de desplazar a los seres humanos, se generaría un desempleo multitudinario. Ahora bien, como aquí no se abordan los catastrofismos, la idea es analizar por qué no se puede prescindir de los diseñadores, a pesar de los datos financieros y de las ambiciones de los grandes consorcios fabricantes de programas de inteligencia artificial.

Objetivo

El diseño cumple una serie de funciones fundamentales y decisivas para la contemporaneidad. La sola observación de la realidad cotidiana forma parte de la construcción de la memoria colectiva y permite dar cuenta de la presencia del diseño en todos los contextos y circunstancias.

Asumir los tiempos presentes es un compromiso inherente a la disciplina del diseño, y los diseñadores habrán de asumir las responsabilidades sociales que les competen para contribuir a la supervivencia y evolución de una especie que, en los tiempos que transcurren, se encuentra en condiciones caóticas y críticas. Los paradigmas habrán de transformarse bajo las determinantes de tareas emergentes que reclaman perpetuar el género humano.

Vivir rodeado de los excesos es un panorama destinado a la desaparición. Las necesidades cubiertas por la problemática del diseño apuntan cada vez más al retorno de lo básico como comple-

mento de las condiciones naturales de vida. No se puede soslayar el imperio de la civilización; lo que sí se puede es crear una consciencia diferente que se apropie de esa segunda naturaleza que ofrece el diseño y lo diseñado, creando una simbiosis con contextos culturales, patrimonios históricos y necesidades sostenibles.

El cúmulo de lo diseñado ya constituye un bagaje histórico, y su constante crecimiento ha sido una mejora de las maneras de concebir el mundo y la realidad. No es una tarea fácil; requiere la inclusión de voluntades, una mentalidad abierta y flexible y la concepción de escenarios diferentes y colaborativos como los nuevos nichos del diseño.

“El hombre es lo que hace”, según las palabras de Malraux, citado por André Ricard (1982), quien hace décadas se preguntó el por qué del diseño. Se puede sumar a esta reflexión que el ser humano es lo que hace con base en lo que piensa. Uno de los grandes conflictos del diseño en las décadas más recientes ha sido el pragmatismo, el afán por privilegiar la praxis, obviando la idea que motiva, el concepto que confirma y la materialización que permite visualizar el sentido de lo diseñado.

El diseño de mensajes, objetos y espacios es una de las disciplinas más importantes para el desarrollo de los seres humanos en el marco de la civilización y la tecnología. No es posible prescindir de ninguna de las tres trayectorias del diseño y, por ello, resulta relevante analizar el impacto que la inteligencia artificial tiene en cada una de ellas y, por ende, en el futuro de numerosos profesionales del diseño.

El propósito de esta investigación consistió en analizar la paradoja más importante que media las aportaciones de la inteligencia artificial para el diseño y su impacto en el desarrollo de profesionales del diseño de mensajes, objetos y espacios. La base metodológica es el modelo dialéctico-dialógico para abarcar objetividades, subjetividades e intersubjetividades de la temática. Las consideraciones finales enfocan la importancia de los fundamentos disciplinarios y los aspectos éticos en la aplicación de los recursos de la inteligencia artificial.

Metodología

El diseño contemporáneo demanda un universo de sentido comunitario en el que las narrativas visuales respondan a las necesidades de la psique colectiva, en la que caben tanto la memoria como la identidad. Las ensoñaciones ficticias de la virtualidad son materia del mundo del consumismo, aíslan y no conforman colectividades resistentes;

fomentan la soledad y el autoexhibicionismo, no solucionan los graves problemas de la humanidad. Lo diseñado debe permutar la información por el conocimiento y la inseguridad por certezas.

La información carece de firmeza ontológica [...] a la sociedad de la información es inherente una carencia de ser, un olvido del ser. La información es aditiva y acumulativa. No transmite sentido [...] la información trocea el tiempo y lo reduce a una mera sucesión de instantes presentes [...] en pleno tsunami informativo surge la necesidad de sentido, identidad y orientación (Han, 2024, p. 15).

No es necesaria una amplia descripción de las tareas del diseño y los diseñadores; eso es tarea de una cartografía de la disciplina. Si se marca la esencia, las correlaciones surgirán por sinergia. Examinar las numerosas maneras de realizar lo diseñado y la diversidad de puntos de vista que se siguen al respecto acuñaría un panorama desolador por su heterogeneidad. Lo originario conduce a la sustancia misma, aunque esta se manifieste desde innumerables maneras o métodos de interpretación. El diálogo con el fondo fortalece las formas.

La metodología que se ha aplicado en la presente investigación tiene un basamento filosófico y se trata del modelo dialéctico-dialógico. Lo vertido se sustenta en los siguientes argumentos:

1. El diseño tiene aspectos objetivos, subjetivos e intersubjetivos, por lo que es necesario abordarlo desde dichas perspectivas.
2. Lo diseñado es resultado de un proceso proyectual en el cual se aplica la triada dialéctica: idea, concepto y materialización, motivo por el cual el sustento teórico de la disciplina ha de partir de los mismos principios lógicos.
3. Por otro lado, lo diseñado es objeto de semantización, de ahí su subjetividad. Además, también es materia de interpretación por parte de los emisores externos, los diseñadores y los perceptores, usuarios o habitantes, por lo cual se ve sometido a un proceso de semantización y significación múltiple, por lo que se encuentra en un devenir de semiosis infinita. Es con base en ello que se aplican las transversalidades semiótica y hermenéutica desde la idea de diálogo.

A su vez, Gianni Vattimo (1991) considera la hermenéutica la koiné de la cultura actual y, como en su momento la semiótica, la expande más allá de la interpretación de textos; como “ontología de la actualidad” abre el espectro a la exégesis de eventos, a lo que él denomina lectura de los signos de los tiempos, descrita como “una de las ca-

racterizaciones más ampliamente aceptadas de la posmodernidad sea aquella que la presenta como el fin de la historia”.

En los afanes de cientificación del diseño, suele exigirse que las investigaciones estén sujetas a determinantes del método científico, lo cual no es posible. Gracias a los desarrollos del pensamiento complejo y los modelos rizomáticos de investigación es que, en la actualidad, es posible acceder a la indagación del diseño y lo diseñado desde parámetros aceptados tanto por las ciencias como por las humanidades.

Los resultados de esta investigación son replicables y es menester aclarar que no se basan en factores cuantitativos; sus bases son cualitativas y desde ellas ha sido posible generar conocimiento intra, multi, inter y transdisciplinario en, desde y para el diseño y lo diseñado. Este es un estudio filosófico y está sustentado en la práctica del diseño, es decir, en los procesos proyectuales. El estudio se basa en el análisis de las paradojas asumibles de dichos procesos proyectuales, también denominadas antinomias: “una clase especial de paradojas, a saber, las que engendran contradicciones no obstante haberse usado para defender formas de razonamiento aceptadas como válidas” (Ferrater, 1965, p. 110).

Al respecto, Gensollen expresa que:

[...] La ciencia en el siglo XXI es sobre todo paradójica. Una paradoja, en breve, se da cuando estamos dispuestos a aceptar como verdaderas afirmaciones individuales que, en conjunto, parecen incompatibles [...] estar de acuerdo que hoy vivimos el mejor momento de la historia de la ciencia. Así nos lo dice la cantidad de cosas que hoy sabemos. Nunca había habido tanto conocimiento. Desde una perspectiva cuantitativa resulta por lo menos evidente que la ciencia vive su época dorada. No obstante, también estaríamos dispuestos a afirmar que hoy la ciencia vive su peor momento [...]. En la época de la información tenemos como nunca más personas desinformadas (2020, p. 23).

Hay paradojas que permiten sustentar la confianza epistemológica en disciplinas como el diseño, en virtud de que su praxis impide que la inteligencia artificial realice analogías sobre ellas. El diseño es una de las disciplinas que “tienen una praxis que no se adapta bien a los criterios normalizados de la cientificidad” (Innerarity, 2013, p. 678), y defender esas cualidades peculiares contribuye a enriquecer la pluralidad de las ciencias, así como a una integración de saberes más equilibrada y correspondiente con la universalidad del conocimiento y la comprensión.

Resultados y discusión

Distancia y relación paradójica del lenguaje IA para mensajes, objetos y espacios

Abordar el diseño de mensajes, objetos o espacios desde la inteligencia artificial debe tener como punto de partida el lenguaje natural de esta disciplina, el cual ha evolucionado de manera natural junto a los derroteros de la civilización. Se puede entender como un lenguaje premeditado y planificado, pues se encuentra inserto permanentemente en procesos proyectuales que dependen del acercamiento a las necesidades humanas y a la solución de problemáticas sociales a través de la intencionalidad.

Es posible hablar de cómo el lenguaje del diseño es un lenguaje construido, contrario al lenguaje natural que se desarrolla desde la inteligencia artificial; este último crece con base en la repetición de los algoritmos sin ningún tipo de reflexión previa, es la acumulación de algoritmos proporcionados de manera aleatoria por los sujetos quienes constantemente solicitan elementos resueltos desde las aplicaciones de inteligencia artificial.

Un procesador de lenguaje en la inteligencia artificial es consecuencia de un efecto autómatas, requiere procesadores especializados y éstos siempre habrán sido modelados por programadores; su gramática tiene una historia basada en los lenguajes formales y en la lógica matemática. Se trata, sin lugar a duda, de elementos artificiales. Como antinomia se encuentran los procesos de pensamiento que también siguen reglas lógicas, pero están sujetos a transformaciones permanentes dependientes de variables diversas, abarcando desde los aspectos objetivos y técnicos hasta los subjetivos o emocionales. Donald Norman (2012) habla de tres tipos de diseño que emergen de estas secuencias de pensamiento:

4. Diseño visceral, el cual se ocupa de las apariciones, del aspecto externo de los mensajes, objetos o espacios, y si bien se basa en la forma, está rodeado de un halo de significación porque llama nuestra atención, nos divierte.
5. Diseño conductual, que se vincula al placer y a la eficiencia.
6. Diseño reflexivo, cuyo propósito se orienta por la racionalización y la intelectualización de un mensaje, un objeto o un espacio.

El autor mencionado prosigue:

Más allá del diseño existe también un componente personal que ningún diseñador o fabricante puede proporcionar. En nuestra vida, [los diseños] son mucho más que meras posesiones

materiales. Nos hacen sentir orgullosos, no porque hagamos ostentación de nuestra riqueza o nivel social, sino por el sentido que dan a nuestra vida. [Los diseños] más apreciados por alguien pueden ser perfectamente baratijas, muebles avejentados o fotografías y libros, a menudo en mal estado, sucios y descoloridos [...] es un símbolo que establece un marco positivo de referencia mental, un memento de recuerdos gratos o a veces una expresión de la propia identidad (2012, p. 21).

Este planteamiento paradójico de experiencias es algo que la inteligencia artificial no puede proporcionar, no hay manera de programarse. Comprender el lenguaje de los seres humanos es algo mucho más complejo que el procesamiento algorítmico. Aquí se habla, por un lado, del proceso de semantización: ese universo de transformación de los entes en signos, de éstos en elementos significativos y de la conjunción de significados en sentidos o despliegues simbólicos. Es total la comprensión de que los seres humanos somos el homo semioticus, es decir, nos movemos entre diversos niveles de semiosis. Como afirma Viktor Frankl (2021), no es posible para un ser humano sobrevivir sin sentido. De ahí se deslindan las denominadas paradojas semánticas.

En otro extremo se encuentra el aspecto técnico y tecnológico, la resolución de los aspectos estructurales del diseño. La inteligencia artificial puede presentar posibilidades estéticamente expresivas y significativas, las cuales logran visualizar la idea y el concepto correspondientes con alguna necesidad. Aquí se trata de las paradojas lógicas.

No obstante, falta la materialización, es decir, la resolución de los aspectos utilitarios y prácticos. La pragmática del diseño es un complejo que se debe resolver desde los dominios de la disciplina y con base en las contradicciones posibles entre las paradojas lógicas y las paradojas semánticas.

Por su parte, Fedriani Martel manifiesta lo siguiente:

[...] Los lenguajes naturales contienen sus propios metalenguajes, de modo que la verdad no puede definirse sin topar con la paradoja. Pese a esto, da a entender que, debido a que dichos lenguajes no son formalmente especificables, no se puede responder a la cuestión de su clausura semántica; es decir, no cabe preguntarse sobre el peligro de la paradoja [...]. El lenguaje natural, por propia definición, suele estar en crecimiento y presentar fenómenos como la vaguedad, la ambigüedad y la indexicabilidad (2003, p. 45).

Los recursos indispensables solo son reconocidos por los expertos, aquellos profesionales capaces de instrumentar la etapa de producción de los mensajes, objetos o espacios. Eso no lo resuelve la inteligencia artificial, pues tiene que lograr la convergencia con la semantización y ello implica un movimiento rizomático de confluencia entre objetividades, subjetividades e intersubjetividades que ningún algoritmo está preparado para resolver; es el mundo del perfecto cerebro imperfecto o, como afirman Chomsky et al. (2023), de la inteligencia natural.

Conclusiones

Los seres humanos vivimos desde, con y para el diseño. Constantemente nos encontramos rodeados de mensajes, objetos o espacios. El diseño y lo diseñado forman parte de nuestra existencia, son insoslayables. No se puede negar que, desde la inteligencia artificial, se pueden conseguir resultados parciales de diseño; de hecho, se podrían considerar como bocetos avanzados, nunca un diseño final con todas sus consideraciones, en virtud de que siempre habrá un elemento humano, absolutamente humano, capaz de influir en lo diseñado y en cómo éste es recibido y contemplado por los perceptores, usuarios o moradores.

Cuando se elige el fondo de una pantalla en un dispositivo, una prenda de vestir o una vivienda, se hace en función del contexto, de un estado de ánimo, del gusto personal y del yo mismo que oculta una serie de factores íntimos portadores de significado. Los componentes del diseño son la funcionalidad o no, el factor estético y los nexos prácticos; también se involucran factores técnicos y tecnológicos vinculados a la producción en serie, a la estabilidad material, a las estructuras y la durabilidad, los modos de elaboración, fabricación o realización, pero nunca debemos olvidar que “existe también un fuerte componente emocional con el modo en que los productos son diseñados [...] el aspecto emocional del diseño puede acabar siendo mucho más decisivo en el diseño de un [mensaje, objeto o espacio] que sus elementos prácticos” (Norman, 2012, p. 20).

Después de lo referido, que aparentemente es sencillo en realidad, involucra una serie de consideraciones éticas pues en todo diseño se deben tener en cuenta los diferentes impactos de la inteligencia artificial en los seres humanos. No puede ser tan simple como dar órdenes a una máquina, desplegar las capacidades de un sistema de inteligencia artificial y luego ser indiferente ante el posi-

ble daño que causa a las personas. A su vez, Lewis Mumford, un visionario de la civilización y el papel de las máquinas en ella, afirmaba:

La máquina, lejos de ser un signo de nuestra actual civilización de poder y orden humanos, es con frecuencia una indicación de ineptitud y parálisis social. Cualquier mejoramiento apreciable en la educación y la cultura reducirá el volumen de maquinaria dedicado a multiplicar los falsos substitutos mecánicos del conocimiento y la experiencia [...] así también cualquier mejoramiento apreciable en el aparato físico de la vida gracias a una nutrición mejor, una vivienda más higiénica, formas más agradables de recreo, mayores oportunidades para el goce natural de la vida, disminuirían la parte desempeñada por el aparato mecánico en el salvamento de los cuerpos naufragados y de cerebros enfermos. Cualquier ganancia apreciable en la armonía y el equilibrio personales repercutirán en una demanda decreciente de bienes y servicios de compensación. La dependencia pasiva de la máquina que ha caracterizado tan grandes sectores del mundo occidental en el pasado fue en realidad una aplicación de la vida. Una vez que cultivemos las artes de la vida directamente, la proporción ocupada por la rutina mecánica y sus instrumentos disminuirá nuevamente (2021, p. 305).

Una posible aplicación de la inteligencia artificial a la responsabilidad social corporativa se encuentra en el delicado asunto del desempleo. Hay un miedo generalizado entre los trabajadores de diversas disciplinas porque se ven amenazados por los avances de la inteligencia artificial.

En numerosos estudios relacionados con el potencial impacto de la automatización se encontró que casi la mitad de los empleos en Estados Unidos y el 60 % de los trabajos de los países de la Asociación de Naciones del Sudeste Asiático (ASEAN) están en riesgo de ser automatizados. También, el uso de un robot adicional por cada mil trabajadores reduce la tasa de empleo/población en 0,2 puntos porcentuales, que significan alrededor de 400 mil trabajos estadounidenses [...] Teniendo en cuenta lo anterior, se considera que un factor relevante es el costo de la automatización frente al costo del trabajo humano, ya que, a medida que sea mayor el potencial de automatización de un puesto de trabajo, mayor es el riesgo de que efectivamente eso ocurra [...] (López Estupiñán & Peña Mesa, 2023, p. 3).

A pesar de los temores, un informe del Foro Económico Mundial estimó cómo para 2025 la IA podría generar 97 millones de nuevos empleos en todas las industrias a medida que surgieran oportunidades junto con riesgos de desplazamiento.

Lejos de un futuro sin empleo, el análisis sugirió una asociación esencial entre humanos y máquinas y la necesidad de una educación continua para volver a capacitarse junto con el cambio tecnológico. Asimismo, Garde Cano et al. (2024) presentan una pirámide de los riesgos éticos según la UE.

La realidad para las nuevas generaciones es que nadie puede predecir con certeza los impactos precisos y las perspectivas de riesgos de la inteligencia artificial. El futuro, en el mejor de los escenarios posibles, depende de la responsabilidad social corporativa, en la cual cabe cultivar una mentalidad flexible, practicar la comodidad con la ambigüedad y desarrollar la adaptabilidad hacia las habilidades profesionales. Es realista tener esperanza incluso en medio de las rápidas transformaciones tecnológicas que están remodelando el futuro del trabajo. Por el momento, y tal vez durante algunas décadas, el diseño acudirá a la inteligencia artificial en calidad de simulacro cultural bajo los términos de sus paradojas, como dijera categóricamente Jean Baudrillard, generando la hiperrealidad o la hipervirtualidad de la civilización.

[...] la simulación parte del principio de equivalencia, de la negación radical del signo como valor, parte del signo como reversión y eliminación de toda referencia [...] la simulación envuelve todo el edificio de la representación tomándolo como simulacro [...] así aparece la simulación [...] una estrategia de lo real, de neo-real y de hiperreal, doblando por doquier una estrategia de disuasión (Baudrillard, 2002, pp. 17-19).

A pesar de estas consideraciones finales, no hay que dejar de investigar las innovaciones de la inteligencia artificial y las posibles prácticas que se pueden aplicar a la enseñanza y profesionalización de los diseñadores de mensajes, objetos y espacios. Los futuros estudios de los nexos tecnológicos, como una de las transversalidades más importantes del diseño y lo diseñado, contribuirán a una mejor calidad de vida, sin olvidar las paradojas básicas de su desarrollo.

En el futuro, el diseño deberá jugar un papel más relevante, enfrentando retos a los que dará

respuestas viables, confiables, posibles y comprometidas. Dichos retos plantean la necesidad de una reflexión crítica en torno a la finalidad y responsabilidad del actual concepto de diseño. A mayor relevancia social del diseño, mayor compromiso a la hora de asumir cualquier proceso proyectual que implique mensajes, objetos o espacios.

Innovación, tecnología, sostenibilidad, ética y cometidos sociales no son términos intrascendentes. Es un hecho que todos ellos, en mayor o menor medida, son parte del diseño. El asunto es que son transversalidades del basamento principal que determinan los procesos proyectuales conscientes y significativos, que siempre implican la paradoja entre los lenguajes lógicos y los lenguajes semánticos.

Aún Orwell, en 1984, dejó abierta la ventana del futuro en la idea de reconciliación. Hacer especulaciones acerca del mañana del diseño sólo enlista las aspiraciones de quienes creemos en el diseño, los diseñadores y lo diseñado como parte total de la vida de los seres humanos.

Lo cierto es que tenemos un panorama crítico en la actualidad que obliga a la acción desde la sensatez y el buen juicio. En el marco del diseño, apremia a consideraciones alternativas sobre mensajes, objetos y espacios; obliga a la elección de “acelerar a los ricos o alimentar a los pobres [...] el futuro no existe, solo hay visiones del futuro [...] el cambio en las cosas realizadas por el hombre con frecuencia se inicia teniendo en mente un propósito” (Cross, 2016, pp. 12-13).

El diseño debe ser planteado como una disciplina que debe impulsar, desde sus paradojas, cambios importantes en la sociedad que nos exige conservación, mantenimiento y menor gasto de los escasos recursos de todo tipo con los que cuenta el mundo. Será un mercado selectivo que responda a los espacios vacíos en los que el diseño, a pesar de su vocación, ha sido el gran ausente durante décadas. Desplazar tendencias y modas relegará los riesgos de desequilibrio del entorno, dando paso a las necesidades reales y urgentes en un equilibrio entre la lógica técnica y la lógica semántica.

Referencias

- Ashton, K. (2015). *How to Fly a Horse. The Secret History of Creation, Invention and Discovery*. Anchor.
- Baudrillard, J. (2002). *Cultura y simulacro* (Culture and Simulacrum). Kairós.
- Benítez Machado, D., Arias Calderón, C.E. y Plasencia Moreno, L. (2016). *Propuesta de arquitectura para internet de las cosas* (Proposed Architecture for the Internet of Things). Memorias 18. Convención científica de ingeniería y arquitectura. CUJAE.
- Brighton, H. & Selina, H. (2019). *Inteligencia artificial. Una guía ilustrada* (Artificial Intelligence: An Illustrated Guide). Tecnos.
- Chomsky, N., Roberts, I. & Watumull, J. (2023, March 8). Noam Chomsky: la falsa promesa de ChatGPT (Noam Chomsky: The False Promise of ChatGPT). The New York Times. <https://www.nytimes>.

- [com/2023/03/08/opinion/noam-chomsky-chatgpt-ai.html](https://www.researchgate.net/publication/284054831_The_internet_of_things)
- Chui, M., Loffler, M. & Roberts, R. (2010). *The internet of things (IoT)*, *McKinsey Quarterly*, 2(2), 1–9, https://www.researchgate.net/publication/284054831_The_internet_of_things
- Conesa, F. & Nubiola, J. (2002). *Filosofía del lenguaje* (Philosophy of Language). Herder.
- Cortés, J. & Martínez-Riu, A. (2025). *Encyclopaedia Herder* (Herder Encyclopedia). Herder Editorial.
- Cross, N. (2016). *Diseñando el futuro* (Designing the Future). Gustavo Gili.
- Dataiku (2021, September 30). *Dartmouth Summer Research Project: The Birth of Artificial Intelligence*. <https://www.historyofdatascience.com/dartmouth-summer-research-project-the-birth-of-artificial-intelligence>
- Fedriani Martel, E. (2003). Paradojas: entre el lenguaje y la ciencia (Paradoxes: Between Language and Science). *A Journal of the Céfiro Graduate Student Organization*, 4(1), 28-45. <https://cefiro-ojs-ttu.tdl.org/cefiro/article/view/112>
- Ferrater, J. (1965). *Diccionario de Filosofía* (Dictionary of Philosophy) (Tomo I). Editorial Sudamericana.
- Flores Cuatle, J. (2023). *Internet de las cosas* [Internet of Things (IoT)]. Universidad Politécnica de Puebla.
- Flusser, V. (2004). *Filosofía del diseño* (Philosophy of Design). Síntesis Editorial.
- Frankl, V. (2021). *El hombre en busca de sentido* (Man's Search for Meaning). Herder.
- Frascara, J. (2006). *El diseño de comunicación* (Communication Design). Ediciones Infinito.
- Garde Cano, C; Gayá Morla, C. y Vidal Castell, D. (2024). Periodismo oscuro: cómo los algoritmos han invadido los medios de comunicación (Dark Journalism: How Algorithms Have Invaded the Media). *Clivatge*, (12), 1-26. <https://doi.org/10.1344/CLIVATGE2024.12.6>
- Gensollen, M. (2020). *Las paradojas de la ciencia en el siglo XXI* (The Paradoxes of Science in the Twenty-First Century). LJA:MX. https://www.academia.edu/143184522/Las_paradojas_de_la_ciencia_en_el_siglo_XXI
- González, R. (2007). El Test de Turing: dos mitos, un dogma (The Turing Test: Two Myths, One Dogma). *Revista de Filosofía*, 63, 37-53. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-43602007000100003>
- Han, B-Ch (2024). *La crisis de la narración* (The Crisis of Narrative). Herder.
- Innerarity, D. (2013). Ciencia bajo observación. Beneficios, límites y paradojas de la evaluación de la actividad científica (Science Under Observation: Benefits, Limits, and Paradoxes of Evaluating Scientific Activity). *Isegoría*, (49), 673-681, <https://doi.org/10.3989/isegoria.2013.049.17>
- López Estupiñán, A.M. & Peña Mesa, L. (2023). Inteligencia Artificial: el futuro del empleo (Artificial Intelligence: The Future of Employment). *Revista Lecciones Vitales*, 1, 1-7, <https://doi.org/10.18046/rlv.2023.6118>
- Mumford, L. (2021). *Técnica y civilización* (Technique and Civilization). Pepitas de Calabaza.
- Narendra, S. & Chandrakasan, A. (2006). *Leakage in Nanometer CMOS Technologies*. Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/0-387-28133-9#accessibility-information>
- Norman, D. A. (2012). *El diseño emocional. Por Que Nos Gustan (O No) los Objetos Cotidianos* [Emotional design. Why we like (or dislike) everyday objects]. Paidós.
- Nowotny, H. (2022). *La fe en la inteligencia artificial. Los algoritmos predictivos y el futuro de la humanidad* (Faith in artificial intelligence. Predictive algorithms and the future of humanity). Galaxia Gutenberg.
- Pina Navarro, M. (2022). *Aplicación de técnicas de aprendizaje por refuerzo a navegación visual* (Application of reinforcement learning techniques to visual navigation). Universidad de Alicante.
- Ricard, A. (1982). *Diseño ¿por qué?* (Design, why?). Gustavo Gili.
- Román Gallardo, A., Herrera Morales, J.R., Sandoval Carrillo, S. Andrade Aréchiga, M., & Ramos Michel, E.M. (2023). *Internet de las cosas. Teoría y práctica* (Internet of Things: Theory and Practice). Universidad de Colima. <https://doi.org/10.53897/LI.2023.0001.UCOL>
- Salazar, J. & Silvestre, S. (2017). *Internet de las cosas* (internet of things). TechPedia/Erasmus. <https://techpedia.eu/topic/95>
- Stryker, C., & Scapicchio, M. (2024). ¿Qué es la IA generativa? IBM. <https://www.ibm.com/mx-es/think/topics/generative-ai>
- Turing, A.M. (1950). Computing machinery and intelligence. En: M.A. Boden (Ed.) *The Philosophy of Artificial Intelligence*. (pp. 40-66) Oxford University Press. <https://global.oup.com/academic/product/the-philosophy-of-artificial-intelligence-9780198248545?cc=mx&lang=en&>
- Vattimo, G. (1991). *Ética de la interpretación* (Ethics of interpretation). Paidós.

Enseñanza y aprendizaje de la ciencia en la educación

Sonia Escalante López¹, Yully Nallely Ruiz Alfonso², María Obdulia Fernández Germán³

Resumen

La ciencia es conocimiento, la búsqueda del razonamiento y el estudio de fenómenos por conocer; se plantea en la observación, la experimentación, la lógica y la comprobación. Hoy, el método científico tiene el fin de comprender el mundo de las ideas. La historia marca que el modelo de ciencia se originó con posterioridad al Renacimiento como base para el avance científico. En el presente trabajo se orienta a las metodologías de enseñanza y aprendizaje en la indagación científica para desarrollar el pensamiento crítico a través de la exploración y la reflexión para la construcción del conocimiento y la enseñanza de la ciencia. La metodología utilizada en esta investigación es un enfoque cualitativo con teoría fundamentada, que es considerada un método que tiene una técnica flexible para realizar y recolectar datos en el estudio de un fenómeno, en un proceso de imaginación y creatividad sistemática. El objetivo de la presente investigación es indagar sobre la enseñanza y el aprendizaje en la ciencia, y el desarrollo del pensamiento crítico y de reflexión a través de los métodos de enseñanza. Teniendo como resultado que los métodos de enseñanza en la educación de la ciencia son necesarios en la formación de estudiantes para lograr un pensamiento crítico.

Palabras clave: ciencia, enseñanza, aprendizaje, metodologías, conocimiento.

Cómo citar: Escalante, S., Ruiz, Y., Fernández, M. (2026). Enseñanza y aprendizaje de la ciencia en la educación. En Calles, M., Hernández, E., Altamira, J. (Eds.). *Mujeres que transforman conocimiento. Innovación educativa e investigación interdisciplinaria para la sostenibilidad*. High Rate Consulting. <https://doi.org/10.38202/mujerestransf14>

1. <https://orcid.org/0000-0002-2089-0050>, justicia.mc@hotmail.com | Licenciada en Derecho con Doctorado en Derecho, Profesora de la Universidad de la Policía del Estado de Sinaloa, Presidente del Instituto Sinaloense de Profesores de Derecho Procesal, Dr. Gonzalo M. Armienta Calderón A.C., Nivel 1 en el Sistema Nacional de Investigadores SECIHTI, Investigadora Honorífica del Sistema de Investigadores Sinaloenses, Divulgadora de la Ciencia y la Tecnología en Sinaloa. Línea de investigación: Derecho Constitucional enfocado en Derechos Humanos y Justicia Penal, México.
2. <https://orcid.org/0009-0008-1065-1516>, yullyruiza@gmail.com | Maestra en Derecho Parlamentario, Profesora por asignatura de la Universidad de la Policía del Estado de Sinaloa, estudiante del Doctorado en Derecho de la Universidad Autónoma de Sinaloa y Jefa de Departamento en el Instituto de Investigaciones Parlamentarias del Congreso del Estado de Sinaloa, México.
3. <https://orcid.org/0009-0004-1635-8354>, mariaobduliafernandezgerman@gmail.com | Maestra en Derecho, Profesora de la Universidad Autónoma de Sinaloa y Directora del Instituto de la Defensoría Pública del Estado de Sinaloa, México.

Teaching and Learning of Science in Education

Abstract

Science is knowledge, the pursuit of reasoning, and the study of phenomena yet to be understood; it is grounded in observation, experimentation, logic, and verification. Today, the scientific method aims to understand the world of ideas. History shows that the model of science originated after the Renaissance as the foundation for scientific advancement. This paper focuses on teaching and learning methodologies in scientific inquiry to develop critical thinking through exploration and reflection for the construction of knowledge and the teaching of science. The methodology used in this research is a qualitative approach based on grounded theory, which is considered a method with a flexible technique for collecting and analyzing data in the study of a phenomenon through a process of imagination and systematic creativity. The objective of this research is to investigate teaching and learning in science, as well as the development of critical and reflective thinking through teaching methods. The results indicate that teaching methods in science education are essential in the training of students to achieve critical thinking.

Keywords: science, teaching, learning, methodologies, knowledge.

Introducción

La ciencia puede entenderse como la indagación del conocimiento; es decir, la búsqueda del razonamiento y el estudio de fenómenos por conocer. Para ello se fundamenta en la observación, la experimentación, la lógica y la comprobación mediante el método científico, con el fin de comprender el mundo de las ideas. Marca la historia que el modelo de ciencia se originó posterior al Renacimiento como base para el avance científico. En el presente trabajo se orienta a las metodologías de enseñanza y aprendizaje en la exploración científica para desarrollar el pensamiento crítico a través de la exploración y reflexión para construcción del conocimiento y enseñanza de la ciencia, obvio con la utilización de métodos y técnicas como principales estrategias.

Las universidades, en su transformación educativa, deben de contemplar la transdisciplinariedad para traspasar las líneas divisorias ancestrales y generar el conocimiento integral en la pluralidad de los diferentes saberes de los investigadores de las diversas disciplinas y lograr con esto un enfoque general en la educación y la investigación para la generación del conocimiento y la ciencia.

La alegoría de la caverna de Platón constituye un arquetipo poderoso para comprender el sentido profundo de la educación. En su diálogo con la ciencia de la educación, permite identificar los desafíos fundamentales del quehacer pedagógico: liberar, iluminar y acompañar. La enseñanza no es

un simple proceso de transmisión de información, sino un itinerario ontológico y epistemológico hacia la libertad. De ahí la necesidad de repensar permanentemente los fines, métodos y actores del proceso educativo bajo una mirada crítica, humanista y transformadora.

En las hojas de la historia marca que Isaac Newton ha sido considerado el primero y más grande científico de la era moderna, un racionalista que enseñó a pensar de acuerdo con los dictados de la razón fría y carente de emoción, la última gran mente que contempló el mundo visible e intelectual con los mismos ojos que lo hicieron aquellos que iniciaron la construcción de la herencia cultural hace casi diez mil años, aquel hombre que dio origen a la noción moderna de que el universo se mantiene a la acción de la gravedad Watson (2015), y en esa línea del tiempo el nacimiento de las religiones en el mundo, y al florecimiento de las artes en el Renacimiento. En la obra de la Crítica de la Razón Pura de Kant menciona dos formas de adquisiciones del conocimiento, la época de los descubrimientos desde Platón, Copérnico hasta Newton, el desarrollo del pensamiento al margen de la religión, el racionalismo en el continente europeo y el empirismo en Inglaterra promocionaron el auge de las nuevas bases del conocimiento humano, basándose en el procedimiento matemático. El maduro juicio de nuestra época no puede seguir contentándose con un saber aparente y exige de la

razón la más difícil de las tareas, a saber, de que de nuevo emprenda su propio conocimiento. En esta obra, Kant formuló la teoría del conocimiento en la que había estado trabajando toda su vida, la cual plantea que el conocimiento es una construcción conjunta del sujeto cognoscente y del objeto, no una simple copia de la realidad (Arroyo García & Jaén Sánchez, 2022).

El sujeto organiza y estructura la experiencia a través de categorías a priori y formas de la intuición. La razón quisiera saberlo todo, incluso lo que cae fuera de sus límites, la tarea de una filosofía crítica de delimitar lo que puede saber y lo que no, esto lo marca el límite del empleo de la experiencia, no la posibilidad de conocimiento. Cuando el ser humano mira al mundo no solo percibe sensaciones, también las ordena en su conciencia.

Ahora bien, por medio de la presente investigación se pretende indagar sobre la enseñanza y aprendizaje en la educación en la ciencia, y el desarrollo del pensamiento crítico de reflexión de acuerdo a los métodos de enseñanza.

El diseño metodológico es la línea a seguir, según Hernández Sampieri y Mendoza Torres (2018). La metodología utilizada en esta investigación consiste en un enfoque cualitativo documental descriptivo bajo la teoría fundamentada, porque emerge para construir conocimiento a partir de los datos recolectados mediante la observación y el análisis de documentos, como artículos, libros, folletos e informes, que se describen en el texto y en las referencias bibliográficas, los cuales se seleccionaron de acuerdo con el tema de estudio. Para ello se emplearon técnicas de fichaje y notas (Bonilla-García y López Suárez, 2016) en el estudio del fenómeno relacionado con la ciencia, el aprendizaje y el pensamiento crítico. En ese caminar de investigación se trabaja con métodos descriptivos, explicativos y exploratorios, partiendo del objeto por conocer: ¿cómo es?, ¿qué es? y ¿cuál es la causa de la enseñanza y el aprendizaje con el pensamiento crítico en la ciencia, centro de estudio? Asimismo, con un criterio ético profesional y mediante codificación abierta en la exposición e interpretación analítica de los documentos, se busca encontrar el significado de los procesos de la educación, el aprendizaje, el conocimiento y la ciencia.

Nuevo enfoque a la ciencia en la enseñanza en la indagación

Para comenzar se describe lo que el *Diccionario de lengua española* (2014) señala como ciencia:

“f. Conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento sistemá-

ticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales con capacidad predictiva y comprobables experimentalmente”

De tal manera, se interpreta que es la búsqueda de nuevo conocimiento en un ejercicio de ideas mentales estructuradas bajo la observación y el razonamiento. Pero también menciona el método científico, esto es, leyes que predicen un conocimiento comprobado y experimentado. Ahora bien, ¿qué es primero, el conocimiento o la ciencia? Si bajo su conceptualización el conocimiento se define como entendimiento, inteligencia y razón natural, a partir de lo anterior se puede considerar que la ciencia es la búsqueda de nuevo conocimiento. En el libro más leído de todos los tiempos se menciona, en Proverbios 2:6, no específicamente la ciencia, pero sí el conocimiento y la sabiduría, esa que brota de la boca. La ciencia es un instrumento para ver cómo marcha el mundo.

En la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, estas pueden enfocarse desde diversos aspectos en sus métodos y enfoques metodológicos, los cuales versan sobre sus características y estrategias propias. Esto puede darse mediante orientaciones por descubrimiento, que es el enfoque más frecuente, y mediante la investigación dirigida a la ciencia y la tecnología, sumando las diferentes técnicas y métodos de estudio en educación que se establecen de acuerdo con sus propias necesidades.

Ahora bien, por ejemplo, la enseñanza y aprendizaje de las ciencias basada en la indagación consiste en hacer que las preguntas y curiosidades de los alumnos guíen el currículo. Esta inicia con la indagación científica, que comienza con la recolección de información a través de la aplicación de los sentidos.

La enseñanza de las ciencias basada en la indagación privilegia la experiencia y los conocimientos previos. “Indagación: las diversas formas en las que los científicos estudian el mundo natural y proponen explicaciones basadas en la evidencia derivada de su trabajo. La indagación también se refiere a las actividades de los estudiantes en las que ellos desarrollan conocimiento y comprensión de las ideas científicas” (Reyes Cárdenas & Padilla, 2012, p. 3). Con ello se desarrolla una clase más interesante y menos aburrida, marcando esta metodología un desafío para los profesores.

Es así que, cuando el aprendizaje deja de ser cuadrado y centrado en el profesor, y pasa al estudiante, el docente realiza la actividad como una guía en el proceso de construcción del conocimiento y aprendizaje. Es un reto para el maestro motivar al estudiante para que asuma esa postura de iniciativa y participación en ese acontecimiento

de pasar a tomar el control, haciendo uso de múltiples formas de saber y, de esta manera, adquirir nuevas perspectivas al explorar temas, contenidos y preguntas en la indagación (Cristóbal Tembladera y García Poma, 2013). Esta etapa de indagación científica se describe en cuatro pasos: focalización, exploración, reflexión y aplicación. La primera se orienta a la destreza de formular respuestas que no son ni correctas ni incorrectas, sino que inducen al estudiante al nuevo conocimiento para desarrollar un pensamiento crítico científico.

En la exploración, los estudiantes navegan en la búsqueda del conocimiento para dar respuesta a sus preguntas por medio de la indagación y la organización en grupos de trabajo colaborativo. Asimismo, se forma un esquema experimental para mostrar, a contrario sensu, la hipótesis ante el grupo y las muestras de los posibles resultados finales. La tercera fase alcanza la etapa inicial, produciendo modificaciones en esta, y muestra el aprendizaje obtenido por los alumnos, exhibiendo lo que se pretende con la observación y discutiendo los resultados en el mundo de las ideas. Por último, en esta etapa los alumnos aplican el aprendizaje logrado mediante la exploración y reflexión del tema desarrollado, para hacerlo efectivo en escenarios nuevos, proponiendo nuevas preguntas y diseñando nuevos experimentos y acciones para resolverlas. Esa transformación del aprendizaje adquirido constituye el gran desafío en el proceso de enseñanza y aprendizaje que conduce a un nuevo enfoque de proyección de la ciencia.

La estructura de la enseñanza y aprendizaje fundada en la indagación se establece de forma cíclica, ya que existe relación entre sus factores en una serie de secuencias instruccionales que se engranan con modelos científicos y con el aprendizaje libre. Todo ello confluye en un procedimiento establecido mediante fases que cubren un proceso de aprendizaje y convocan a la participación de los estudiantes en la investigación científica (Toukoudidis *et al.*, 2020).

Ahora bien, en la Agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible, a pesar de que se habla del desarrollo sostenible, en sus 17 objetivos no se menciona expresamente la ciencia. Por otra parte, en su informe, la UNESCO (Soete *et al.*, 2015) refiere un crecimiento generalizado en el número de investigadores y pocos cambios en el ámbito internacional. En la actualidad, 7,8 millones de científicos e ingenieros están contratados en actividades de investigación en todo el mundo y, a partir de 2007, el número de investigadores ha aumentado en un 21 %. Este notable crecimiento

también se refleja en la expansión del número de publicaciones científicas.

La Unión Europea sigue siendo líder mundial en cuanto al número de investigadores, con una proporción del 22,2 %. Desde 2011, China (19,1 %) ha superado a los Estados Unidos de América (16,7 %), tal como predijo el Informe de la UNESCO sobre la Ciencia 2010.

Japón, por ejemplo, a nivel mundial se ha contraído del 10,7 % (2007) al 8,5 % (2013), y la Federación de Rusia del 7,3 % al 5,7 %.

Es así que los cinco mencionados siguen representando el 72 % de todos los investigadores, aunque sus respectivas proporciones han variado. Cabe destacar que los países de ingresos altos han cedido algo de terreno a los países de ingresos medianos altos, entre los que se incluye China; esta última representaba el 22,5 % de los investigadores en 2007, pero el 28,0 % en 2013 (Soete *et al.*, 2015, p. 14).

No obstante, en este camino de las ciencias, el mundo está en busca de una estrategia efectiva de crecimiento en el conocimiento y en la investigación científica, de manera que esos avances puedan ser útiles para la humanidad. Por ejemplo, fomentar la investigación básica y aplicada para traspasar los límites del conocimiento y resolver problemas, generando soluciones ad hoc para la humanidad y, sobre todo, fortaleciendo el aprendizaje de la investigación en la educación básica como punto de partida, promoviendo el desarrollo de ideas y aprendiendo la búsqueda, el análisis, la recolección de información y el encuentro de respuestas a las interrogantes sobre la materia que cursan y su asignatura en la planeación académica (Bogoya Maldonado, 2003).

En este mismo contexto, en el año 2009 surge otra visión, ya que en los planes y programas de estudio elaborados se incluye la enseñanza de las ciencias como una de las materias principales, en donde el estudiante aprende a desarrollar sus primeras habilidades investigativas, como observar, explorar y comprender el mundo natural y social que lo rodea.

Al mismo tiempo, en esos programas también se incorporan las competencias para el aprendizaje permanente y para el manejo de la información, ambas relacionadas con el proceso de enseñanza-aprendizaje de la investigación en un sentido amplio (Cuevas Romo *et al.*, 2016).

Por lo tanto, la indagación lleva a los estudiantes a explorar un panorama inicialmente desconocido, pero que los invita a adentrarse en ese mundo mediante actividades de aprendizaje orientadas al desarrollo de contenidos, conocimientos, con-

ceptos y teorías científicas, así como del saber y las estrategias sobre cómo los científicos estudian la naturaleza. Esta metodología es muy importante porque puede transformar la educación y fortalecer a los estudiantes, dándoles confianza para ser curiosos y desarrollar un pensamiento crítico.

Además, permite desarrollar habilidades en la experimentación y en el análisis de datos para formular sus propias ideas, fomentando la colaboración y el trabajo en equipo en la valoración de los problemas para construir nuevos conocimientos.

Metodología de enseñanza y aprendizaje de la educación en la ciencia

Ahora se aborda el método de enseñanza-aprendizaje como el camino para lograr el fin que se ha propuesto al planear el desarrollo del contenido a impartir, tomando en consideración los medios que se consideren más importantes, con el objetivo de que el aprendizaje sea más relevante y divertido para los estudiantes (Hernández Infante e Infante Miranda, 2016). La responsabilidad del profesor es motivar al estudiante para que despierte el interés por participar en proyectos encaminados a la ciencia, en donde se aborden temas relevantes que interesen al alumno. Para ello, en la actividad científica se debe mostrar el rol que desempeña el científico en la ciencia, de manera que el alumno sea capaz de generar ideas viables para investigar desde un aspecto serio, conociendo las fuentes que puedan inspirarlo en la investigación científica, ya que de las ideas nace la investigación, generando conocimiento para llegar a la ciencia, iniciando con la observación y buscando una explicación no solo causal, sino también comprensiva e interpretativa de las cosas (Nateras González, 2005).

Resulta una obviedad que el estudiante pueda conocer la diversidad de fuentes que lleguen a generar ideas de investigación, como experiencias propias, libros, revistas, periódicos, tesis, teorías, conversaciones personales y observaciones de hechos o del fenómeno objeto de estudio (Hernández Sampieri y Mendoza Torres, 2018). Esto es adentrarse e ir en busca del conocimiento. La investigación es una actividad humana de carácter social mediante la cual el investigador, a través de los indicios que le proporcionan las fuentes, descubre o presume la existencia de cosas nuevas, comprobando sus conclusiones (Lara Sáenz, 1991).

El método es un requisito indispensable para la investigación y constituye la herramienta que ayuda a sistematizar u ordenar el proceso investigativo. Asimismo, coadyuva al logro de los objetivos preestablecidos y se apoya en herramientas

como la técnica (Nateras González, 2005). Entre los enfoques metodológicos existentes se encuentran el cualitativo y el cuantitativo; al considerar la selección de la investigación, se toma en cuenta la forma en que deberá organizarse el proceso, los objetivos de la investigación y los resultados que se pretenden alcanzar.

En tal sentido, se manifestó: “La investigación cualitativa por definición se orienta a la producción de datos descriptivos, como son las palabras y los discursos de las personas, quienes los expresan de forma hablada y escrita, además de la conducta observable” (Cueto Urvina, 2020, p. 1). Es así que, considerando la epistemología que plantea la investigación, el investigador puede cuestionar el objeto de la realidad que aborda en el estudio, a partir de los relatos, el comportamiento y el conocimiento de la realidad del objeto por conocer.

Ahora, cuando el docente aborda la enseñanza-aprendizaje con enfoque cualitativo, este se utiliza primero para descubrir y refinar preguntas de investigación; asimismo, también pueden probarse hipótesis. El profesor, en la enseñanza-aprendizaje de la metodología cualitativa, deberá establecer los fundamentos conceptuales, combinar la teoría y la práctica, y explicar las técnicas de recolección y análisis de datos, la fenomenología, la etnografía y la teoría fundamentada. También es relevante hablar de la ética en la investigación y del consentimiento informado o, en su caso, de la ruta crítica que se haya presentado en la investigación.

¿Qué es lo que se pretende con la investigación? Para ello se deberá enseñar a los alumnos a elaborar preguntas de investigación que deben ser claras, importantes y que abran nuevas líneas de investigación. Esto se logra mediante la revisión de la literatura y de las fuentes existentes para producir las ideas que orienten las interrogantes.

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 Infante e Infante Miranda, 2016, como se cita en Huamán Rojas *et al.*, 2022, p. 29). De esta manera, se están abordando los enfoques metodológicos que requiere una investigación para lograr el conocimiento y producir la ciencia.

Un método de enseñanza-aprendizaje es el camino o la vía que se utiliza para lograr el objetivo propuesto al desarrollar el contenido que se imparte. La utilización de este método de enseñanza-aprendizaje en una clase obedece a la necesidad de que un cúmulo de saberes sea comunicado a los educandos por el docente en un menor tiem-

po; sin embargo, este debe planificar actividades previas que garanticen la participación activa de los alumnos en la clase. Este método puede usarse en diferentes niveles, dependiendo de los saberes que van adquiriendo los alumnos. De esta manera, se obtiene el trabajo independiente en los niveles reproductivo, productivo y creativo (Hernández Infante e Infante Miranda, 2016, p. 219).

De esta manera, al seleccionar el método, este tiene relación con la forma en que se organizará la investigación. Su utilidad trasciende en el resultado obtenido, esto es, la información que se muestra en la evaluación mediante sus diferentes modalidades, siempre teniendo atención en la concepción didáctica de la clase y en los nexos entre el método, los elementos del proceso, el desarrollo del pensamiento crítico y el resultado de la investigación.

El método científico, por excelencia en la ciencia, se funda en la observación sistemática y la experimentación, formulando hipótesis para obtener nuevo conocimiento. Esto implica la observación del objeto por conocer, obteniendo la mayor información posible sobre el mismo.

Formulándose preguntas sobre el tema, se exponen las suposiciones, es decir, las hipótesis, y la demostración o verificación de estas. “Puede definirse como un proceso sistemático que lleva a conocer la realidad objetiva mediante aproximaciones sucesivas. El método científico utiliza medios que permiten profundizar y perfeccionar el conocimiento adquirido a través del tiempo como consecuencia del propio desarrollo de la ciencia” (Hernández Hernández, 2010). Es un método general, constituido por etapas presentes en el desarrollo de toda investigación científica; esto es, la forma en que se aborda la realidad y se estudian los fenómenos, la sociedad y el pensamiento con el fin de descubrir nuevo conocimiento. Este método acompaña a todos los campos del pensamiento y del razonamiento.

Por su parte, Soler Gil (2023) menciona que, a partir de los elementos conceptuales de la ciencia clásica, el método científico y sus instrumentos aplicados a la investigación abrieron un nuevo camino a la organización cognitiva-actitudinal. El pensamiento complejo y el método científico en la educación superior generan en los estudiantes simulaciones para el desarrollo de procesos y del conocimiento. La incorporación de la investigación como estrategia innovadora, basada en el método científico y el pensamiento complejo, es decisiva para preparar a los estudiantes y dotarlos de las prácticas y conocimientos necesarios al momento de abordar los desafíos complejos y cambiantes de la sociedad.

De tal manera, el método científico cambia, agrega y modifica elementos, pero conserva su enfoque sistemático y riguroso al investigar y estudiar un problema, tanto en la observación empírica como en la formulación de hipótesis. Además, no puede haber separación entre el objeto por conocer y el investigador para llegar al conocimiento.

Por consiguiente, se inicia con lo relacionado con el método experimental, esto es, el experimento y la comprobación, que han constituido progresivamente un método de investigación para la investigación científica (Arteaga Pupo, 2019), el cual es una herramienta importante para investigar fenómenos a través de la observación y la experimentación.

De tal modo que el método experimental y el método científico están completamente unidos, puesto que el primero es una herramienta esencial dentro del método científico. El segundo se trata de un método más amplio que, como se ha mencionado con anterioridad, comprende la observación, la formulación de hipótesis, la experimentación, el análisis y las conclusiones. Por su parte, el método experimental se basa en el empleo de variables para la comprobación de hipótesis. Es así que los experimentos permiten al estudiante, al investigador y a los científicos probar hipótesis y obtener evidencias. Cuando el profesor, en la enseñanza y aprendizaje de la ciencia, inicia con la descripción de lo que son el método científico y el método experimental, orienta al estudiante sobre la metodología que se utilizará en la investigación a través de estos métodos, entre otros, sin dejar de mencionar también las técnicas necesarias para llegar a la verdad.

El pensamiento crítico en la enseñanza y aprendizaje en la educación y la ciencia

En este mismo contexto se aborda lo relacionado con el pensamiento crítico, considerado como una actividad reflexiva. Una persona que tiene pensamiento crítico posee la capacidad de formular preguntas, problemas y razonamientos claros; analiza información importante para llegar a soluciones relevantes; tiene un pensamiento abierto y autorregulado, y desarrolla habilidades en la comunicación y la solución de problemas. Según Dewey (1993, como se cita en García Velázquez, 2020), el pensamiento crítico es la:

“Consideración activa, persistente y cuidadosa de una creencia o una supuesta forma de conocimiento a la luz de sus sustentos y de las conclusiones últimas que de ella se obtienen” (p. 7).

El pensador crítico desarrolla su habilidad para formular preguntas notables con la intención de realizar un ejercicio mental que muestre firmeza al pensar. Además, tiene la capacidad de cuestionar su propio pensamiento orientado a la acción. Algunos indicadores de competencia del pensamiento crítico se fundan en la formulación de juicios propios, en el análisis de los juicios ajenos, en el empleo de criterios relevantes para el análisis de los juicios y en la adopción de una actitud constructiva, tomando en consideración las implicaciones prácticas de los razonamientos. Es decir, es aquel estudiante que tiene la agilidad mental para estructurar sus razonamientos e ideas mediante un análisis reflexivo y crear sus propios juicios.

Es así que los elementos del pensamiento crítico abordan el razonamiento sobre un problema o asunto, el establecimiento de metas y objetivos, la conceptualización de teorías y sus definiciones, principios y leyes, así como los supuestos, conclusiones y reflexiones. Cuando se aborda el tema del pensamiento crítico en la educación, se refiere a la formación de personas que entran al mundo del conocimiento y distinguen entre lo verdadero y lo falso. Mediante el razonamiento se realizan análisis antes de expresar una idea o tomar una decisión.

Por ejemplo, en el libro *El mundo de Sofía*, de Justin Gaarder, se propone a la filosofía como el camino esencial para comprender la vida, el origen de las cosas en el mundo que nos rodea y el lugar que ocupamos en él. Hace pensar a Sofía de dónde venimos, dónde estamos y hacia dónde vamos. A través del curso de filosofía, Sofía descubre la historia de la filosofía desde los griegos, caminando por el existencialismo, la conceptualización moderna—como el darwinismo—, llevando al lector en este viaje intelectual junto con ella a través de la historia del pensamiento humano. Esas cartas misteriosas que le llegan la llevan a investigar el mundo de las ideas de esos grandes filósofos.

Se menciona esta obra, que es una novela, porque muestra la necesidad de abundar en el conocimiento y encontrarse, como Sofía, con uno mismo. Ella, al descubrir nuevas ideas, reconoce el aquí y el ahora.

El estudiante, en el proceso de aprendizaje, debe abundar más en el conocimiento para poder llegar a una valoración mayor en un ejercicio mental y bajo el razonamiento, y tomar un pensamiento crítico bajo la interpretación, la argumentación y la evaluación. A su vez, Barajas Sánchez (2021), quien cita a Harvey Siegel, dice: “Las personas que poseen espíritu crítico valoran un buen razonamiento, y están dispuestas a creer, juzgar y actuar con base en ellos”. Por lo tanto, es importante de-

sarrollar las habilidades del pensamiento, de las palabras y de las ideas para llegar al análisis y al argumento crítico.

Esto lleva a considerar que es ineludible adecuar los programas de educación con las materias adecuadas y con metodologías que inciten al alumno a reflexionar y a buscar el conocimiento por medio de la valoración de la crítica y de las aportaciones.

Los programas de enseñanza-aprendizaje deben iniciarse desde la educación básica con los niños. En la formación se deben analizar los propios pensamientos y, posteriormente, evaluarlos; solo así serán excelentes pensadores críticos. El metaconocimiento inicia con los primeros pensamientos en formación; resulta importante la planeación, la evaluación del pensamiento y, por supuesto, darle la real importancia al valor de esas ideas.

Aprendizaje cooperativo, una forma diferente de enseñar ciencia

El aprendizaje cooperativo es una herramienta en la educación que enriquece el aprendizaje del estudiante por medio del trabajo en grupos y la diversidad de pensamiento para alcanzar los objetivos deseados. Además, fomenta la colaboración y el apoyo mutuo, construyendo relaciones entre ellos en la enseñanza del conocimiento y dándole confianza a aquellos alumnos que son inseguros. En esa interacción que realizan en aula, se promueve la consolidación en el estudio, la tranquilidad y la felicidad, fomentando un ambiente sano, enriqueciendo la participación de los alumnos en un aprendizaje diferente colaborativo, con una educación inclusiva. En el aprendizaje de la educación de la ciencia, los estudiantes, en conjunto, analizan y estructuran sus investigaciones, métodos y técnicas.

En el aprendizaje cooperativo florece el conocimiento y el éxito de cada uno es el éxito del grupo. La utilización de esta herramienta ayuda al estudiante a aprender más y desarrolla habilidades del pensamiento crítico.

“Aprendizaje cooperativo es en esencia una metodología de corte activo en la cual los estudiantes desarrollan actividades de aprendizaje en pequeños grupos con miras a maximizar sus aprendizajes favoreciendo cualitativamente el desarrollo de habilidades sociales” (Pérez Salgado et al., 2022, p. 8).

En el aprendizaje cooperativo, el uso de método de rompecabezas en la ciencia hace que los alumnos sean expertos en algún tema y luego en-

señen el conocimiento adquirido a sus compañeros, pasando a ser tutores de ellos. Cada alumno es una pieza fundamental en el trabajo a realizar, y asume –cada uno– la responsabilidad de una parte del contenido para luego compartirla con sus compañeros. Asimismo, ellos deberán escuchar a cada compañero de equipo, teniendo en cuenta la cooperación de todos (Carrasco Sotelo, 2020).

Aprendizaje basado en proyectos en la enseñanza de la ciencia

El aprendizaje basado en proyectos nace como una metodología innovadora, promoviendo el aprendizaje en el cual los alumnos participan en investigaciones, ampliando el pensamiento crítico y buscando la solución de problemas. Se considera, además, como un método sistemático de enseñanza-aprendizaje que incluye a los alumnos para adquirir el conocimiento mediante un proceso de indagación (Flores Rengifo *et al.*, 2024).

A través de esta herramienta pedagogía se promueve el aprendizaje activo de los estudiantes para que puedan diseñar sus proyectos mediante la exploración de investigar de forma fenomenológica.

Este tipo de aprendizaje constituye una estrategia pedagógica de alto valor en la enseñanza de la ciencia, al promover un aprendizaje activo, contextualizado y significativo. Permite desarrollar competencias fundamentales en el mundo contemporáneo, activa el pensamiento crítico, la indagación y la colaboración científica.

Autores como Hernández-Ramos y De La Paz (2009) encontraron que estudiantes que realizaron proyectos en ciencia desarrollaban mejores habilidades para resolver problemas complejos y comunicar resultados, mientras que (Boaler, 2002) indica que, en el ámbito de las matemáticas, los estudiantes que trabajan con este aprendizaje tienen un mejor rendimiento en tareas que requieren transferencia de conocimientos a nuevas situaciones, lo cual es un objetivo clave de la enseñanza científica.

Si bien su implementación presenta retos, su potencial transformador justifica ampliamente su inclusión en los programas de formación científica. La ciencia de la educación, como disciplina reflexiva y propositiva, debe seguir investigando y promoviendo metodologías que favorezcan una enseñanza científica más humanista, crítica y comprometida con la realidad.

Aprendizaje de estudios de casos en la ciencia

Se refiere a estudios de casos concretos para estudiar escenarios complicados, aplicando cono-

cimientos teóricos y obteniendo la resolución de un problema en un contexto real. La utilización de metodología en este tipo de aprendizaje versa en la orientación que le dé el investigador, ya sea mediante un análisis documental descriptivo o, en su caso, un proceso a través de un estudio comparativo de casos para llegar a una conclusión.

Este enfoque promueve el pensamiento crítico, la argumentación, la toma de decisiones informadas y la conexión del saber con la vida cotidiana, elementos fundamentales en la formación científica integral del alumnado en la actualidad.

A su vez, Apple (2012), desde una perspectiva crítica, ha defendido la necesidad de vincular el aprendizaje con los problemas reales y los contextos sociales de los estudiantes. En sus obras más recientes destaca que las metodologías como el estudio de casos conectan el conocimiento científico con la realidad del estudiante, fomentando el pensamiento reflexivo y emancipador. Para Apple (2012), el aprendizaje tiene valor si ayuda a los estudiantes a comprender estructuras de poder, dilemas éticos y conflictos científico-sociales.

El aprendizaje de estudios de casos en la ciencia constituye una metodología eficaz y relevante para la enseñanza, en virtud de que, mediante el análisis crítico de situaciones reales, el alumnado no solo adquiere conocimientos científicos, sino que ejercitan habilidades para aplicarlos en contextos complejos, éticamente sensibles y socialmente relevantes. En un mundo que enfrenta desafíos como el cambio climático, la pandemia o la innovación tecnológica acelerada, formar personas capaces de comprender y actuar científicamente se vuelve una prioridad educativa. En este sentido, se debe promover el uso de estrategias de este tipo de enseñanza, que colocan a la persona en el centro de su propio aprendizaje, en diálogo con los problemas del mundo, en un contexto real y actualizado.

Conclusiones y resultados

En el presente trabajo se abordaron diferentes métodos de enseñanza en la educación de la ciencia, estableciendo la importancia de su aplicación por los profesores en la instrucción en la formación educativa, para lograr que el estudiante tenga un pensamiento crítico e iluminación de sus ideas. Se muestra en el texto escrito el estudio del aprendizaje cooperativo y el rol que define el profesor con el estudiante o grupo de estudiantes para adquirir el nuevo conocimiento juntos, implementando la técnica del rompecabezas; de este modo se resuelven problemas.

La porción que se aborda sobre proyectos de enseñanza en la educación y la ciencia, a través de esa metodología didáctica que se menciona en el escrito, indica que los profesores deben involucrar a los estudiantes en un proceso de investigación para crear un producto o una solución. Esto hace que los alumnos aprendan haciendo conocimiento y ciencia, por medio de una planificación, diseño y ejecución con su presentación.

Principalmente, se busca que los estudiantes trabajen, estudien y analicen con un pensamiento crítico, y que el profesor oriente a que ellos estudien de manera objetiva para formar y tomar decisiones fundamentales. Así pues, con la teoría fundamentada, el investigador o estudiante utiliza el pensamiento crítico; el alumno analiza, evalúa,

explica, autorregula. El pensamiento crítico es el punto central para la utilización de los métodos.

Como se analiza y se describe, resulta de gran relevancia la utilización, práctica y desarrollo de estos métodos y técnicas en la enseñanza y aprendizaje para el nuevo conocimiento en la educación y la ciencia.

Por lo tanto, cabe considerar que las universidades deberán valorar los planes de estudio con diseños curriculares que incluyan una educación orientada a la enseñanza de inclusión de métodos y estrategias que motiven al estudiante para desarrollar el pensamiento crítico, así como disciplinas que logren con esto un enfoque general en la educación y la investigación de estudiantes y profesores.

Referencias

- Apple, M.W. (2012). *Education and power*. Routledge. https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781136499586_A23848897/preview-9781136499586_A23848897.pdf
- Arteaga Pupo, F. (2019). Diferencias entre el método experiencial y el experimental en las ciencias pedagógicas (Differences between the experiential and experimental methods in the pedagogical sciences). *Didáctica y Educación*, 10(4) 251-263. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7248611>
- Arroyo García, F. & Jaén Sánchez, M. (2022). *Introducción a KANT* (Introduction to KANT). Editorial Gredos. <https://archive.org/details/arroyo-f.-y-jaen-m.-introduccion-a-kant-barcelona-2022./mode/1up>
- Boaler, J. (2002). Aprendiendo de la enseñanza: explorando la relación entre la reforma curricular y la equidad (Learning from Teaching: Exploring the Relationship between Reform Curriculum and Equity). *Revista de Investigación en Educación Matemática*, 33(4), 239-258. <https://doi.org/10.2307/749740>
- Barajas Sánchez, B. (2021). Del pensamiento salvaje al pensamiento crítico (From savage thinking to critical thinking). *Latitudes. Revista Cultural del Colegio de Ciencias y Humanidades*, (6), 1-4. https://www.cch.unam.mx/sites/default/files/LatitudesCCH_06.pdf
- Bogoya Maldonado, D. (2003). La evaluación: ¿instrumento de educación o de segregación? (Assessment: an instrument of education or segregation?) *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (48), 9-17. <https://www.redalyc.org/pdf/206/20604803.pdf>
- Bonilla-García, M.Á. & López Suárez, A.D. (2016). Ejemplificación del proceso metodológico de la teoría fundamentada (Example of the methodological process of grounded theory). *Revista Cinta de Moebio*, (57) 305-315. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10148922006>
- Carrasco Sotelo, A. (2020). *La técnica del rompecabezas en el aula* (The jigsaw puzzle technique in the classroom). *Didáctica*. <https://didactia.grupomasterd.es/blog/numero-17/la-tecnica-del-rompecabezas-en-el-aula>
- Cristóbal Tembladera, C.M. & García Poma, H.A., (2013). La indagación científica para la enseñanza de las ciencias (Scientific inquiry for science teaching). *Horizonte de la Ciencia*, 3(5), 99-104. <https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2013.5.8>
- Cueto Urbina, E. (2020). Investigación Cualitativa (Qualitative Research). *Revista Appliet Sciences in Dentistry Journal*, 1(3). <https://revistas.uv.cl/index.php/asid/article/view/2574/5184>
- Cuevas Romo, A., Hernández Sampieri, R., Leal Pérez, B.E., & Mendoza Torres, C.P. (2016). Enseñanza-aprendizaje de ciencia e investigación en educación básica en México (Teaching and Learning Science and Research in Elementary Education in Mexico). *Revista electrónica REDIE*, 18(3). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-40412016000300014
- Flores Rengifo, M.G., Jumbo Masache, L.E., Tréboles Guerrero, J.E., & Farinango Correa, V.J. (2024). Aprendizaje Basado en Proyectos en la Enseñanza de las Ciencias Sociales: Desarrollando Competencias Cívicas y Ciudadanas (Project-Based Learning in Social Science Teaching: Developing Civic and Citizenship Competencies). *Revista de Investigación Científica y Social*, 3(6) 4235-4247. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9947285>
- García Velázquez, L.M. (2020). Reflexionar y comprender. En: L.M. García Velázquez, & J.A. López Vázquez (Coords.). *Pensamiento crítico para el aprendizaje* [Reflecting and understanding. In: L.M. García Velázquez, & J.A. López Vázquez (Eds.). Critical thinking for learning]. UNAM <https://librosoa.unam.mx/bitstream/handle/123456789/3690/9786073081603.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Hernández Hernández, R. (2010). Del método científico al clínico. Consideraciones teóricas (From the scientific method to the clinical method. Theoretical considerations). *MediSur*, 8(5), 63-67. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180020098011>
- Hernández Infante, R.C., & Infante Miranda M.E. (2016). El método de enseñanza-aprendizaje de trabajo independiente en la clase encuentro: recomendaciones didácticas (The Teaching-Learning Method of Independent Work in the Classroom: Didactic Recommendations). *Revista de Pedagogía*, 37(101) 215-231. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65950543011>
- Hernández-Ramos, P. & De La Paz, S. (2009). Learning history in middle school by designing multimedia in a project-based learning experience. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 151-173. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ868627.pdf>
- Hernández Sampieri, R. & Mendoza Torres, C.P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (Research methodology: quantitative, qualitative, and mixed approaches). McGraw-HILL Interamericana editores, S.A. de C. V. http://www.biblioteca.cij.gob.mx/archivos/materiales_de_consulta/drogas_de_abuso/articulos/sampierilasrutas.pdf
- Huamán Rojas, J.A., Treviños Noa, L.L. & Medina Flores, W.A. (2022). Epistemología de las investigaciones cuantitativas y cualitativas (Epistemology of quantitative and qualitative research). *Revista Horizonte de la Ciencia*, 12(23). <https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2022.23.1462>
- Lara Sáenz, L. (1991). Procesos de Investigación Jurídica (Legal Research Processes). Editorial Porrúa.
- Nateras González, M.E. (2005). La importancia del método en la investigación (The importance of method in research). *Revista Espacios Públicos*, 8(15), 277-285. <https://www.redalyc.org/pdf/676/67681519.pdf>
- Pérez Salgado, L.N., Farfán Pimentel, J.F., Delgado Arenas, R., & Baylon Chavagary, R.G. (2022). El aprendizaje Cooperativo en la educación básica: una revisión teórica (Cooperative learning in basic education: a theoretical review). *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 5(1) 6-11. <https://www.redalyc.org/pdf/7217/721778113002.pdf>
- Real Academia Española (2014). *Diccionario de la lengua española* (Dictionary of the Spanish Language) (23a ed.). <https://dle.rae.es/ciencia>
- Reyes-Cárdenas F. y Padilla, K.(2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias (Science inquiry and teaching). *Revista Educación Química*, 23(4)416. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30129-5](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30129-5)
- Soete, L., Schneegans, S., Eröcal, D., Angathevar, B. y Rasiah, R. (2015). *Informe de la UNESCO sobre la ciencia, hacia 2030: Resumen Ejecutivo* (UNESCO Science Report: Towards 2030: Executive Summary). https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235407_spa
- Soler Gil, R.A., (2023). El método científico y el pensamiento complejo para la investigación en la educación superior actual (The scientific method and complex thinking for research in current higher education). *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 15(2), 148-149. <https://doi.org/10.22335/rict.v15i2.1780>
- Torres-Toukoumidis, A., Caldeiro-Pedreira, M.C. & Mäeots, M. (2020). Aprendizaje basado en la indagación en el contexto educativo español (Inquiry-based learning in the Spanish educational context). *Luz* (3), 3-18. https://www.redalyc.org/journal/5891/589165783001/html/#redalyc_589165783001_ref47

Análisis de la cadena de valor de la industria azucarera

Verónica Chong Cruz¹, María Dolores Gracia Guzmán², Julio Mar Ortiz³

Resumen

Este estudio presenta un análisis de la cadena de valor de la industria azucarera, con el objetivo de identificar su estructura, actores clave, dinámica económica y los principales desafíos para su competitividad. Utilizando el marco de la cadena de valor de Michael Porter como base teórica, se empleó una metodología descriptiva-analítica, combinando la revisión de datos secundarios provenientes de informes sectoriales y estadísticas oficiales. La investigación caracteriza los cinco eslabones primarios de la cadena de valor: proveedores de insumos, producción agrícola (cultivo de caña), procesamiento industrial (ingenios), distribución y comercialización, y consumo final. Los resultados revelan que el procesamiento industrial es el eslabón que captura la mayor parte del valor, debido, en gran medida, a la comercialización de subproductos como el etanol y la generación de energía a partir del bagazo. Se identificaron cuellos de botella críticos en la fase agrícola, incluyendo la baja productividad y los altos costos logísticos, así como en la gobernanza de la cadena, donde existe una marcada asimetría en el poder de negociación entre los actores. El análisis concluye que, si bien la industria muestra fortalezas en su capacidad de cogeneración y su tradición exportadora, enfrenta amenazas significativas derivadas de los cambios en las preferencias de los consumidores y de la competencia internacional. Se proponen recomendaciones estratégicas para promover la innovación tecnológica, diversificar los productos y mejorar la integración entre los eslabones, con el fin de garantizar la sostenibilidad y competitividad del sector.

Palabras clave: cadena de valor, industria azucarera, economía circular, sustentable.

Cómo citar: Chong, V., Gracia, M., Ortiz, J. (2026). Análisis de la cadena de valor de la industria azucarera. En Calles, M., Hernández, E., Altamira, J. (Eds.). *Mujeres que transforman conocimiento. Innovación educativa e investigación interdisciplinaria para la sostenibilidad*. High Rate Consulting. <https://doi.org/10.38202/mujerestransf15>

1. <https://orcid.org/0009-0007-4675-0578>, vcruz@uat.edu.mx | Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería, Tampico, México.
2. <https://orcid.org/0000-0001-8385-8587>, mgracia@docentes.uat.edu.mx | Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería, Tampico, México.
2. <https://orcid.org/0000-0002-2150-6591>, jmar@docentes.uat.edu.mx | Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Ingeniería, Tampico, México.

Analysis of the Sugar Industry Value Chain

Abstract

This study presents an analysis of the value chain of the sugar industry, with the objective of identifying its structure, key actors, economic dynamics, and the main challenges to its competitiveness. Using Michael Porter's value chain framework as a theoretical basis, a descriptive-analytical methodology was employed, combining the review of secondary data from sectoral reports and official statistics. The research characterizes the five primary links of the value chain: suppliers and inputs, agricultural production (sugarcane cultivation), industrial processing (sugar mills), distribution and commercialization, and final consumption. The results reveal that industrial processing is the link that captures the largest share of value, largely due to the commercialization of by-products such as ethanol and energy generation from bagasse. Critical bottlenecks were identified in the agricultural phase, including low productivity and high logistics costs, and in the governance of the chain, with a marked asymmetry in bargaining power among the actors. The analysis concludes that, although the industry shows strengths in its cogeneration capacity and export tradition, it faces significant threats from changes in consumer preferences and international competition. Strategic recommendations are proposed to promote technological innovation, diversify products, and improve integration among the links in order to ensure the sustainability and competitiveness of the sector.

Keywords: value chain, sugar industry, circular economy, sustainable.

Introducción

Desde la perspectiva de Santiago Zárate y Hernández Toscano (2021), se señala la importancia de ayudar a identificar procesos y encadenamientos que generen valor y en qué radican los procesos productivos, desde la adquisición de materias primas hasta la entrega final al cliente; cada etapa aporta valor y contribuye a la ventaja competitiva.

A su vez, Porter (1985) define la cadena de valor como una herramienta estratégica fundamental que permite a las organizaciones analizar, de manera sistemática, todas las actividades que realizan para generar un producto o servicio.

De acuerdo con Santiago Zárate et al. (2021), la industria azucarera en México es un sector agroindustrial de gran impacto económico que genera aproximadamente 440 000 empleos directos y 2.2 millones de empleos indirectos, siendo Veracruz, Jalisco y San Luis Potosí los principales estados productores. El concepto de "cadena de valor" fue introducido por Porter (1985) para describir el conjunto completo de actividades necesarias para que un producto o servicio avance desde su concepción, pasando por las diferentes fases de producción, distribución al consumidor y disposición final tras su uso. Se asume que, a medida que el producto pasa de un eslabón a otro de la cadena, adquiere valor. Nguyen et al. (2024) analizan la sos-

tenibilidad de la cadena de valor del azúcar desde la perspectiva de los países emergentes.

Por lo tanto, la cadena de valor puede utilizarse como herramienta para desagregar una empresa en actividades principales, lo que permite identificar las fuentes de ventaja competitiva (Brown, 2000). Diversos estudios destacan cómo las cadenas de valor dirigidas a pequeños productores, impulsadas por el mercado, pueden, en promedio, mejorar el bienestar de los pequeños productores participantes mediante mayores ingresos (Abdulai et al., 2011).

Las tendencias actuales en la industria azucarera de México muestran una disminución drástica en la producción debido a las sequías, lo que ha llevado a una menor exportación y a un aumento de los precios nacionales. Paralelamente, la industria está impulsando la diversificación de productos con valor agregado, como la cogeneración eléctrica y el etanol, así como la implementación de tecnología (Industria 4.0) para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad (Castillo Torres et al., 2018).

El análisis de la cadena de valor se ha empleado para examinar y evaluar industrias y clústeres industriales en su totalidad, así como sistemas específicos dentro de las empresas. Asimismo, se ha utilizado para examinar actividades que se ex-

tienden cada vez más por varios países o la llamada “cadena global de valor” (CGV). En un entorno altamente competitivo, la aplicación de este modelo resulta clave para diseñar estrategias más eficientes, mejorar la calidad, innovar en procesos y, sobre todo, entregar mayor valor al cliente, asegurando la sostenibilidad y el éxito de la organización a largo plazo.

El análisis de la cadena de valor en la industria azucarera es fundamental para comprender, de manera integral, cómo se genera valor en cada una de las etapas del proceso productivo, desde el cultivo de la caña hasta la comercialización del azúcar y sus derivados. Este estudio permite identificar las actividades clave que aportan eficiencia, calidad y competitividad, así como aquellas que generan costos innecesarios o limitan la rentabilidad. En un contexto donde la sostenibilidad, la innovación tecnológica y la optimización de recursos son esenciales, analizar la cadena de valor ayuda a las empresas azucareras a detectar oportunidades de mejora, fortalecer la integración entre productores, industriales y distribuidores, y fomentar prácticas más responsables con el medio ambiente. Además, proporciona una base sólida para la toma de decisiones estratégicas, la diversificación de productos, como biocombustibles o subproductos agrícolas, y la inserción en mercados internacionales con altos estándares de calidad.

Por tanto, este análisis no solo contribuye al incremento de la productividad y la competitividad del sector, sino que también impulsa el desarrollo económico de las regiones cañeras, generando empleo, innovación y valor agregado a lo largo de toda la cadena productiva.

Marco teórico-conceptual

La cadena de valor, propuesta por Michael Porter en 1985, es un modelo que describe todas las actividades que realiza una empresa para crear un producto o servicio que tenga valor para el cliente. El análisis de la cadena de valor de la industria azucarera en México se sustenta en el marco teórico desarrollado por la CEPAL, que define la cadena de valor como un modelo sistemático para desagregar las actividades de una organización en procesos estratégicamente relevantes, con el fin de comprender las fuentes de ventaja competitiva. Porter plantea que cada organización está compuesta por una serie de actividades primarias y de apoyo que, al interactuar entre sí, determinan la ventaja competitiva de la empresa.

El análisis de la cadena productiva es el estudio sistemático de todas las etapas, actores y procesos

involucrados en la producción, transformación, distribución y comercialización de un bien o servicio. Su objetivo es identificar cómo se genera el valor en cada eslabón de la cadena, detectar ineficiencias, cuellos de botella, oportunidades de mejora y promover una mayor articulación entre los diferentes participantes del sistema productivo, de acuerdo con la CEPAL (2024).

El desarrollo productivo se define como “la sofisticación, diversificación y generación de cambio estructural en otras palabras, la transformación productiva de la economía, que lleva a un incremento de la productividad y, de esa manera, a una mejora del bienestar de la población” (CEPAL, 2024).

Este segmento de la literatura sobre cadenas de valor también se conoce como cadenas globales de productos básicos, redes globales de producción o cadenas internacionales de suministro (Forero Camacho & Sánchez Jiménez, 2016). La cadena global de valor (CGV) define la modernización económica como “un cambio hacia productos, servicios y etapas de producción de mayor valor añadido mediante una mayor especialización y vínculos nacionales e internacionales eficientes”. Asimismo, se enfatiza la importancia de los vínculos internacionales para la creación de encadenamientos transfronterizos hacia adelante y hacia atrás, así como de vínculos internacionales de conocimiento que permiten compensar la limitada base de conocimiento nacional (Larrahondo, 1995).

Los encadenamientos productivos son las relaciones económicas y comerciales que se establecen entre empresas, sectores o actores dentro de un proceso productivo, con el fin de agregar valor a los bienes o servicios y fortalecer la competitividad del conjunto.

El estudio de Salgado-García et al. (2016) sobre la calidad de jugos de caña según el ciclo de cultivo en Chiapas aporta evidencia clave para la actividad primaria de “operaciones”, ya que la variabilidad en parámetros como brix y pureza afecta directamente la eficiencia del proceso de molienda y, por tanto, la productividad del eslabón industrial. La mejora continua en la eficiencia de la cadena exige innovación tanto en actividades primarias como de apoyo. En este sentido, el trabajo de Senties-Herrera y Gómez-Merino (2014) sobre mejoramiento genético de caña de azúcar se alinea con la visión de Morales-Sandoval, et al. (2019), acerca de que la competitividad se sustenta en la capacidad de innovación y adaptación tecnológica. El desarrollo de variedades con mayor rendimiento agrícola y calidad industrial constituye una actividad de apoyo estratégica que potencia la productividad de la actividad primaria de “abastecimiento”.

Complementariamente, Vera-Espinosa et al. (2016) evalúan diez variedades desde una perspectiva agroindustrial, al integrar variables de campo y de fábrica, lo que permite optimizar la selección varietal en función del desempeño en toda la cadena, desde el campo hasta el ingenio. La medición del desempeño a lo largo de la cadena de valor requiere indicadores robustos de productividad y eficiencia. En este ámbito, Santiago Zárate et al. (2021) analizan la productividad y el cambio tecnológico en la agroindustria cañera mexicana, identificando factores que han limitado el crecimiento de la productividad total de los factores (PTF). Estos hallazgos son cruciales para evaluar la eficiencia conjunta de las actividades primarias y de apoyo a nivel sectorial.

Un análisis más reciente y desagregado, como el presentado en Productividad total de los factores en la agroindustria cañera por entidad federativa (2025), permite identificar disparidades regionales en la eficiencia, lo que sugiere que las fuentes de ventaja competitiva, conforme a Porter (1985), no están distribuidas uniformemente y pueden depender de factores locales, como el clima, la tecnología adoptada o la gestión. Las condiciones contextuales o externas, que Porter engloba en su modelo de las cinco fuerzas competitivas, también influyen en la configuración y el desempeño de la cadena. Factores climáticos, por ejemplo, son determinantes en la actividad primaria de “abastecimiento”. El estudio de Vargas et al. (2007) sobre clasificación climática en Tamaulipas proporciona un marco para entender cómo las condiciones ambientales pueden afectar el rendimiento y la calidad de la caña, impactando así la eficiencia aguas abajo en la cadena. Esta interacción entre el entorno externo y las actividades internas de la cadena subraya la necesidad de una gestión estratégica que, como señala Porter (1985), no solo optimice cada actividad de forma aislada, sino que garantice la coherencia y la sinergia entre todas ellas para crear y sostener una ventaja competitiva sostenible en la industria azucarera mexicana.

La producción de caña de azúcar enfrenta actualmente diversos retos relacionados con la eficiencia operativa, la sostenibilidad y la competitividad del sector. Estos desafíos se intensifican debido al uso limitado de tecnologías modernas, prácticas tradicionales de cultivo y una baja adopción de procesos de innovación orientados a la mejora continua (Maldonado-Guzmán & Pinzón-Castro, 2023). En este contexto, la innovación se convierte en un factor estratégico para incrementar la productividad agrícola y optimizar el uso de los recursos disponibles.

Diversos estudios señalan que la modernización de la producción cañera requiere la incorporación de tecnologías agronómicas, mejoras en la gestión del proceso productivo y la adopción de enfoques sistemáticos de innovación. Gómez-Merino et al. (2014) destacan que existen necesidades específicas de innovación en áreas como el manejo del cultivo, la transferencia tecnológica, la capacitación de productores y la vinculación entre investigación científica y práctica agrícola, lo cual limita el desarrollo integral del sector. La competitividad se refiere a la capacidad de una empresa, sector o país para producir bienes y servicios que superen en calidad, precio o innovación a los de sus competidores, manteniendo o aumentando su participación en el mercado de manera sostenible.

El valor agregado es el incremento del valor económico que un producto o servicio adquiere a lo largo de su proceso de transformación o comercialización como resultado del trabajo (Maldonado-Guzmán & Pinzón-Castro, 2023), la tecnología, el conocimiento o la innovación aplicados.

Metodología

Para el análisis de la cadena de valor de la industria azucarera en México, se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la literatura especializada y de diversos artículos, así como de la base de datos de la Comisión Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (CONADESUCA). La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, ya que se basa en el análisis de datos numéricos y estadísticas oficiales con el propósito de medir el desempeño productivo, la eficiencia operativa y los indicadores clave de la cadena de valor de la industria azucarera en México. Asimismo, presenta un alcance descriptivo y analítico, dado que se caracterizan los principales eslabones de la cadena de valor y se analizan indicadores de producción, productividad y eficiencia del sector azucarero a nivel nacional.

La población de estudio está conformada por la industria azucarera mexicana, con la inclusión de los ingenios azucareros en operación, los productores de caña de azúcar y los procesos industriales asociados. La muestra es de tipo censal, dado que se utilizaron datos secundarios agregados a nivel nacional, los cuales constituyen el instrumento de recolección de datos, provenientes de la base de datos de CONADESUCA, correspondientes a un periodo específico de análisis de nueve años, con información completa y confiable.

Descripción del proceso metodológico

El presente estudio se fundamenta en una metodología que se presenta en la Figura 1. La investigación permite la obtención de datos numéricos y estructurados, susceptibles de ser analizados con el software SPSS mediante técnicas estadísticas para identificar patrones, relaciones y tendencias. El banco de datos analiza los registros provenientes de fuentes oficiales de la Comisión Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (CONADESUC). El diseño combina un alcance descriptivo con uno analítico, lo que posibilita no solo caracterizar y detallar cada eslabón del sistema productivo, sino también evaluar su desempeño, eficiencia y dinámicas internas de interrelación.

La primera fase del estudio tiene un alcance descriptivo, cuyo objetivo primordial es mapear los parámetros de rendimiento (KPI), así como la identificación y delimitación de eslabones. Para ello, se desagrega la cadena en sus componentes principales: 1) producción primaria (cultivo de caña, involucrando a productores agrícolas, superficies sembradas y prácticas de cultivo); 2) abastecimiento y logística (corte, acarreo y transporte de la caña a los ingenios); 3) procesamiento industrial (operaciones de los ingenios: molienda, clarificación, evaporación, cristalización y refinación), y 4) comercialización y distribución (venta de azúcar, melazas, alcohol y otros subproductos en mercados nacionales e internacionales).

A nivel de cadena, se pueden analizar indicadores de valor agregado por eslabón, costos unitarios de producción y márgenes operativos, derivados de la combinación de datos de diferentes fuentes, lo que permite la identificación de patrones, tendencias y relaciones.

Ahora bien, mediante la utilización de series de tiempo correspondientes a un periodo de nueve años, se analizan las relaciones entre variables. Este proceso se realiza mediante una revisión exhaustiva de la literatura y la explotación de bases de datos secundarias oficiales, en particular las de la Comisión Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (CONADESUC), que ofrecen series históricas estructuradas y confiables.

La segunda fase de la metodología provee la fotografía estructural necesaria para comprender la magnitud, los actores y los flujos básicos de la industria. Posteriormente, tras la descripción del diagrama de flujo, el estudio profundiza con un alcance analítico. Aquí, los datos descriptivos se transforman en indicadores relacionales (ratios) para evaluar el comportamiento, la productividad y la eficiencia de la cadena y de sus partes. Este

análisis busca responder preguntas de desempeño más que de estructura.

La penúltima fase consiste en el análisis estadístico de la cadena de valor de la industria azucarera en México. Para ello, se empleó el software SPSS como herramienta principal para el procesamiento y análisis de datos operativos, productivos y logísticos. A través de la estadística descriptiva se caracterizaron variables clave, como rendimientos de caña, tiempos de molienda, costos de producción y niveles de merma, mientras que técnicas de inferencia estadística, como pruebas de hipótesis y análisis de correlación, permitieron identificar relaciones significativas entre la eficiencia operativa y el desempeño de los eslabones de la cadena.

Asimismo, se aplicaron modelos de regresión para evaluar el impacto de factores críticos en la productividad y competitividad del sector, contribuyendo a la toma de decisiones orientadas a la mejora continua. Posteriormente, en la última fase, se realizan las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

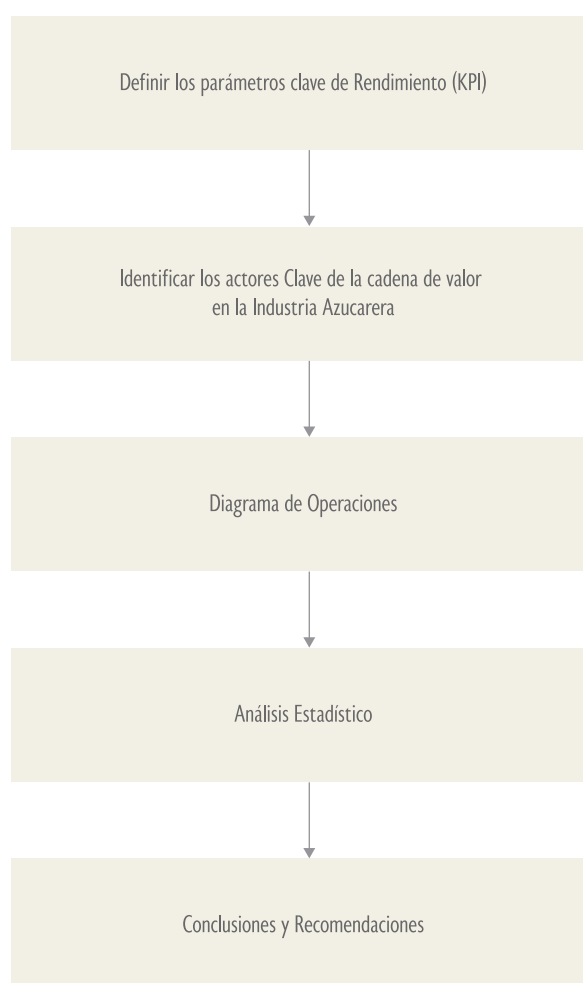


Figura 1. Metodología propuesta para el análisis de la cadena de valor del azúcar

Parámetros clave e indicadores de rendimiento (KPI) en la industria azucarera

El primer parámetro es determinar la siembra y cultivo. Esta etapa es crucial, ya que define la materia prima que llegará al ingenio. La eficiencia en esta fase se mide en términos de productividad agrícola y salud del cultivo, de donde se deriva el rendimiento agrícola (toneladas de caña por hectárea - Tc/Ha), que representa el parámetro principal. Un rendimiento alto indica un buen manejo agronómico, uso eficiente de la tierra y variedades adecuadas. El contenido de sacarosa (CCS - Commercial Cane Sugar o Pol % caña) mide la calidad de la caña, no solo su peso. De acuerdo con Hugot (1986), indica el porcentaje de azúcar recuperable.

El parámetro eficiencia en el uso de agua (m^3 de agua por tonelada de caña) es crítico en regiones con estrés hídrico, pues mide la eficiencia del sistema de riego. Otro indicador es la eficiencia en el uso de fertilizantes y agroquímicos (kg de insumo por hectárea o por tonelada de caña), el cual evalúa la optimización de costos y el impacto ambiental.

El indicador de cosecha y transporte al ingenio tiene como objetivo maximizar la cantidad de caña entregada con el mayor contenido de sacarosa posible, minimizando las pérdidas y la tierra que llega al ingenio. Las pérdidas en cosecha (% de caña no aprovechada en el campo) incluyen caña left behind, trozos perdidos y dañados. Se mide mediante muestreos en el campo poscosecha; una referencia típica es una eficiencia del 95-97 %; pérdidas superiores al 7 % son ineficientes. De igual manera, la pureza del jugo primario (%) es relevante, ya que un jugo más puro (con menos impurezas) es más fácil de procesar. Dentro de los parámetros se encuentra el tiempo de quema-corte-molienda (horas), que representa el tiempo transcurrido entre la quema de la caña (si es cosecha quemada) y su molienda. La sacarosa se degrada con el tiempo; menos de 24 horas es lo ideal. Periodos superiores a 48 horas generan pérdidas significativas de azúcar. La capacidad de transporte (toneladas de caña por viaje) y el ciclo de viaje (tiempo por viaje) evalúan la eficiencia logística de la flota de camiones o tractores.

El procesamiento industrial del ingenio es el corazón de la operación; su eficiencia se mide por la capacidad de extraer la máxima cantidad de azúcar de la caña, con el menor consumo de energía e insumos. La extracción industrial (% de azúcar recuperado vs. azúcar disponible en la caña) es, quizás, el KPI más importante, ya que mide la eficiencia del proceso de molienda, clarificación, evaporación y cristalización. Un buen ingenio opera

entre 88 % y 92 % de extracción. Por debajo del 85 % hay ineficiencias graves. El consumo específico de bagazo por tonelada de caña (%) considera que el bagazo es el principal combustible para generar vapor y electricidad. Un consumo eficiente permite vender excedentes de energía.

Un ingenio eficiente consume entre 45 % y 50 % del bagazo producido para autoabastecerse. Las toneladas de caña molidas por hora (TCH) vs. capacidad diseñada miden la utilización de la capacidad instalada de la fábrica.

Los parámetros correspondientes al empaque y almacenamiento constituyen la siguiente etapa de análisis. Esta etapa se enfoca en la integridad del producto final, la minimización de mermas y la eficiencia en el manejo. La merma o pérdida de producto (% de azúcar perdido en empaque y almacenamiento) incluye derrames, roturas de empaque y contaminación. Menos del 0,5 % es un estándar aceptable. Cualquier valor superior requiere investigación. La rotación de inventarios hace referencia a los días de inventario en almacén; un inventario que rota rápidamente reduce costos de capital y riesgos de degradación.

El parámetro exportación vía marítima traslada la eficiencia a la logística, el cumplimiento de tiempos y la minimización de costos portuarios. El tiempo de carga del buque (toneladas por hora - TPH) es importante, ya que un tiempo de carga rápido reduce los costos de flete y las demoras en puerto (evitando demarraje); ello, depende del puerto y la infraestructura. La confiabilidad resulta clave en el comercio internacional. Los costos logísticos totales por tonelada exportada (USD/Ton) incluyen transporte terrestre al puerto, almacenaje portuario, estiaje y flete; es el KPI de costos por excelencia para esta etapa.

A continuación, las Figuras 2, 3 y 4 brindan los elementos fundamentales que intervienen en la cadena de valor de la industria azucarera. La Figura 2 muestra los principales proveedores e insumos; la Figura 3 presenta el esquema de la cadena de valor de la caña, y la Figura 4 ilustra el diagrama de flujo de las operaciones involucradas en el proceso productivo.

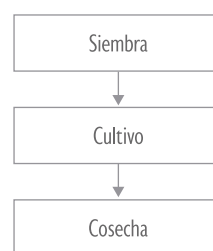


Figura 2.
Proveedores e insumos

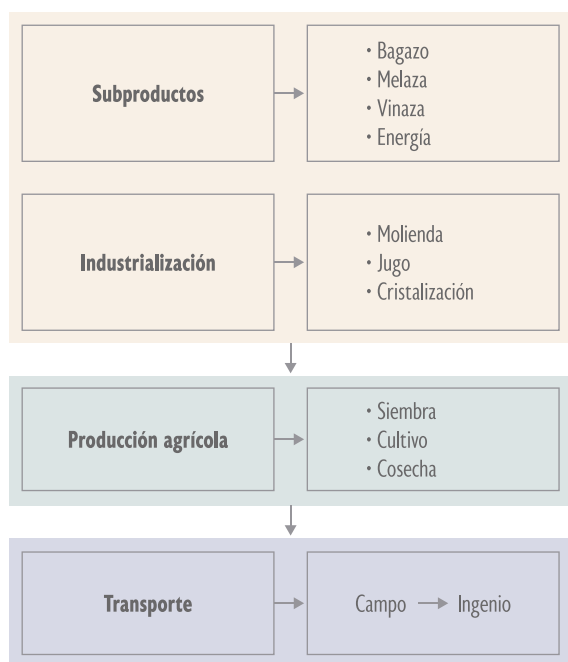


Figura 3.
Esquema de la cadena de valor de la caña



Figura 4.
Diagrama de flujo de operaciones de la caña

Resultados y discusión

Análisis estadístico

A partir de la Tabla 1, se muestra el Balance Nacional del Azúcar (2010-2022). Se observa un comportamiento productivo claramente estacio-

nal, asociado a las corridas por ciclo anual de zafra, donde los mayores volúmenes de producción se concentran de manera sistemática en el periodo noviembre-mayo, mientras que los meses de junio a octubre presentan reducciones significativas o nulas, reflejando la naturaleza agrícola del proceso y la dependencia climática y operativa del cultivo de caña. Este patrón coincide con lo señalado por CONADESUC (2023), que identifica la zafra como el eje estructural del desempeño del sector azucarero mexicano, condicionando la planeación industrial, la capacidad instalada y el abastecimiento nacional. En conjunto, la información de la Tabla 1, apoyada por los promedios semestrales y ponderados, permite concluir que la producción azucarera en México presenta una estructura productiva madura, con estabilidad relativa en el volumen total, pero con oportunidades de mejora en la gestión del ciclo productivo, la eficiencia operativa y la sostenibilidad del proceso, elementos fundamentales para la competitividad del sector en el mediano y largo plazo.

El análisis estadístico presentado en la Tabla 2, análisis de varianza, se realizó mediante el software SPSS e incluyó estadísticos descriptivos por ciclo productivo y un ANOVA, con el objetivo de identificar diferencias significativas en los niveles de producción y, por ende, los periodos de mayor demanda y actividad productiva dentro del sector azucarero. Al mismo tiempo, las desviaciones estándar elevadas reflejan una alta dispersión de los datos, lo cual es característico de procesos agroindustriales sujetos a factores climáticos, operativos y de mercado. El resultado del ANOVA muestra una significancia estadística ($\text{Sig.} = 0,025 < 0,05$), lo que confirma que existen diferencias estadísticamente significativas entre los ciclos productivos, validando que la producción no se comporta de manera homogénea a lo largo del tiempo. La evidencia estadística obtenida mediante SPSS proporciona una base cuantitativa sólida para la toma de decisiones orientadas a la optimización del proceso productivo. En concordancia con lo planteado por Buitrago Coca y Pinto Baquero (2015), la integración de indicadores productivos con variables ambientales resulta fundamental para evaluar el aprovechamiento integral de la caña de azúcar, mitigar impactos negativos derivados de los picos de producción y avanzar hacia un modelo de gestión más eficiente y sostenible del sector azucarero.

A partir de los resultados obtenidos de la Tabla 3, coeficiente de correlación en SPSS, la imagen muestra el resumen del modelo de regresión lineal, los estadísticos de residuos y los coeficien-

Tabla 1.
Balance nacional de azúcar

Balance Nacional de Azúcar Mensual Producción 2010-2022												
Enero	0	0	940,295	1,019,841	934,541	997,931	1,074,824	1,057,304	1,091,304	915,107	1,054,896	1,052,210
Febrero	0	0	866,462	1,106,582	1,045,014	1,079,005	1,042,258	1,020,478	1,116,212	965,703	1,062,132	0
Marzo	0	0	1,109,993	1,214,916	1,194,477	1,164,726	1,205,963	1,193,629	1,211,563	1,142,394	1,188,484	166,991
Abril	0	0	824,176	1,142,245	1,080,052	1,084,918	1,043,937	1,001,424	1,144,102	947,809	961,128	857,800
Mayo	0	0	464,250	934,422	737,115	701,105	576,435	628,555	830,178	510,659	383,637	-
Junio	0	0	91,649	267,198	196,811	144,181	98,879	99,097	118,911	122,943	36,633	-
Julio	0	0	0	15,679	10,200	3,166	2,947	2,510	0	9,240	9,675	-
Agosto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Septiembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
Octubre	0	0	14,144	0	0	0	0	0	0	0	1,712	-
Noviembre	0	116,495	324,108	131,690	227,800	181,332	178,503	162,960	117,602	73,215	171,393	-
Diciembre	0	635,149	881,035	691,393	812,879	760,229	733,419	843,563	796,048	591,251	845,793	-

Promedio simple anual & semestral												
	2010- 2011	2011- 2012	2012- 2013	2013- 2014	2014- 2015	2015- 2016	2016- 2017	2017- 2018	2018- 2019	2019- 2020	2020- 2021	2021- 2022
Enero-Junio	0	0	716,138	947,534	864,668	861,978	840,384	833,415	918,712	767,436	781,152	519,250
Julio- Diciembre	0	125274	203214.5	139794	175,147	157,455	152,478	168,172	152,275	112,284	171,429	
Total por año	0	62637	459676	543664	519907	509716	496431	500793	535493	439860	476290	519250

Promedio Ponderado										
2010- 2011	2011- 2012	2012- 2013	2013- 2014	2014- 2015	2015- 2016	2016- 2017	2017- 2018	2018- 2019	2019- 2020	
0	794719	964056	939289	934088	938881	957639	1016496	850121	942128	

Nota. a partir de <https://www.siiba.conadesuca.gob.mx/infocana>

Tabla 2.
Análisis de varianza

	Estadísticas descriptivas		
	Media	Desviación Estándar	N
Meses	6.5	3.606	12
Ciclo 1	459676	438596.278	12
Ciclo 2	543663.83	516865.655	12
Ciclo 3	519907.42	487097.745	12
Ciclo 4	509716.08	495360.456	12
Ciclo 5	496430.83	499109.868	12
Ciclo 6	500793.33	497302.008	12
Ciclo 7	535493.33	532878.001	12
Ciclo 8	439860.08	455531.408	12
Ciclo 9	476290.25	499847.213	12

ANOVAa					
Modelo	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	Sig
Regresión	139.433	8	17.429	14.66	0.025b
Residuos	3.567	3	1.189		
Total	143	11			

a. Variable dependiente: meses

b. Predictores (constante)ciclo1, ciclo2, ciclo3, ciclo4, ciclo5.ciclo 6. ciclo 7, ciclo 8, ciclo 9

Nota. a partir de <https://www.siiba.conadesuca.gob.mx/infocana>

Tabla 3.
Coeficiente de correlación

Resumen del modelo b					
Modelo	R	R cuadrado	R ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	0.987	0.975	0.909	1.09	1.958

a. Predictores (constante) ciclo1, ciclo2, ciclo 3, ciclo 4, ciclo 5, ciclo 6, ciclo 7, ciclo 8, ciclo 9

b. Variables dependientes meses

Estadísticas de Residuos a					
	Minimo	Maximo	Media	Desviación	N
Valor Pronosticado	0.92	11.88	6.5	3.56	12
Residuo	-1.092	1.212	0	0.569	12
Desviacion Valor Pronosticado	-1.569	1.51	0	1	12
Desviacion	-1.001	1.112	0	0.522	12

Nota: a partir de <https://www.gob.mx/conadesuca/documentos/estadisticas-conadesuca>

tes estimados para los nueve ciclos de producción azucarera. El modelo presenta un coeficiente de correlación elevado ($R = 0,987$) y un R^2 ajustado cercano a 0,975, lo que indica que una proporción muy alta de la variabilidad de la variable dependiente (meses/producción) es explicada por los ciclos productivos analizados. Asimismo, el estadístico Durbin-Watson (~1,96) sugiere ausencia de autocorrelación significativa en los residuos, validando la consistencia del modelo. En la tabla de coeficientes se observa que varios ciclos presentan coeficientes estadísticamente significativos, confirmando que no todos los periodos contribuyen de la misma manera al comportamiento productivo, lo cual refuerza la existencia de una estructura estacional bien definida. Este comportamiento es congruente con la información reportada por la Comisión Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (CONADESUCA), la cual

señala que la producción azucarera en México se concentra en determinados ciclos asociados a la zafra, generando patrones recurrentes de alta y baja actividad a lo largo del año. En conjunto, la evidencia estadística respalda que la relación entre producción y meses es significativa y fuerte, y que los ciclos productivos constituyen un factor determinante en la planeación, control y sostenibilidad del sector azucarero nacional, tal como lo documenta CONADESUCA en sus informes sectoriales.

Mediante la herramienta estadística SPSS, se realizó el análisis de correlación de Pearson entre los ciclos de producción y la variable temporal (meses), cuyos resultados se muestran en la Tabla 4, Correlaciones. Los coeficientes obtenidos evidencian correlaciones positivas muy altas entre los ciclos productivos (valores superiores a 0,90 en la mayoría de los casos), lo que indica una fuerte interdependencia y un comportamiento homogé-

Tabla 4.
Correlaciones

		Correlaciones									
		Meses	ciclo_1	ciclo_2	ciclo_3	ciclo_4	ciclo_5	ciclo_6	ciclo_7	ciclo_8	ciclo_9
Correlación de Pearson	Meses	1	-0.541	-0.723	-0.643	-0.675	-0.682	-0.644	-0.687	-0.719	-0.521
	ciclo_1	-0.541	1	0.93	0.971	0.969	0.978	0.985	0.958	0.961	0.986
	ciclo_2	-0.723	0.93	1	0.988	0.988	0.974	0.974	0.992	0.977	0.936
	ciclo_3	-0.643	0.971	0.998	1	0.988	0.989	0.992	0.994	0.986	0.970
	ciclo_4	-0.675	0.969	0.998	0.998	1	0.995	0.995	0.997	0.992	0.977
	ciclo_5	-0.682	0.978	0.974	0.989	0.995	1.000	0.997	0.990	0.996	0.990
	ciclo_6	-0.644	0.985	0.974	0.992	0.995	0.997	1.000	0.992	0.990	0.989
	ciclo_7	-0.687	0.958	0.992	0.994	0.997	0.990	0.992	1.000	0.987	0.967
	ciclo_8	-0.719	0.961	0.977	0.986	0.992	0.996	0.990	0.987	1.000	0.982
	ciclo_9	-0.621	0.986	0.936	0.97	0.977	0.990	0.990	0.967	0.982	1.000
Sig. Unilateral	Meses		0.035	0.004	0.012	0.008	0.007	0.012	0.007	0.004	0.016
	ciclo_1	0.035		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	ciclo_2	0.004	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	ciclo_3	0.012	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	ciclo_4	0.008	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	ciclo_5	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000
	ciclo_6	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000
	ciclo_7	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000
	ciclo_8	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000
	ciclo_9	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
N	Meses	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	ciclo_1	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	ciclo_2	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	ciclo_3	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	ciclo_4	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	ciclo_5	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	ciclo_6	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	ciclo_7	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	ciclo_8	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	ciclo_9	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Nota. a partir de <https://www.siiba.conadesuca.gob.mx/infocana>

neo del proceso productivo a lo largo del tiempo. Asimismo, la correlación entre meses y ciclos presenta valores moderados a altos, con niveles de significancia estadística (Sig. < 0,05), lo que confirma que la producción de azúcar está estrechamente vinculada al ciclo anual de zafra. Este patrón de alta correlación refleja una estructura productiva estacional, donde los ciclos con mayor actividad se sincronizan en los mismos periodos del año, reforzando la concentración productiva observada en el sector azucarero mexicano. Dichos resultados son consistentes con la información reportada por la Comisión Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (CONADESUCA), la cual señala que la producción nacional de azúcar presenta

una dinámica cíclica bien definida, determinada por el calendario agrícola y la operación de los ingenios.

El histograma de los residuos estandarizados de la producción, que se muestra en la Figura 5, obtenido mediante el análisis de regresión en SPSS, muestra una distribución aproximadamente normal, con los valores concentrados alrededor de la media, cercana a cero, y una dispersión simétrica hacia ambos extremos. Esta forma indica que los supuestos de normalidad de los errores se cumplen de manera adecuada, lo que valida la confiabilidad del modelo estadístico aplicado para explicar el comportamiento productivo en función del tiempo (meses).

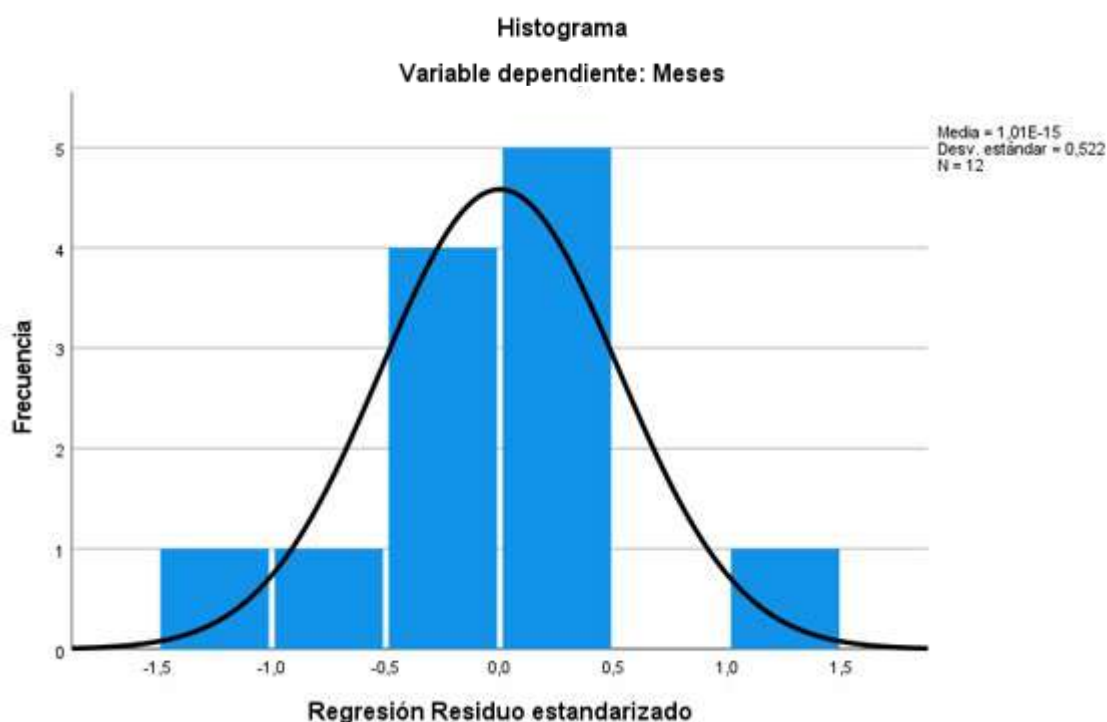


Figura 5.
Histograma de análisis de regresión

La información analizada proviene de los registros oficiales de la Comisión Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (CONADESUCA), los cuales constituyen la fuente primaria de datos estadísticos para el estudio del desempeño productivo del sector azucarero en México.

En la siguiente Figura 6 se representa el gráfico de dispersión realizado en SPSS. En este se descri-

be el comportamiento por ciclo de producción correspondiente a los residuos; se observan los datos obtenidos, los cuales siguen un comportamiento centrado respecto a los meses por ciclo, lo que significa que se encuentran dentro de la normalidad de los ciclos de producción de la caña de azúcar. La fuente de información es el banco de datos de la CONADESUCA.

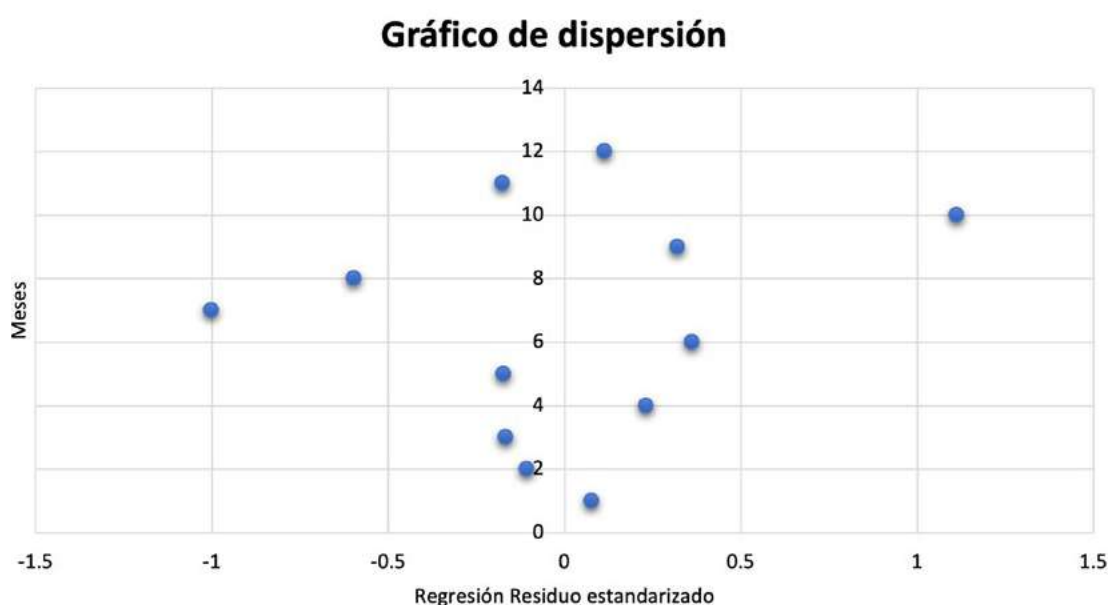
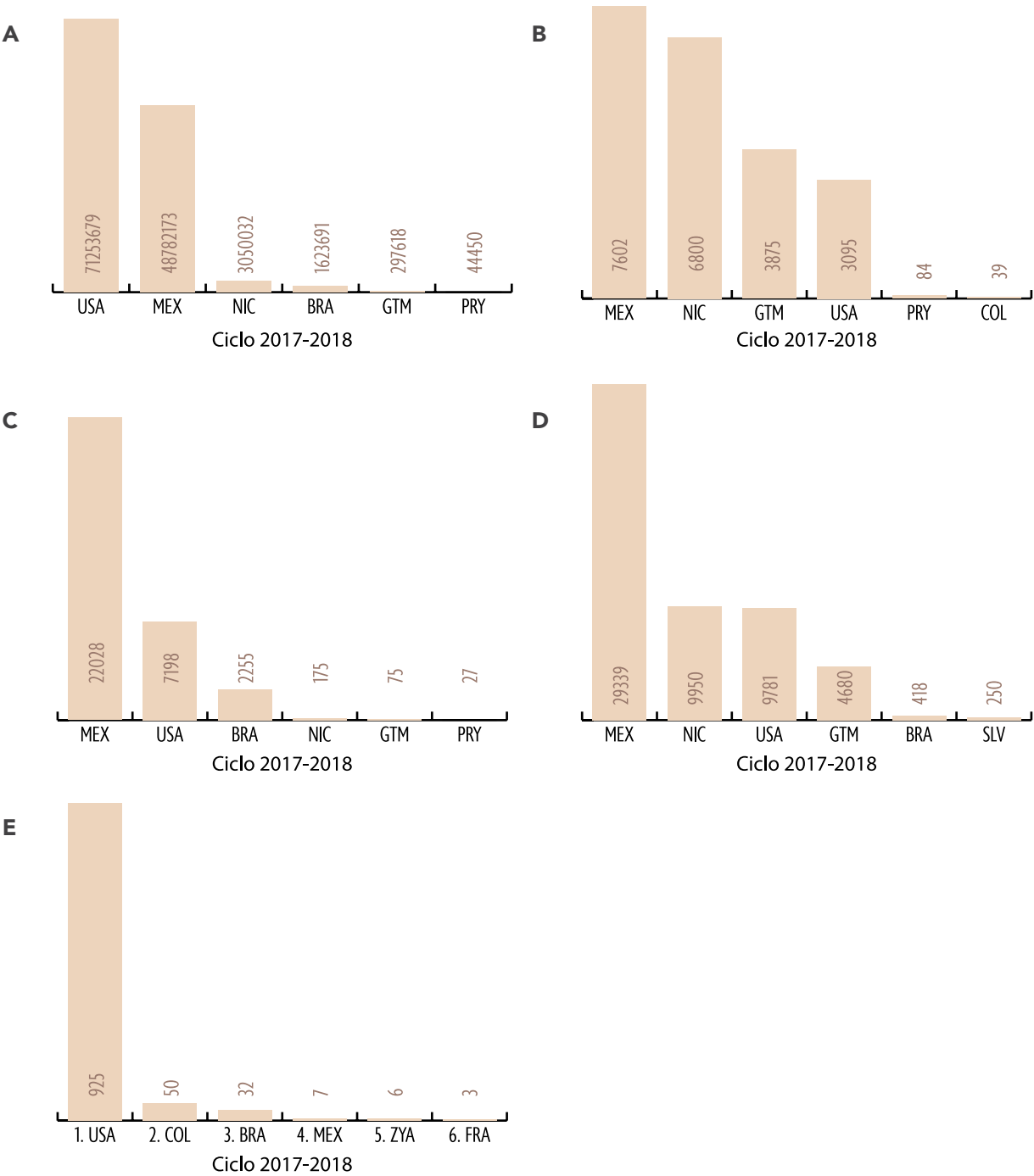


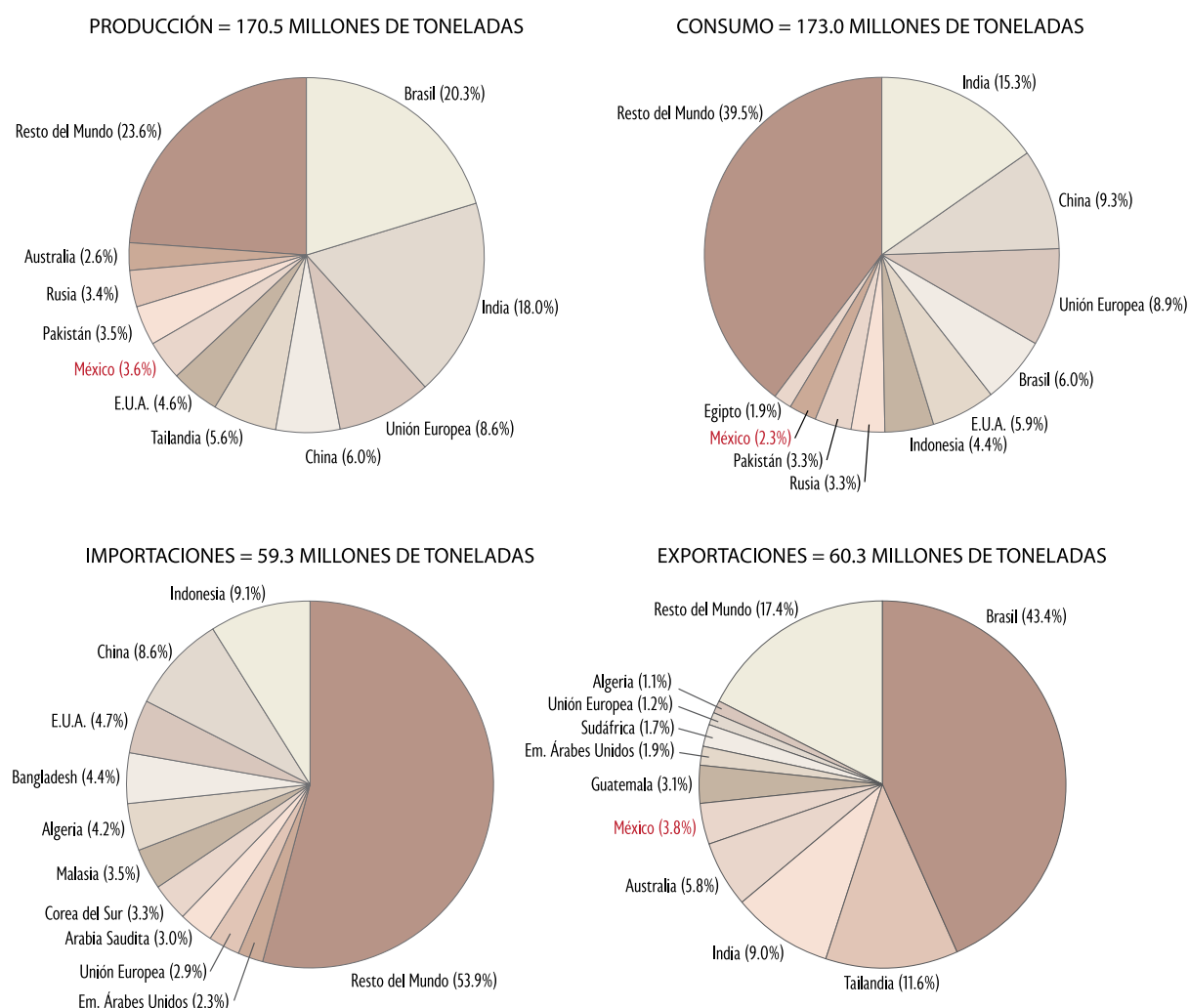
Figura 6.
Grafica de dispersión

Las siguientes Figuras 7 (A, B, C, D y E) muestran el índice de importaciones de azúcar del ciclo correspondiente a los últimos cinco años. Durante el periodo 2017-2022, el índice de importaciones de azúcar mostró una variabilidad significativa, destacando los ciclos 2018-2019 y 2019-2020 como los de mayor volumen. En el ciclo 2017-2018, Estados Unidos lideró con 71 253 679 unidades, mientras que México registró 4 878 173. Sin embargo, en 2018-2019 México alcanzó 7 602 y en 2019-2020

se incrementó notablemente a 29 339, consolidándose como el principal importador en esos años. Posteriormente, las cifras disminuyeron de manera progresiva, llegando en 2021-2022 a valores mínimos (México con 7 y Estados Unidos con 925), lo que refleja una tendencia descendente tras el pico observado en 2019. Este comportamiento puede asociarse a ajustes en la producción nacional, cambios en la demanda y condiciones del mercado internacional.



Figuras 7 (A, B, C, D y E).
Índice de importaciones de azúcar del ciclo correspondiente a los últimos 5 años



PRINCIPALES PARTICIPANTES DEL BALANCE MUNDIAL, CICLO 2021/22

Figura 8.

Participantes del Balance Mundial ciclo 2021/2022

Nota. ISO. World Sugar Balance – noviembre / 2021. Para México: Balance Nacional Azucarero, estimado noviembre / 2021.

La Figura 8 muestra los principales actores del balance mundial correspondiente al periodo 2021–2022. En ella se puede observar el porcentaje por país de la producción de azúcar y su consumo, así como las exportaciones e importaciones más relevantes.

Las exportaciones de azúcar en los últimos nueve ciclos azucareros, se observan en la Figura 9, donde el año 2012 muestra el mayor valor e indica su comportamiento en un intervalo de nueve años.

Las exportaciones incluyen Ingenios y otras empresas para los mercados TLCAN, TLCAN cupo adicional, mundial e IMMEX. La información fue generada con cifras oficiales del SAT.

Recomendaciones

Las estrategias de optimización de la cadena azucarera constituyen un proceso continuo que integra tecnología, mejores prácticas y gestión estratégica. Las estrategias de optimización para cada etapa deben estar alineadas con los objetivos de eficiencia energética, reducción de desperdicio, calidad y sostenibilidad. Con base en el análisis de la cadena de valor de la industria azucarera mexicana, se recomienda priorizar la innovación tecnológica integral desde la fase agrícola, adoptando modelos productivos eficientes como los propuestos por Forero Camacho y Sánchez Jiménez (2016) y variedades de caña mejoradas que equilibren rendimiento y calidad industrial (Gravois, 2020; Larrahondo, 1995). Es crucial impulsar la sostenibilidad



Figura 9.

Exportaciones de azúcar

Fuente: Banco de Datos Conadesuca 2008 al 2017 <https://www.gob.mx/conadesuca/documentos/estadisticas-cona-desuca>

y circularidad, aprovechando subproductos como el bagazo para generación de energía o nuevos biomateriales, siguiendo experiencias como la de Buitrago Coca y Pinto Baquero (2015). Asimismo, se debe fortalecer la articulación de información y modelación entre eslabones, apoyándose en herramientas como las de Moreno et al. (2022) para optimizar la logística, la planeación de zafras y la respuesta a desafíos climáticos y de mercado, en línea con los diagnósticos de la FAO (2015) y el CONADESUCA (2023). Esto permitirá incrementar la productividad, reducir costos y mejorar la competitividad sostenible del sector.

En la primera etapa de siembra y cultivo, se busca maximizar el rendimiento y el contenido de sacarosa con el menor input de recursos. Mejora genética y selección de variedades: utilizar variedades de caña de azúcar de alto rendimiento, resistentes a plagas, enfermedades y sequías, y con un perfil de alta sacarosa. Agricultura de precisión. Riego por goteo: reduce el consumo de agua hasta en un 60 % comparado con métodos de inundación y permite la fertilización mediante la aplicación precisa de fertilizantes disueltos. Cosecha en verde (sin quema): elimina la quema previa a la cosecha. Esto mejora la calidad del aire, reduce la erosión del suelo, aumenta la materia orgánica y evita la degradación de la sacarosa por el calor. La caña “verde” tiene menos impurezas (tierra y cenizas) que llegan al ingenio.

Cosecha y transporte al ingenio: minimizar las pérdidas de caña y la degradación de la sacarosa, y maximizar la pureza de la materia prima entregada. Mecanización de la cosecha: las cosechadoras mecánicas modernas están calibradas para minimizar las pérdidas en el campo (<5 %), cortar los tops de manera más eficiente y reducir la cantidad de materia extraña (hojas y tierra). Logística y planificación optimizada: usar software de gestión de flotas para optimizar las rutas de los camiones, reducir los tiempos de espera y asegurar que el tiempo entre el corte y la molienda sea mínimo (<24 horas). Esto preserva la sacarosa. Sistemas de lavado de caña en la recepción: instalar lavaderos a la entrada del ingenio para reducir significativamente el contenido de tierra y arena, mejorando la calidad del jugo y reduciendo el desgaste de los equipos de molienda.

Procesamiento industrial (ingenio): maximizar la extracción de azúcar, minimizar el consumo energético y generar excedentes de energía. Cogeneración de alta presión: modernizar las calderas para generar vapor a altas presiones (60-80 bares) y luego utilizar el vapor de escape a baja presión para el proceso industrial. Esta es la estrategia más poderosa para la eficiencia energética. Automatización y control de proceso: implementar sistemas de control avanzado (DCS/PLC) para optimizar en tiempo real el consumo de vapor, la presión en los evaporadores y la cristalización, reduciendo el gasto energético por tonelada de azúcar.

Reducción de desperdicio y mejora de calidad. Reutilización de aguas de proceso: implementar circuitos cerrados de agua para reducir el consumo de agua fresca y el volumen de aguas residuales. Valorización de subproductos: no considerar los subproductos como desperdicio. Bagazo: utilizado como combustible para cogeneración. El excedente se puede compactar para producir pellets o usar para fabricar papel o tableros. Melaza no se trata de un desperdicio; es la materia prima para producir etanol combustible o ron. Cachaza: puede ser compostada o usarse directamente como fertilizante orgánico, cerrando el ciclo de nutrientes.

Técnicas de clarificación mejoradas: uso de floculantes más eficientes y control del pH para obtener un jugo más puro, lo que reduce la formación de impurezas (escorias) en las etapas posteriores y mejora la calidad del azúcar crudo.

Automatización del empaque: consiste en emplear líneas automáticas de ensaque y paletizado que garanticen una dosificación precisa del peso, reduzcan la manipulación humana y minimicen derrames y roturas de empaques. Control de ambiente en bodegas: Mantener la humedad y temperatura controladas en las bodegas de almacenamiento para prevenir la compactación y degradación del azúcar. Sistema de Gestión de Almacenes (WMS): implementar software para gestionar inventarios en tiempo real, optimizar la ubicación del producto y asegurar una rotación FIFO (Primero en Entrar, Primero en Salir), reduciendo el tiempo de almacenaje.

Exportación vía marítima: con el objetivo de minimizar costos logísticos, tiempos de operación y riesgos de contaminación. Logística integrada y planificación: coordinar estrechamente la producción, el almacenamiento y la programación de buques para minimizar los tiempos de espera y los costos de demora (demurrage y detention). Instalaciones portuarias propias o dedicadas: tener acceso preferente a muelles y equipos de carga especializados (como cintas transportadoras cubiertas) acelera la tasa de carga y protege el producto de la intemperie y contaminación. Contenedorización para azúcar blanca refinada de alto valor: el uso de contenedores herméticos (Flexibags) garantiza la calidad del producto durante el transporte, reduce los riesgos de contaminación y simplifica la cadena logística.

Estrategias transversales: economía circular, el paradigma más moderno. Ver los residuos de una etapa como insumos de otra. Ejemplo: la vinaza (efluente de la destilería) puede ser tratada en biodigestores anaeróbicos para producir biogás (energía) y un efluente rico en nutrientes que puede ser

regresado a los campos como fertilizante líquido.

Digitalización e IoT: sensores en tiempo real en campos, camiones y fábrica alimentando un “gemelo digital” de la operación. Esto permite predecir fallas, optimizar flujos y tomar decisiones basadas en datos en toda la cadena. Certificaciones de sostenibilidad (Bonsucro, Fairtrade): la adhesión a estos estándares no solo mejora la imagen corporativa, sino que proporciona un marco estructurado para implementar estas mejores prácticas, often resulting in acceso a mercados prémium y a un mejor financiamiento. La implementación de estas estrategias convierte un ingenio azucarero de una operación tradicional en una bio-refinería moderna, altamente eficiente, rentable y sostenible.

Conclusiones

El análisis de la cadena de valor en el caso de la industria azucarera en México inicia con el reconocimiento de actores como productores de caña, ingenios, transportistas, distribuidores, exportadores y consumidores finales, con la finalidad de producir etanol, energía o melaza. Se concluye que la identificación de los actores clave tiene un impacto positivo fundamental, ya que permite comprender de manera integral cómo se generan y distribuyen los beneficios a lo largo de toda la cadena de valor. Según el modelo propuesto por Michael Porter, la cadena de valor está compuesta por actividades primarias y de apoyo que, al coordinarse de manera eficiente, generan una ventaja competitiva sostenible. Por lo tanto, el análisis de los actores dentro de la cadena de valor consolida una visión estratégica del sector, fomenta la competitividad, impulsa la eficiencia productiva y fortalece la sostenibilidad económica y ambiental de la industria azucarera.

Este análisis es importante porque ayuda a detectar los eslabones que aportan ventajas competitivas y aquellos que presentan ineficiencias o pérdidas, lo que permite diseñar estrategias para optimizar costos, mejorar la calidad del producto y aumentar la rentabilidad. Además, el enfoque de Porter fomenta la coordinación entre productores, ingenios y distribuidores, impulsando la innovación y la sostenibilidad a lo largo de toda la cadena. Una vez analizados los datos proporcionados por la CONADESUC (Comisión Nacional del Azúcar) y los parámetros que son monitoreados constantemente por los departamentos de Control de Calidad, Producción y Costos de los ingenios azucareros, este enfoque basado en datos permite identificar cuellos de botella, optimizar procesos y mejorar sustancialmente la rentabilidad de toda la

cadena. Analizando las gráficas anteriores, la producción en el ciclo 2021, con una producción de 170,5 millones de toneladas, muestra que México representa el 3,6 % del total; con respecto al consumo mundial de 173 millones de toneladas, México ocupa el 2,3 % del balance mundial.

En cuanto a las exportaciones de azúcar, en los últimos nueve ciclos que se pronosticaron, se encontró que el ciclo 2012-2013 representa el mayor

valor. La gráfica de exportaciones muestra que el ciclo 2013-2014 (del periodo de nueve ciclos) presenta el mayor índice, con 2 561 120.

En consecuencia, estudiar la cadena de valor en la industria azucarera con el modelo de Porter no solo fortalece la competitividad empresarial, sino que también contribuye al desarrollo económico regional, al promover un sistema productivo más eficiente, sustentable y orientado al mercado global.

Referencias

- Abdulai, A., Owusu, V., & Goetz, R. (2011). Land tenure differences and investment in land improvement measures: Theoretical and empirical analyses. *Journal of Development Economics*, 96(1), 66–78. <https://doi.org/10.1016/j.jdevco.2010.08.002>
- Aguilar-Rivera, N., Galindo-Mendoza, M. G., Fortanelli, J., & Contreras-Servín, C. (2011). Factores de competitividad de la agroindustria de la caña de azúcar en México. *Región y Sociedad*, 23(52), 261–297. DOI: <https://doi.org/10.22198/rys.2011.52.a188>
- Brown, S., Bessant, J. & Lamming, R. (2000). *Strategic operations management*. Elsevier.
- Buitrago Coca, A., & Pinto Baquero, P.C. (2015). *Determinación de indicador integrado de desarrollo sostenible y biograma para el aprovechamiento actual del bagazo de caña de azúcar en el Valle del Cauca (Determination of an integrated sustainable development indicator and a biogram for the current utilization of sugarcane bagasse in the Valle del Cauca)* [Tesis de Grado, Universidad Santo Tomás]. https://redcol.minciencias.gov.co/Record/SANTTOMAS2_a64899887a5e9072b7f664bcba7db8f5/Details
- Castillo Torres, J. L., González Gómez, D. X., & Soto Alarcón, J. M. (2018). Agroindustria de la caña de azúcar: desafíos para el sector agrícola. *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*, 7(13), 10–17. <https://doi.org/10.29057/icea.v7i13.3503>
- Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (CONADESUCA). (2023). Reporte mensual del mercado de azúcar 2022-2023. <https://www.gob.mx/conadesuca/documentos/reporte-mensual-del-mercado-de-azucar-2022-2023>
- Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar. (s. f.). InfoCaña: Sistema de información de la agroindustria de la caña de azúcar. Recuperado el 7 de julio de 2026, de <https://www.siiba.conadesuca.gob.mx/infocana/Consulta/Reportes.aspx?f=1>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2024). Estudio Económico de América Latina y el Caribe, 2024: Trampa de bajo crecimiento, cambio climático y dinámica del empleo. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/80595-estudio-economico-america-latina-caribe-2024-trampa-crecimiento-cambio-climatico>
- FAO (2012). Crop yield response to water. Food and Agriculture Organization. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/fb1683eb-df22-438f-b997-a34d44b86ba7/content>
- FAO (2015). FAO 2015 Publications. FAO. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/5056e>
- Forero Camacho, C.A., & Sánchez Jiménez, R.J. (2016). *Modelo productivo: Manejo agronómico de la caña de azúcar y producción agroindustrial de panela en la hoya del río Suárez (Production model: Agronomic management of sugarcane and agro-industrial production of panela in the Suárez River basin)*. AGROSAVIA.
- Gómez-Merino, F.C., Trejo-Téllez, I., Morales-Ramos, V., Salazar-Ortiz, J., Velasco-Velasco, J., Senties-Herrera, H.E., & Ladewig, P. (2014). Necesidades de innovación en la producción de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) [Innovation needs in sugarcane production (*Saccharum spp.*)]. *Agro Productividad*, 7(2), 22–26. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.352300>
- Gravois, K. (2020). *Sugarcane variety Identification Guide 2020*. Louisiana State University Agricultural Center. <https://www.lsuagcenter.com/articles/page1588964225077>
- Hugot, E. (1986). *Handbook of cane sugar engineering* (3rd ed.). Elsevier.
- Larrahondo, J.E. (1995). *Calidad de la caña de azúcar (Sugarcane quality)*. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA).
- Maldonado-Guzmán, G., & Pinzón-Castro, S.Y. (2023). *Industria 4.0 en las empresas manufactureras de México (Industry 4.0 in Manufacturing Companies in Mexico)*. Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Innovación (AMIDI). <https://doi.org/10.55965/abib.9786075956763.2023>
- Morales-Sandoval, C., Leivaa, J.C., & Monge-González, R. (2020). Encadenamientos y capacidad de absorción en empresas de dispositivos médicos (Linkages and absorptive capacity of medical device manufacturers). *RAN - Revista Academia & Negocios*, 5(1), 15–28. <https://revistas.udel.cl/index.php/ran/article/view/2591>
- Moreno, M.A., Farías, A., Marín, F.R., Rodríguez Baide, J.M., & Villegas, F. (2018). *Modelación de la caña de azúcar en Latinoamérica: Estado del arte y base de datos para parametrización (Modeling sugarcane in Latin America: State of the art and database for parameterization)*. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.

- Nguyen, P.M., Nguyen, T.H.-H., Ta, H.H., & Nguyen, M.H. (2024). Sustainability of the sugar value chain: An emerging country perspective. *Research on World Agricultural Economy*, 6(1), 117–132. <https://doi.org/10.36956/rwae.v6i1.1419>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2024). Caracterización de la agricultura familiar en América Latina y el Caribe 2025. Desafíos, evidencia y perspectivas (Characterization of family farming in Latin America and the Caribbean 2025. Challenges, evidence and perspectives). FAO. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd3788es>
- Porter, M.E. (1985). *Ventaja competitiva: creación y sostenimiento de un desempeño superior* (Competitive Advantage. Creating and Sustaining Superior Performance). Free Press.
- Salgado-García, S., Castelán-Estrada, M., Aranda-Ibañez, E.M., Ortiz-Laurel, H., Lagunes-Espinoza, L.C., & Córdoba-Sánchez, S. (2016). Calidad de jugos de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) según el ciclo de cultivo en Chiapas, México [Quality of sugar cane (*Saccharum spp.*) Juices based on the cultivation cycle in Chiapas, México]. *Agro Productividad*, 9(7), 23–28. <https://ageconsearch.umn.edu/record/352490>
- Santiago Zárate, I.M., Martínez Damián, M.Á., Cuevas Alvarado, C.M., Valdivia Alcala, R., García Hernández, M.I., & Hernández Toscano, J. (2021). Productividad y cambio tecnológico en la agroindustria de la caña de azúcar en México (Productivity and technological change in the sugarcane agro-industry in Mexico). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(6), 1005-1017. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i6.2692>
- Sentíes-Herrera, H.E., & Gómez-Merino, F.C. (2014). Nuevas directrices en mejoramiento genético de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) [New guidelines in genetic improvement of sugarcane (*Saccharum spp.*)]. *Agro Productividad*, 7(2), 9–15. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.352298>
- Vargas, T.V., Hernández, R.M.E., Gutiérrez, L.J., Plácido, D.C.J., & Jiménez, C.A. (2007). Clasificación climática del Estado de Tamaulipas, México (Climate classification of the State of Tamaulipas, Mexico). *CienciaUAT*, 2(2), 15–19. <https://www.redalyc.org/pdf/4419/441942910001.pdf>
- Vera-Espinosa, J.J., Carrillo-Ávila, E., Flores-Cáceres, S., Arreola-Enríquez, J., Osnaya-González, M., & Castillo-Aguilar, C.D.C. (2016). Evaluación agroindustrial de diez variedades de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) [Agroindustrial evaluation of ten varieties of sugar cane (*Saccharum spp.*)]. *Agro Productividad*, 9(3), 21–26. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.352440>

Perspectiva de género en educación primaria: concepciones docentes y su incidencia en la convivencia escolar

María Guadalupe Ñeco Reyna¹

Resumen

El presente capítulo analiza las concepciones de docentes respecto a los estereotipos y roles de género, así como su incidencia en la convivencia escolar. La investigación se desarrolló en una escuela primaria ubicada en el estado de Veracruz, México. El objetivo general fue analizar las concepciones docentes respecto a los estereotipos y roles de género y determinar si inciden en las actitudes del estudiantado con el ánimo de fomentar la inclusión. El estudio se enmarca en el paradigma empírico-analítico, con enfoque cuantitativo, diseño no experimental y alcance descriptivo. La población estuvo conformada por 18 docentes frente a grupo. Para la recolección de información, se diseñó y aplicó un cuestionario validado por expertos. Los resultados evidencian que, si bien una proporción del profesorado reconoce que el sexo corresponde a una condición biológica, persisten confusiones conceptuales respecto a la categoría analítica del género, el cual continúa siendo interpretado por algunos docentes como una condición biológica natural. Se concluye que las concepciones docentes sobre género inciden directamente en la práctica educativa y la convivencia áulica, por lo que resulta no solo urgente, sino necesario, fortalecer la formación docente en perspectiva de género y derechos humanos, a fin de promover ambientes educativos inclusivos y equitativos desde la educación básica.

Palabras clave: convivencia escolar, educación primaria, género, concepciones docentes, estereotipos.

Cómo citar: Ñeco, M. (2026). Perspectiva de género en educación primaria: concepciones docentes y su incidencia en la convivencia escolar. En Calles, M., Hernández, E., Altamira, J. (Eds.). *Mujeres que transforman conocimiento. Innovación educativa e investigación interdisciplinaria para la sostenibilidad*. High Rate Consulting. <https://doi.org/10.38202/mujerestransf16>

1. <https://orcid.org/0000-0002-7914-4239>, mariaguadalupeñeco@gmail.com | Benemérita Escuela Normal Veracruzana "Enrique C. Rébsamen". Xalapa, Veracruz México.

Gender perspective in primary education: teachers' conceptions and their impact on school coexistence

Abstract

This chapter analyzes teachers' conceptions regarding gender stereotypes and roles, as well as their impact on school coexistence. The research was conducted in a primary school located in the city of Xalapa, Veracruz, Mexico. The general objective was to analyze teachers' conceptions of gender stereotypes and roles and determine whether they influence students' attitudes. The study is framed within the empirical-analytical paradigm, using a quantitative approach, a non-experimental design, and a descriptive scope. The population consisted of 18 classroom teachers. For data collection, a questionnaire validated by experts was designed and administered. The results show that, although a proportion of the teaching staff recognizes that sex corresponds to a biological condition, conceptual misunderstandings persist regarding the analytical category of gender, which continues to be interpreted by some teachers as a natural biological condition. It is concluded that teachers' conceptions of gender directly influence educational practice and classroom coexistence; therefore, it is not only urgent but also necessary to strengthen teacher training in gender perspective and human rights in order to promote inclusive and equitable educational environments from basic education onward.

Keywords: stereotypes, school climate, gender, teacher conceptions

Introducción

La Secretaría de Educación Pública (SEP) establece como uno de los fines fundamentales de la educación el desarrollo integral del estudiantado, así como la formación de valores que favorezcan la convivencia social. En este sentido, se señala que la fraternidad, la igualdad, la promoción y el respeto a los derechos humanos, la democracia, la justicia, la equidad, la paz, la inclusión y la no discriminación constituyen principios que deben traducirse en actitudes y prácticas que sustenten, inspiren y legitimen el quehacer educativo (SEP, 2017, p. 26).

Desde esta perspectiva, el profesorado tiene la responsabilidad de promover en sus estudiantes valores como la justicia, la equidad, el respeto y la inclusión a través de su práctica docente. No obstante, esta labor resulta compleja, dado que el aula representa un espacio de encuentro entre niñas y niños con diversas realidades, valores y experiencias, las cuales pueden generar tensiones y conflictos en la dinámica cotidiana de la convivencia escolar. Cuando no se brindan las condiciones necesarias para el aprendizaje integral, la SEP advierte que “los estudiantes no desarrollan habilidades para convivir satisfactoriamente, trabajar en equi-

po, resolver conflictos ni comunicarse de manera efectiva, lo que puede derivar en personas angustiadas, dependientes o infelices” (SEP, 2017, p. 68).

En el contexto mexicano, la educación básica abarca la formación escolar de niñas y niños desde los tres hasta los quince años y se cursa a lo largo de doce grados, distribuidos en tres niveles educativos: tres grados de educación preescolar, seis de educación primaria y tres de educación secundaria (SEP, 2017, p. 51). El impacto de este proceso educativo no se limita al ámbito cognitivo, sino que trasciende al plano social, influyendo de manera significativa en las interacciones que el estudiantado establece con los demás. En este marco, el objetivo de este capítulo es analizar las concepciones docentes sobre el género y determinar su incidencia en la convivencia áulica del estudiantado de educación primaria, considerando que dichas concepciones influyen en las dinámicas de interacción, en las expectativas pedagógicas y en los procesos de inclusión y exclusión que se generan en el aula. A continuación, se describe el contexto de la investigación.

Contexto escolar de la escuela primaria

La Escuela Primaria Estatal Práctica Anexa a la Normal Veracruzana se encuentra ubicada en la localidad de Xalapa-Enríquez, Veracruz. La plantilla docente está conformada por 18 maestros frente a grupo, cuatro docentes de educación física, tres maestras adscritas a la Unidad de Servicios de Apoyo a la Educación Regular (USAER), así como personal de apoyo integrado por seis trabajadores de intendencia, cuatro docentes encargados de la dirección y un asesor técnico pedagógico (ATP).

La institución se considera de organización completa, ya que atiende a los seis grados de educación primaria. Asimismo, se distingue por su enfoque inclusivo, dado que no niega el acceso a la educación a ningún estudiante. Por el contrario, se caracteriza por el trabajo que desarrolla en coordinación con el servicio de USAER. En este sentido, la Estrategia Nacional de Educación Inclusiva establece que todas las escuelas deben garantizar una educación inclusiva, principio respaldado en el acuerdo por el que se establece el plan y los programas de estudio para la educación básica: Aprendizajes clave para la educación integral, publicado en el Diario Oficial de la Federación (2017).

En la escuela primaria, el trabajo docente se organiza a través de academias de grado, en las cuales el profesorado distribuye las asignaturas y contenidos para la elaboración de planeaciones y materiales de apoyo. Dichos materiales son rotativos y se actualizan de manera periódica, lo que favorece la comunicación constante entre los docentes para la toma de decisiones relacionadas con su práctica pedagógica. Al respecto, Fierro et al. (1999) señalan que la dimensión didáctica busca recuperar el conjunto de relaciones que se refieren a la forma en que cada docente percibe y expresa su tarea como agente educativo, cuyos destinatarios pertenecen a diversos sectores sociales (p. 33).

Durante la revisión de la literatura para la elaboración del estado del arte, se identificó un número considerable de investigaciones centradas en el análisis de las concepciones docentes sobre los estereotipos y roles de género, principalmente en los niveles de educación media superior y superior. No obstante, se constató que existe una producción limitada de estudios enfocados en docentes de educación primaria, lo que evidencia un área de oportunidad para la investigación en este nivel educativo.

En el ámbito escolar, niñas y niños llegan a la escuela con un conjunto de saberes, valores y rasgos culturales adquiridos en el contexto familiar, los cuales se expresan a través de su lenguaje, acti-

tudes y formas de convivencia con sus pares. Cada estudiante construye representaciones simbólicas en torno a los estereotipos y roles de género; en algunos casos, estas representaciones se encuentran fuertemente arraigadas, mientras que en otros apenas comienzan a configurarse. Por ello, el espacio áulico representa una oportunidad fundamental para la formación en igualdad y la promoción de condiciones equitativas para todas y todos.

En consecuencia, el objetivo general de esta investigación fue analizar las concepciones docentes sobre la perspectiva de género y determinar su incidencia en la convivencia áulica del estudiantado de educación primaria.

Desarrollo

El tema central de este capítulo se refiere a la perspectiva de género del profesorado y su incidencia en las actitudes del estudiantado de educación básica, ya que los estereotipos y roles de género están presentes en la labor cotidiana, asumiendo aquellos comportamientos, actitudes y pensamientos que se deben realizar según el sexo. Estas características asumidas son producto de los estereotipos que ha construido la sociedad a lo largo de la historia, los cuales varían dependiendo del contexto histórico y cultural. Generalmente, a México se le considera un país androcentrista; por lo tanto, es necesario mencionar que el androcentrismo, siguiendo a Parotti (2001), “expresa el concepto centrado en el hombre. Se trata de una cosmovisión marcadamente discriminatoria, en cuanto los hombres consideran a las mujeres como seres no completamente humanos” (p. 598).

En México, la cultura androcentrista ha generado una sociedad jerarquizada, donde es fácil visibilizar la falta de oportunidades hacia las mujeres, encasillándolas hacia un sector donde se les considera únicamente aptas para la realización de actividades del hogar y crianza de los hijos. Los roles de género condicionan los estilos de vida para los hombres y las mujeres; “más que una característica es una variable que determina en gran medida el orden social del planeta” (Correll et al., 2007, citado en Velandia y Rincón, 2014, p. 518). De esta manera, en la sociedad se tiene la creencia de que los hombres son aptos para desenvolverse en puestos como jefes o líderes; por el contrario, las mujeres tienden a sufrir discriminación y se considera que son poco capaces para desarrollar las mismas actividades que alguien del sexo opuesto.

Estas condicionantes limitan el desarrollo de los hombres y las mujeres, ya que, a causa de los estereotipos y roles de género, existen actividades que

se consideran propias del sexo femenino o masculino. Si bien actualmente ya no existen demasiadas barreras para que una mujer adquiera un puesto de líder en una empresa o que un hombre se dedique a la confección de ropa, siempre habrá actos de discriminación que no les permitan desenvolverse con libertad en el ámbito laboral que deseen. En las escuelas primarias, la persona responsable de generar ambientes de aprendizaje que favorezcan las relaciones de igualdad, respeto y solidaridad entre los integrantes del grupo es el docente. Para implementar la equidad de género en el aula, la Secretaría de Educación Pública, en el año 2010, publica el libro titulado: *Equidad de género y prevención de la violencia en primaria*, en el cual se proponen acciones y proyectos que tienen el objetivo de “deconstruir los estereotipos y roles sociales que perpetúan la desigualdad entre mujeres y hombres, además de visibilizar y desnaturalizar la discriminación y la violencia de género” (SEP, 2010, p. 9).

Por lo anteriormente expuesto, se planteó el tema de investigación: ¿Cuáles son las concepciones del profesorado sobre el género y su incidencia en la convivencia áulica y en las actitudes de solidaridad y respeto del estudiantado? Al procurar dar respuesta a esta interrogante, se pretende brindar un acercamiento a las concepciones que las y los docentes frente a grupo tienen sobre el tema y, a la vez, analizar cómo su dominio o la carencia de conocimientos impactan en su práctica docente y en las estrategias que implementan en el aula; asimismo, esto repercutirá en las actitudes de cada estudiante.

La perspectiva de género y su contribución a la práctica

La perspectiva de género ayudará a fomentar el respeto, la libertad y la solidaridad entre las niñas y los niños de un mismo grupo escolar, y así minimizar el impacto de aquellos constructos sociales que condicionan la convivencia que se establece entre los alumnos. El valor teórico que se aporta con la investigación es relevante, ya que permitirá tener un acercamiento detallado a las concepciones que las y los docentes poseen sobre los estereotipos y roles de género y, a partir de ello, identificar cómo estas ideas y creencias impactan en su práctica docente y en el tipo de estrategias que implementan en el aula.

Investigaciones antecedentes y teorías sobre género

Los estereotipos y roles de género condicionan la convivencia entre hombres y mujeres, viéndose en desventaja las mujeres; sin embargo, con la

perspectiva de género es posible detectar situaciones de riesgo y vulnerabilidad para ambos sexos y así generar ambientes de igualdad y equidad. Este enfoque en la educación permitirá formar ciudadanos de manera equitativa; para ello, las y los docentes deben tener conocimientos sobre el tema para poder trabajarlo en las aulas con sus estudiantes. Se muestra también que los estereotipos de género se construyen a partir de diferencias biológicas entre ambos sexos y se refuerzan dentro del contexto escolar, particularmente a través de las prácticas pedagógicas y las interacciones cotidianas en el aula (Velasquez Guerrero, 2025).

Perspectiva de género en el ámbito escolar

Una investigación de Castro (2021), que se realizó en Argentina como trabajo final de grado con enfoque cualitativo, en la cual, por medio de entrevistas dirigidas a los directivos y al colectivo docente de escuelas primarias públicas, buscó acercarse a las percepciones que tienen sobre la presencia de la violencia de género en la escuela y cómo influyen en la planificación y elaboración de las normas de convivencia. La investigación se enfoca en conocer el grado de dominio de las y los docentes sobre este tema e identificar cómo influye en su interacción cotidiana entre compañeros y con el alumnado.

En ambos casos es visible el interés que el colectivo docente demuestra por contribuir a la disminución de la desigualdad y fomentar en las y los alumnos una conciencia de respeto y tolerancia hacia los demás. Como se ha mencionado anteriormente, la escuela es un centro socializador donde se perpetúan los estereotipos y roles de género. Ante esta problemática, y Salinas-Quiroz y Rosales-Mendoza (2016) realizaron una investigación con el objetivo de analizar los contenidos de sexualidad y de género en los libros de texto de Ciencias Naturales y Formación Cívica y Ética en cuarto, quinto y sexto grado de primaria.

Así mismo, por medio de entrevistas, indagaron sobre la formación que tienen los docentes en cuanto a estos temas. Las investigadoras afirman que este análisis se realizó con perspectiva de género, por lo que su aportación con este trabajo pretende construir nuevos conocimientos que abonen a la formación de los profesores en temas de sexualidad, además de generar conciencia entre el colectivo docente para continuar formándose sobre este tema. Por otro lado, y para obtener información más completa, se realizó una revisión a los libros de texto de las asignaturas de Ciencias Naturales y Formación Cívica y Ética.

Del mismo modo, se aplicaron entrevistas a do-

centes de primaria. Salinas-Quiroz y Rosales-Mendoza (2016, p. 14) dan a conocer que “nos interesaba saber cómo el personal docente se apropia de la educación sexual y del concepto de género, y cómo lo aborda con el estudiantado” (pp. 13-14), concluyendo que “las conceptualizaciones sobre género pueden llevar a erróneas interpretaciones, al considerarlo únicamente como falta de oportunidades para acceder a un trabajo asalariado o recibir un salario igual al de los varones”. Con el dato anterior, es posible identificar que se requiere capacitación en temas de sexualidad y género para las y los maestros de educación primaria.

Por otro lado, Arvayo-Mata y Rodríguez (2015) realizaron una investigación en una escuela primaria de México. Su objetivo era conocer los roles de género, la interacción verbal y la tolerancia que tienen dentro de la escuela el alumnado de cuarto, quinto y sexto grado de primaria; las respuestas de las niñas y los niños fueron contrastadas con las opiniones de los alumnos. El motivo por el que se realizó esta investigación fue por la constante presencia de actitudes retadoras en los alumnos, donde, entre sexos opuestos, unos querían ser mejores que otros, lo que ocasionaba conflictos.

Las autoras afirman que “[...] es necesario implementar programas, talleres, conferencias e información a través de diferentes medios para desarrollar valores en la sociedad que nos permitan cumplir con los derechos humanos” (p. 11). Entre los resultados se obtuvo que se percibe una deficiencia en la igualdad de género, ya que las niñas y los niños realizan acciones que son consideradas apropiadas de acuerdo con su sexo, ya sea en el contexto familiar, escolar y social. Se encontró también que los niños son propensos a utilizar palabras altisonantes cuando entran en conflicto con algún compañero, ya sea hombre o mujer. Según Arvayo-Mata y Rodríguez (2015), lo anterior “[...] va relacionado a la tolerancia, valor que desconocen y, por tal motivo, en situaciones de presión, tensión y de conflicto se les dificulta llevarlo a la práctica y actúan de forma impulsiva y agresiva ante sus compañeros y compañeras” (p. 26).

Concepciones del profesorado

Para definir el término concepción, se afirma que las concepciones son “un conjunto de principios, opiniones y convicciones que determinan la línea de actividad y la acción que hacia la realidad mantiene un individuo, grupo social, clase o la sociedad en su conjunto” (Zambrano-Vargas y Vázquez-García, 2019). Los autores definen las concepciones como la manera en la que un individuo

se relaciona con los demás, ya que sus opiniones, ideas y convicciones se reflejan en su forma de actuar. Como se menciona en la definición anterior, las concepciones son “un conjunto de principios, opiniones y convicciones que determinan la línea de actividad y la acción que hacia la realidad mantiene un individuo” (p. 276).

Tener un acercamiento a sus ideas, principios y opiniones sobre los estereotipos y roles de género permite identificar la manera en la que se relacionan con sus estudiantes y el ambiente de aprendizaje que se genera en el aula. “El nivel de conocimiento y comodidad del profesorado para tratar temas como sexismo y estereotipos impacta directamente la inclusión curricular de estos temas” (Gilchrist & Zhang, 2024). Con lo anterior, se reconoce la incidencia en las actitudes y relaciones de convivencia entre niños y niñas, generando espacios donde se priorice la igualdad de género, el respeto a la libertad de cada individuo, la empatía y la solidaridad entre el estudiantado.

Género como categoría analítica

El género son todas aquellas ideas y creencias que la sociedad ha atribuido al hombre y a la mujer; de cada uno se esperan cosas diferentes. En el caso de los hombres, que trabajen fuera de su hogar para mantener a su familia; por el contrario, el destino de las mujeres es permanecer en sus hogares al cuidado de sus hijos. Asimismo, Cabral y Samudio (2005) señalan que “la subordinación de las mujeres forma parte de la misma lógica dominante que subordina y oprime a ambos sexos” (p. 2).

A diferencia del género, el sexo está determinado por la naturaleza; es asignado por la condición biológica e indica si un individuo es hombre o mujer. Según la UNICEF (2017), lo define como: “El conjunto de características físicas, biológicas, anatómicas y fisiológicas que definen como varón o mujer a los seres humanos. El reconocimiento de la intersexualidad pone en jaque algunos de estos saberes que, sin embargo, siguen siendo útiles para definir las conceptualizaciones” (p. 12).

Para precisar la perspectiva de género, retomamos la aportación de Lagarde (1996), en la cual afirma que:

“La perspectiva de género permite analizar y comprender las características que definen a las mujeres y a los hombres de manera específica, así como sus semejanzas y diferencias. Esta perspectiva de género analiza las posibilidades vitales de las mujeres y los hombres; el sentido de sus vidas, sus expectativas y oportunidades,

las complejas y diversas relaciones sociales que se dan entre ambos géneros, así como los conflictos institucionales y cotidianos que deben enfrentar a las maneras en que lo hacen” (pp. 2-3).

Esta concepción se ve respaldada por investigaciones recientes que confirman que “la escuela también cumple el rol de un segundo hogar formativo, pues las prácticas y observaciones que se absorben en estos entornos no permanecen aisladas, sino que se propagan y se reflejan en la comunidad, revelando lo que se ha aprendido y aceptado” (Velasquez Guerrero, 2025, p. 78). Asimismo, Salvatori y Cherubini (2024) advierten que, en la educación primaria, la falta de una intervención docente consciente favorece la reproducción de estereotipos que limitan la participación equitativa de niñas y niños.

Esta definición permite reconocer que la perspectiva de género es una herramienta que posibilita a los individuos mirar y analizar críticamente las relaciones entre hombres y mujeres, reconocer los momentos en los que se ejerce discriminación, violencia e intolerancia hacia alguno de ellos.

Roles de género

Los roles de género condicionan los estilos de vida para los hombres y las mujeres. “Comprender el género como un proceso interactivo permite comprender cómo las condiciones estructurales limitan las decisiones individuales” (Correll et al., 2007, p. 1). De esta manera, en la sociedad se tiene la creencia de que los hombres son aptos para desenvolverse en puestos como jefes o líderes; por el contrario, se considera que las mujeres son poco capaces para desarrollar las mismas actividades, sufriendo así discriminación.

Una de las bases teóricas que sustentan este trabajo de investigación es el pensamiento categorial y los estereotipos de género, en la cual se menciona que las personas tienden a categorizar para comprender su entorno social, construyendo roles y estereotipos de género y, estos a su vez, “organizan la información en diversos grupos a partir de similitudes entre sí y diferentes de los restantes miembros” (Dovidio et al., 2003, p. 813, citado en Etchezahar, 2014, p. 132).

Por otro lado, se tienen categorías para las mujeres, tales como: amas de casa, estudiantes y profesionales, dependiendo de las actividades que realicen. A manera de ejemplo, se podría categorizar a las estudiantes como responsables, educadas, ocupadas, etc. Del mismo modo, la teoría de género, según Bonan y Guzmán (2007), quienes han hecho

una contribución sui generis al desarrollo de nuevos horizontes epistemológicos y para un conocimiento renovado de los fenómenos sociales y humanos en su complejidad, en particular al debate teórico de la modernidad y al análisis de las transformaciones de la sociedad contemporánea (p. 1).

Lo anterior permite reconocer que dentro de la sociedad existen grupos subordinados, es decir, aquellos que son víctimas de discriminación por tener distintas condiciones biológicas; en este caso, hablando de las mujeres. La cultura androcéntrica ha puesto al hombre como el centro de todo; se le atribuyen características como la fuerza, la valentía, el trabajo, entre otras; a diferencia de la mujer, que es vista como un ser inferior y que debe dedicar su vida al servicio de su esposo e hijos. Los roles de género son socialmente diferentes para los hombres y para las mujeres; a los primeros generalmente se les asocia con trabajos fuera del hogar, colocando el destino de las mujeres en quedarse en sus hogares a realizar las labores de limpieza, cocinar y estar al cuidado de los hijos e hijas.

Sin embargo, en la actualidad se han transformado los estilos de vida y el rol de la mujer; ahora salen a trabajar y forman parte de diversas actividades, como lo menciona Santiago (2010 “La mujer fue relegada a la esfera doméstica, de acuerdo a la división del trabajo entre los sexos, al tiempo que se desarrollaba durante milenios una poderosísima ideología que aún determina la imagen de la mujer y su papel en la vida social.” (p. 3).

Estereotipos de género

Los estereotipos de género son aquellas ideas generalizadas que socialmente se han atribuido a lo masculino o femenino, que están estrechamente relacionados con los roles que se asignan a las mujeres y a los hombres de acuerdo con su cultura. Retomando la aportación de Velásquez Guerrero (2025), es posible creer que los estereotipos se desprenden de los roles de género, idealizando así que una mujer tiene que ser madre y, al ser madre, debe tener actitudes amorosas, protectoras y de servicio hacia sus hijos o hijas.

Los estereotipos y roles están interiorizados en los individuos que integran la sociedad y, de manera específica, una comunidad, ya que estos cambian de acuerdo con los contextos y estilos de vida. La asignación de estereotipos de género condiciona a las mujeres y a los hombres a actuar de una determinada manera; ya sea en el trabajo, en la calle o en su hogar, deberán desenvolverse dependiendo de su función, es decir, si son madres, padres, hijos, hijas, etcétera. Por otro lado, la deconstrucción

es un ejercicio intelectual que da paso al descubrimiento de la cultura, la esencia y las costumbres que están arraigadas en el pensamiento colectivo. Es por esto por lo que cuestionarnos el porqué de las interacciones sociales brinda un escenario de cambio y progreso. Asimismo, es preciso reconocer que dicha modificación se realizará paulatinamente debido a que son ideas que forman parte del entorno de los individuos.

Teoría de la identidad social

En la construcción del género están involucrados procesos psicológicos, los cuales fueron analizados y tomados como referencia en la teoría de la identidad social. Para ello, es primordial recuperar la definición de identidad. Según Tajfel y Turner (1986, p. 16, citado en Etchezahar, 2014, p. 130), esta está conformada por “aquellos aspectos de la propia imagen del individuo que se derivan de las categorías sociales a las que percibe pertenecer”. La identidad se construye a partir de las interacciones sociales y, por ende, de los estereotipos que clasifican a hombres y mujeres, recayendo en estas actitudes por el simple hecho de pertenecer a un género u otro.

Para la formación de la identidad se ven inmersos dos subprocesos: en un primer plano afectivo, el nivel de autoestima, y en el plano cognitivo, el pensamiento categorial que ordena al mundo, dando así lugar a la construcción de estereotipos. Las personas tienden a categorizar para comprender su entorno social; es así como se construyen los roles y estereotipos de género y, estos a su vez, “organizan la información en diversos grupos a partir de similitudes entre sí y diferentes de los restantes miembros” (Dovidio et al., 2003, p. 813, citado en Etchezahar, 2014, p. 132). Es así como se tienen categorías para las mujeres, como amas de casa, estudiantes y profesionales; para cada uno de estos grupos existen estereotipos de género dependiendo de las actividades a las que se dediquen.

Teoría de la socialización de los roles sexuales

La teoría de la socialización de los roles sexuales postula que los niños y las niñas aprenden por medio de la observación y la imitación. Del mismo modo, menciona que sus acciones se verán favorecidas gracias a las recompensas y habrá menos incidencias en aquellas con las que obtengan una sanción. Así, se logra aseverar que la capacidad de observar facilita el aprendizaje de la distinción entre los diversos patrones de conducta diferenciados por razón de género; de modo que niños y ni-

ñas aprenden por imitación los rasgos de conducta propios de cada género.

Teoría de la estructuración social

Esta teoría, postulada por el sociólogo Anthony Giddens, propone el análisis del hombre y la mujer como individuos aislados, lo cual, a su vez, proporciona la manera en la que se presentan ante la sociedad (Zambrano-Vargas y Vázquez-García, 2019, p. 165). Asimismo, menciona que la mujer fue preparada para dedicarse al sector privado, es decir, le son asignadas las tareas del hogar, como la limpieza, la preparación de los alimentos y el cuidado de los hijos; por el contrario, los hombres se enfocan en llevar el sustento a sus hogares y se ocupan del trabajo físico y fuera de sus casas. Surge así la asignación de los roles y estereotipos de género.

Perspectivas teóricas de género en el sistema educativo

El estudio de la categoría analítica del género dentro de las ciencias sociales, dio inicio en los años sesenta en universidades americanas a través de los Women's Studies, los cuales argumentaban que la ciencia no es un ámbito únicamente para el desenvolvimiento de los hombres y que, detrás de estas creencias, existe un entramado de aspectos como la violencia hacia las mujeres, los estereotipos de género, la división sexual del trabajo, etc., que deben reconstruirse para generar condiciones igualitarias entre las y los integrantes de la sociedad.

En relación con la formación, Sánchez Bello (2015) afirma que “la escolarización debe cumplir el papel fundamental de trabajar por la consecución de la igualdad de oportunidades, diluyendo las discriminaciones por razón de sexo que impiden el desarrollo personal y comunitario” (p. 113). “Estudios recientes han evidenciado la presencia de estereotipos de género en áreas específicas del currículo, como la educación física, lo que refuerza la necesidad de formación docente en perspectiva de género” (Salvatori y Cherubini, 2024).

Metodología

El diseño metodológico para esta investigación se realizó desde el paradigma empírico analítico, con enfoque cuantitativo, el método fue transeccional no experimental, que se caracteriza por la búsqueda de un conocimiento objetivo de la realidad mediante la medición y el análisis de datos observables (Pasek de Pinto & Matos de Rojas, 2006, p. 109). El paradigma fue seleccionado en función

de los objetivos y de la naturaleza del estudio, ya que permite conocer las concepciones del profesorado y obtener descripciones sobre sus creencias y experiencias en el abordaje de la perspectiva de género, obteniendo información cuantificable que facilita el análisis sistemático del fenómeno investigado (Rojas Crotte, 2011, p. 26).

El tipo de estudio tuvo alcance descriptivo, en virtud de que los datos se recolectaron en un solo momento y tuvieron como propósito identificar y describir las concepciones del profesorado sobre los estereotipos y roles de género, así como su incidencia en las actitudes del estudiantado. El enfoque cuantitativo permite consolidar creencias formuladas de manera lógica dentro de un marco teórico y establecer patrones de comportamiento en una población específica (Hernández Sampieri et al., 2014, p. 10).

En correspondencia con este objetivo, el alcance descriptivo permitió especificar las propiedades, características y perfiles del grupo participante, así como del fenómeno estudiado (Hernández Sampieri et al., 2014, p. 92). Este tipo de enfoque ha sido utilizado recientemente en estudios que analizan las percepciones docentes sobre género y su impacto en contextos escolares, permitiendo identificar patrones de creencias y prácticas educativas (Yu, 2023; Gilchrist & Zhang, 2024).

Participantes

La población estuvo conformada por 18 docentes frente a grupo, adscritos a una Escuela Primaria de Xalapa Veracruz. De acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2014), la población o universo se define como el “conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones” (p. 174). En este sentido, el objeto de estudio se centró en el profesorado de educación primaria, el tipo de muestreo fue probabilístico.

El procedimiento para la recolección de la información inició con la elaboración del instrumento de medición, el cual fue diseñado a partir de las dimensiones de la investigación. Posteriormente, fue sometido a un proceso de validación por juicio de expertos, especialistas en metodología de la investigación y en estudios de género, con el fin de garantizar la pertinencia, claridad y coherencia de los reactivos.

Instrumento para la recolección de la información

El instrumento utilizado fue un cuestionario integrado por 27 reactivos de opción múltiple, diseñado con la finalidad de obtener información

relevante para el análisis del objeto de estudio. Este se organizó en cinco apartados que abordaron los estereotipos de género e indagaron sobre las actividades que despiertan mayor interés en el estudiantado dentro del salón de clases, así como las estrategias que utilizan las y los docentes para promover la participación equitativa de niñas y niños en tareas grupales. Asimismo, se incluyó un apartado dedicado a las actitudes del estudiantado, en el cual se solicitó identificar las asignaturas que generan mayor interés en niñas y niños, así como las formas de interacción entre el alumnado, con el propósito de analizar si los estereotipos y roles de género influyen en el desempeño académico y en la convivencia escolar.

Resultados

En este apartado se presentan los resultados obtenidos a partir de la aplicación cuestionario esto permitió recopilar información referente a las concepciones del profesorado sobre estereotipos y roles de género, reconociendo que “la formación para la ciudadanía con igualdad de género favorece la capacidad del estudiantado de reconocer y desafiar roles sociales tradicionales” (Serrano Arenas y Ochoa Cervantes, 2023), así como su influencia en las actitudes de respeto y solidaridad del estudiantado.

Los resultados se organizaron de acuerdo con las dimensiones de la investigación y para su presentación, se utilizaron tablas y gráficas que facilitaron la interpretación de los datos, priorizando aquellas que resultaron más significativas en función de los hallazgos obtenidos.

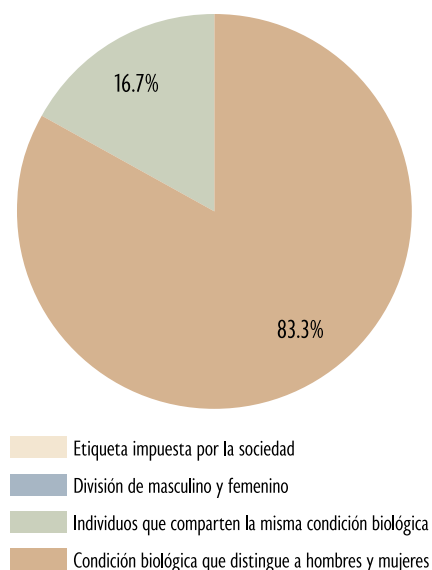


Figura 1.
Concepción de sexo de los participantes

En la figura 1. se rescataron las concepciones e ideas en cuanto a la definición de sexo que cada profesor tiene; 15 docentes consideran que es una condición biológica que distingue a hombres y mujeres, representado el 83.3 % de los resultados. Para los 3 restantes son los individuos que comparten la misma condición biológica, esta respuesta ocupa el 16.7 % de los datos obtenidos.

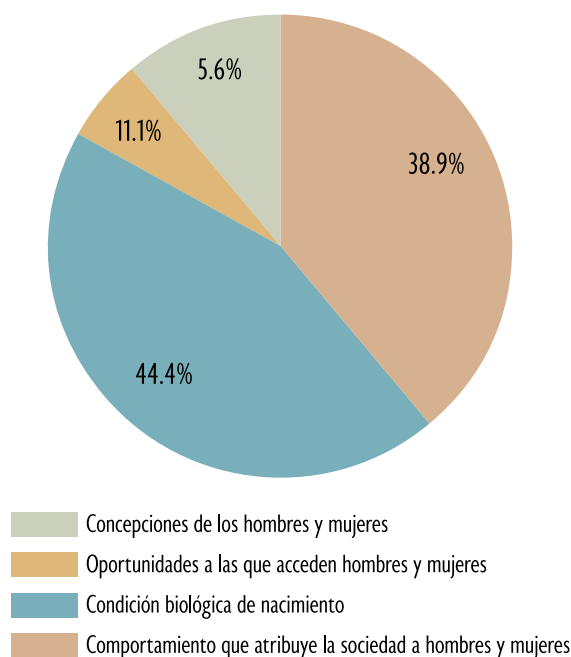


Figura 2.
Concepto de género del profesorado

En esta figura 2. se identificó que en los docentes existe una confusión en cuanto a la definición de género, puesto que el 44.4 % considera que es una condición biológica de nacimiento, a diferencia del 38.9 % que respondió que son comportamientos que atribuye la sociedad a hombres y mujeres, el 11.1% asume que atiende a concepciones de los hombres y mujeres, mientras que el 5.6% concreta que hace referencia a oportunidades a las que acceden hombres y mujeres; evidentemente en su mayoría lo siguen considerando una cuestión biológica.

En la figura 3. Se indagó sobre las concepciones del profesorado sobre los roles de género, el 66.7 % que corresponde a 12 maestros consideran que es la asignación de funciones y actitudes diferenciadas a mujeres y hombres. El 16.7 % respondió que son creencias sobre lo que debe hacer un hombre y una mujer, 5.6 % dicen que son ideas sociales, para el siguiente 5.4 % los roles de género no son ninguna de las respuestas anteriores y para el 5.6 % restante las tres primeras respuestas tienen que ver con los roles de género.

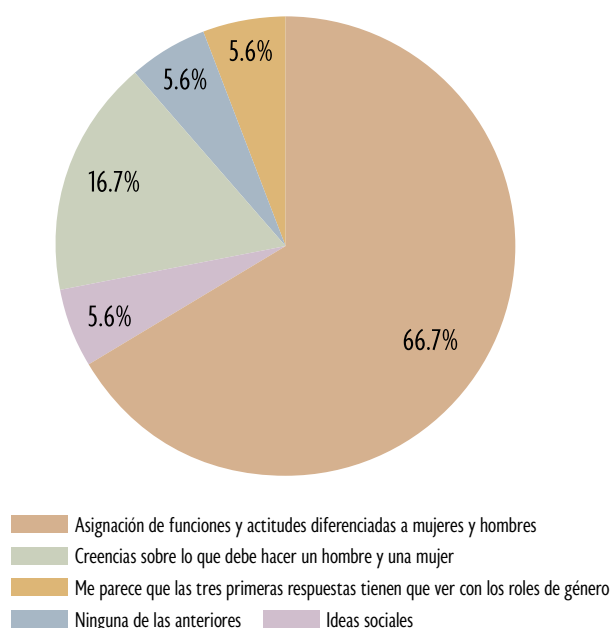


Figura 3.
Definiciones de roles de género

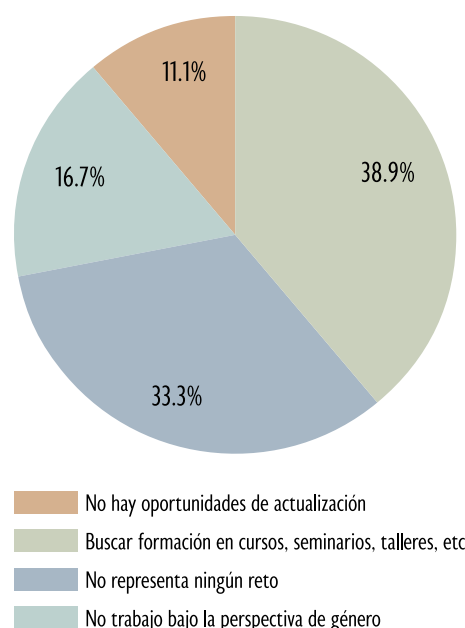


Figura 4.
Opiniones sobre perspectiva de género para el trabajo en el aula

La figura 4. muestra que el 38.9 % de los docentes considera que el principal desafío para fortalecer el trabajo con perspectiva de género en el aula es la necesidad de buscar formación mediante cursos, seminarios, talleres u otras estrategias de actualización. Por su parte, el 33.3 % señala que trabajar con perspectiva de género no representa ningún reto en su práctica docente. En contraste, el 16.7 % indica que no trabaja bajo la perspectiva de género, mientras que el 11.1 % considera que no existen suficientes oportunidades de actualización sobre esta temática.

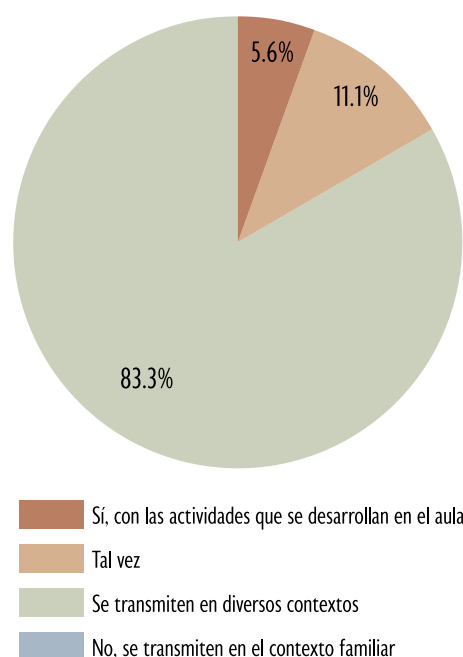


Figura 5.
La escuela como la única transmisora de los estereotipos y roles de género

En la figura 5. Se recabo información sobre si las y los docentes consideran que la escuela es un espacio donde se transmiten los roles y estereotipos de género, muestra que el 83.3 %, que corresponde a 15 participantes, señaló que se transmiten en diversos contextos. Por su parte, el 11.1 % expresó que tal vez ocurre esta transmisión, mientras que el 5.6 % (un participante) indicó que sí, específicamente a través de las actividades didácticas que se desarrollan en el aula

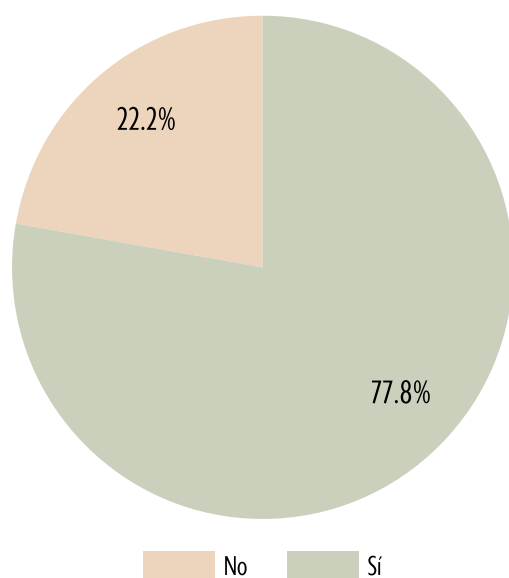


Figura 6.
Los estereotipos y roles de género influyen en las actitudes

Para la figura 6. Se obtuvo información sobre las opiniones de los profesores acerca de si los estereotipos y roles de género influyen o no en las actitudes de los estudiantes. Sus respuestas son producto de las concepciones que cada uno tiene sobre este tema, además de que se generan a partir de lo que cada uno observa en sus grupos. El 77.8 %, que corresponde a 14 participantes, considera que sí, mientras que el 22.2 % restante, equivalente a 4 docentes, respondió que no.

Figura 7. para continuar con la reflexión sobre esta problemática, se preguntó de qué manera las y los docentes consideran que los estereotipos y roles de género condicionan las actitudes de las y los niños. El 35.3 %, que corresponde a 6 respuestas, considera que lo hacen asignando comportamientos y actitudes. Asimismo, otro 35.3 %, equivalente a 6 docentes, respondió que condicionan las actitudes al asignar su papel dentro de los ámbitos en los que se desenvuelven. Por su parte, el 17.6 %, correspondiente a 3 docentes, seleccionó la opción “ninguna de las respuestas anteriores”, mientras que el 11.8 % restante considera que los estereotipos y roles de género indican cómo interactuar con los demás individuos de la sociedad.

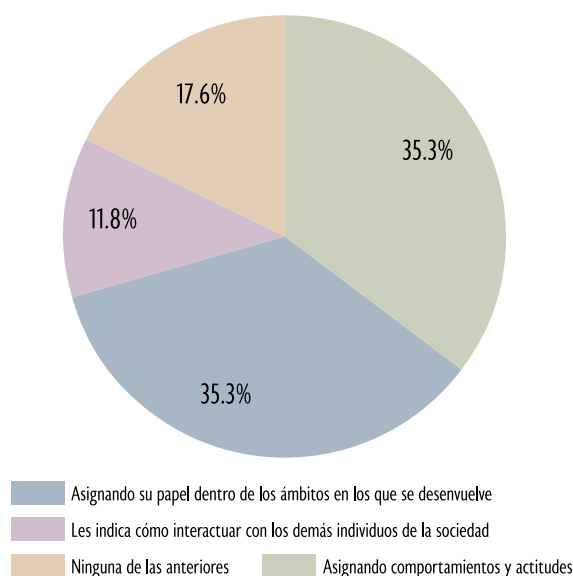


Figura 7.
Estereotipos y roles de género que influyen en las actividades de las y los niños

En la figura 8. Se obtuvieron datos acerca de si las y los docentes consideran que en el aula existen tareas que únicamente pueden realizar las niñas o los niños, según sea el caso. Los resultados muestran que el 55.6 %, correspondiente a 10 docentes, respondió que nunca existen tareas específicas asignadas en función del sexo del alumnado. Por su parte, el 38.9 % (7 docentes) manifestó que en algu-

nas ocasiones se presentan este tipo de situaciones. Asimismo, el 5.6 %, equivalente a 1 docente, indicó que esto ocurre con frecuencia, mientras que ningún participante señaló que siempre existan tareas diferenciadas para niñas y niños en el aula.

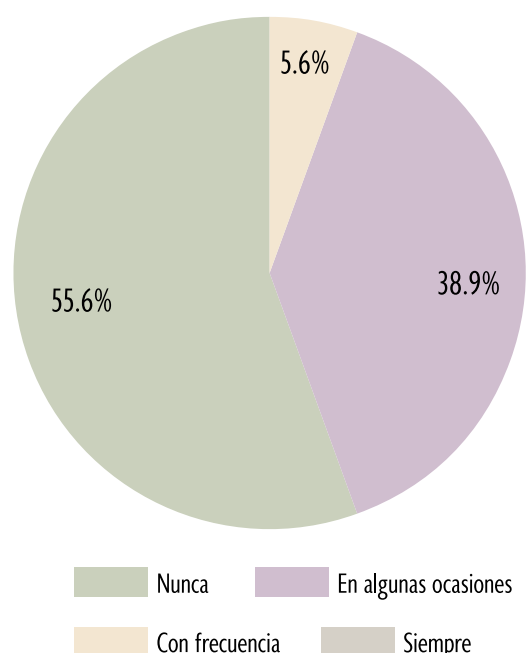


Figura 8.
Tareas específicas en el aula para niñas y niños

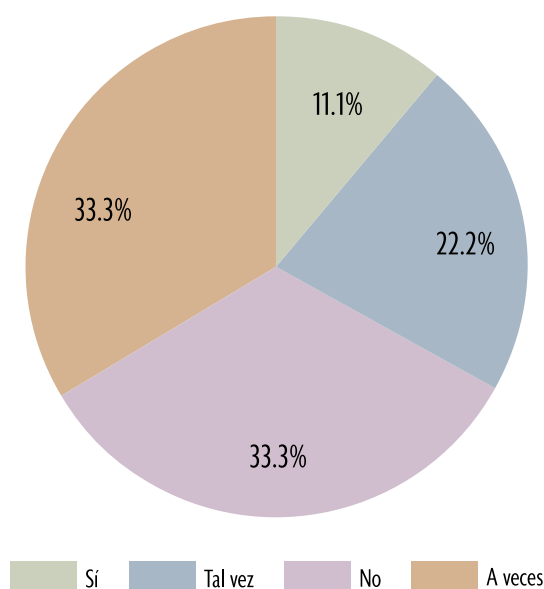


Figura 9.
¿Los estereotipos y roles de género influyen en el desempeño académico del estudiantado?

Finalmente, en la figura 9. Se exploró la percepción del profesorado respecto a la influencia de los estereotipos y los roles de género en el desempeño académico del estudiantado. Los resultados evidencian que las opiniones se encuentran divididas: 6 docentes (33.3 %) consideran que no existe

influencia, mientras que el mismo porcentaje (33.3 %, equivalente a 6 docentes) opina que esta puede presentarse en algunas ocasiones. Asimismo, 4 docentes (22.2 %) manifestaron que tal vez exista dicha influencia y solo 2 docentes (11.1 %) afirmaron de manera categórica que sí influye en el desempeño académico.

Hallazgos de la investigación

De acuerdo con los resultados presentados, es evidente que existe una confusión en cuanto a la definición de género, ya que una proporción significativa del profesorado continúa asociándolo con una condición natural o biológica. Desde una perspectiva teórica, el género se define como una categoría analítica y una construcción social que no guarda relación directa con la biología ni con la genética, sino con procesos históricos, culturales y sociales que asignan significados diferenciados a lo masculino y lo femenino (Solís Domínguez y Martínez Lozano, 2014, p. 100).

En este sentido, los roles y estereotipos de género son aprendidos desde la infancia y se transmiten mediante la interacción social, la familia, la escuela y los medios de comunicación. En edades tempranas, niñas y niños se ven expuestos a mensajes que prescriben formas específicas de vestir, comportarse e interactuar, lo que contribuye a la normalización de estereotipos y roles de género. Estas prácticas, al reproducirse constantemente, tienden a naturalizarse, lo que dificulta su cuestionamiento crítico y la reflexión sobre su origen y consecuencias.

Aunque el profesorado reconoce que el sexo es una condición biológica que distingue a hombres y mujeres, los resultados obtenidos muestran que persiste cierta imprecisión conceptual respecto al género, lo cual puede incidir en la práctica docente cotidiana. Por otra parte, los datos recabados evidencian la presencia de situaciones de discriminación en el ámbito escolar que afectan tanto a niños como a niñas. Sin embargo, los resultados indican que las niñas constituyen uno de los grupos que experimentan mayores situaciones de discriminación, lo que las coloca en una posición de mayor vulnerabilidad dentro del contexto escolar. Diversas investigaciones han señalado que las actitudes implícitas del profesorado influyen en la construcción de ideologías de género en el estudiantado, lo que coincide con los resultados obtenidos en esta investigación (Yu, 2023).

Finalmente, los resultados confirman que las concepciones del profesorado sobre los roles de género influyen directamente en su práctica pro-

fesional y, en consecuencia, en los ambientes del aula que se construye. Dicho ambiente puede favorecer el desarrollo de actitudes de respeto y solidaridad entre el estudiantado; no obstante, cuando la práctica docente carece de una perspectiva de género, el aula corre el riesgo de convertirse en un espacio de reproducción de estereotipos y creencias no deseadas.

Discusión de resultados

Los resultados obtenidos permiten identificar que las concepciones del profesorado sobre los estereotipos y roles de género influyen en la manera en que se desarrollan las interacciones dentro del aula y en las oportunidades de participación que se brindan al estudiantado. En particular, se observó que una proporción importante de docentes continúa asociando el concepto de género con una condición biológica, lo que evidencia una confusión conceptual entre los términos sexo y género.

Este hallazgo coincide con investigaciones recientes que señalan que, en distintos contextos educativos, el profesorado suele presentar vacíos conceptuales respecto a la perspectiva de género, lo que limita la incorporación de este enfoque dentro de la práctica pedagógica. En este sentido, se logra interpretar que los estereotipos de género continúan reproduciéndose dentro de los espacios escolares a través de prácticas cotidianas, interacciones sociales y expectativas diferenciadas hacia niñas y niños.

De manera similar, Yu (2023) sostiene que las actitudes implícitas del profesorado pueden influir en la construcción de ideologías de género en el estudiantado, ya que el aula constituye uno de los principales espacios de socialización durante la infancia. Esto significa que las concepciones docentes no solo influyen en las estrategias didácticas que se implementan, sino también en la forma en que el alumnado interpreta las relaciones sociales entre hombres y mujeres.

Los resultados muestran que una parte significativa del profesorado reconoce que los estereotipos y roles de género influyen en las actitudes del estudiantado. Este hallazgo coincide con lo planteado por Salvatori y Cherubini (2024), quienes señalan que las dinámicas escolares pueden reforzar o cuestionar los estereotipos de género, dependiendo del nivel de conciencia que tenga el profesorado sobre este fenómeno social.

Por otra parte, se identificó que varios docentes implementan estrategias orientadas a la equidad, tales como la conformación de equipos mixtos o

la asignación equitativa de tareas dentro del aula. Estas acciones reflejan avances importantes en la incorporación de prácticas educativas inclusivas; sin embargo, también evidencian la necesidad de fortalecer la formación docente en perspectiva de género para evitar la reproducción inconsciente de estereotipos.

En este sentido, diversos estudios destacan que la capacitación continua del profesorado constituye un factor fundamental para promover ambientes educativos más equitativos. Gilchrist y Zhang (2024) señalan que el nivel de conocimiento y la comodidad del profesorado para abordar temas relacionados con el sexismo y los estereotipos de género influyen directamente en la inclusión de estos contenidos dentro del currículo escolar.

A partir de lo anterior, es posible afirmar que la escuela representa un espacio clave para cuestionar y transformar los estereotipos de género presentes en la sociedad. Cuando el profesorado incorpora una perspectiva de género en su práctica pedagógica, contribuye a la construcción de ambientes de aprendizaje basados en el respeto, la igualdad y la convivencia pacífica entre niñas y niños.

Consideraciones Finales

El análisis de los ejes centrales de la investigación permitió reconocer que los roles y estereotipos de género constituyen constructos sociales que han sido transmitidos de generación en generación y naturalizados tanto por hombres como por mujeres. Estos constructos han impuesto normas de conducta, formas de vestir y posiciones laborales diferenciadas, lo que históricamente ha generado desigualdad, discriminación y desvalorización hacia las mujeres, posicionándolas como uno de los grupos más vulnerables dentro de la sociedad.

Limitaciones del estudio

Entre las principales limitaciones de esta investigación se encuentra el tamaño de la muestra, ya que lo deseable es incrementar el número de participantes pertenecientes a otras instituciones educativas y poder establecer comparaciones. Por otro lado, el uso de un cuestionario estructurado permitió identificar tendencias generales en las concepciones docentes; sin embargo, futuras investigaciones podrían complementar estos resultados mediante enfoques cualitativos, como entrevistas o grupos focales, que permitan profundizar y triangular las percepciones y experiencias del profesorado.

Los resultados de esta investigación sugieren la necesidad de fortalecer la formación docente en el enfoque de género e incluir la Educación Inclusiva en los programas de desarrollo profesional y actualización docente. Otra necesidad es incorporar contenidos relacionados con el género y la promoción de ambientes de aprendizaje inclusivos, para contribuir en la convivencia escolar y fomentar

la empatía y actitudes de respeto y solidaridad entre el estudiantado. Así mismo, las instituciones pedagógicas deben impulsar políticas educativas, que favorezcan la capacitación del profesorado y la participación articuladas entre familias, comunidad y sociedad a favor de las niñas, los niños, los adolescentes por el bien de todos y la calidad en la educación.

Referencias

- Acuerdo número 07/06/17 por el que se establece el Plan y los Programas de Estudio para la Educación Básica: Aprendizajes clave para la educación integral (Agreement No. 07/06/17 Establishing the Curriculum and Study Programs for Basic Education: Key Learnings for Comprehensive Education). Diario Oficial de la Federación del 29 de junio de 2017. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5488475
- Arvayo-Mata, K. L., & Rodríguez, A. (2015). Roles de género, interacción verbal y tolerancia que presentan alumnos (as) en educación primaria (Gender Roles, Verbal Interaction, and Tolerance Among Primary School Students). *Revista electrónica de Humanidades, Educación y Comunicación Social*, 10(19), 7-31. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6844508.pdf>
- Bonan, C., & Guzmán, V. (2007). *Aportes de la teoría de género a la comprensión de las dinámicas sociales y los temas específicos de asociatividad y participación, identidad y poder* (Contributions of Gender Theory to the Understanding of Social Dynamics and the Specific Issues of Associativity and Participation). [Documento de Trabajo]. <http://cem.cl/pdf/aportes.pdf>
- Cabral, B.E., & Samudio, E. (2005). El género: una categoría de análisis crítico que nos cuenta otra historia (Gender: A Category of Critical Analysis That Tells Us a Different Story), *Trocadero*, (17), 239-247. <https://rodin.uca.es/handle/10498/9404>
- Castro, J.J. (2021). *Violencia de género y convivencia en escuelas primarias: ¿Omisión o reproducción?* (Gender Violence and Coexistence in Primary Schools: Omission or Reproduction?) [Tesis de Grado, Universidad Siglo 21]. <https://repositorio.21.edu.ar/server/api/core/bitstreams/7348b57d-a4ac-40a2-aba1-0126292dd16a/content>
- Correll, S.J., Thebaud, S., & Benard, S. (2007). *Una introducción a la psicología social del género* (An introduction to the social psychology of gender). https://scholar.google.com/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=An+Introduction+to+the+Social+Psychology+of+Gender&btnG=
- Etchezahar, E. (2014). La construcción social del género desde la perspectiva de la teoría de la identidad social (The Social Construction of Gender from the Perspective of Social Identity Theory). *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 25(49), 128-142. <https://www.redalyc.org/pdf/145/14532635005.pdf>
- Fierro, C., Fortoul, B., & Rosas, L. (1999). *Transformando la práctica docente: una propuesta basada en la investigación-acción*. Paidós.
- Gilchrist, E., & Zhang, K.C. (2024). Gender Stereotypes in the UK Primary Schools: Student and Teacher Perceptions. *International Journal of Educational Reform*, 33(3), 270-294. https://www.researchgate.net/publication/362132644_Gender_Stereotypes_in_the_UK_Primary_Schools_Student_and_Teacher_Perceptions
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Research Methodology) (6.ª ed.). McGraw-Hill. <https://scholar.google.com/scholar?q=Metodología+de+la+investigación+Hernández+Sampieri+2014>
- Lagarde, M. (1996). Género y feminismo: Desarrollo humano y democracia (Gender and Feminism: Human Development and Democracy). Horas y Horas. <https://scholar.google.com/scholar?q=Género+y+feminismo+desarrollo+humano+y+democracia+Lagarde+1996>
- OECD. (2023). *Gender equality in education: Breaking stereotypes in schools*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/education/gender-equality-in-education/>
- Parotti, C. (2001). A propósito de masculinidad. *Theologica Xaveriana*, 51(140), 597-608. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/teoxaveriana/article/view/20965>
- Pasek de Pinto, E., & Matos de Rojas, A. (2006). Cinco paradigmas para abordar lo real. *Telos: Revista de estudios interdisciplinarios en ciencias sociales*, 8(1), 106-121. <https://www.redalyc.org/pdf/993/99318655008.pdf>
- Rojas Crotte, I.R. (2011). Elementos para el diseño de técnicas de investigación: una propuesta de definiciones y procedimientos en la investigación científica (Elements for the Design of Research Techniques: A Proposal of Definitions and Procedures in Scientific Research). *Tiempo de Educar*, 12(24), 277-297. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31121089006>
- Salinas-Quiroz, F., & Rosales Mendoza, A. (2016). La agenda pendiente de la educación inicial y preescolar en México: sexualidad integral. *Educación*, 25(49), 143-160. <https://doi.org/10.18800/educacion.201602.008>
- Salvatori, M.L., & Cherubini, D. (2024). Gender stereotypes in physical education: State of the art and future perspectives in primary school. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*, 28(3), 231-238. <https://www.sportpedagogy.org.ua/index.php/ppcs/article/view/2686>

- Sánchez Bello, A. (2015). Perspectivas teóricas de género: Status questionis del impacto en el sistema educativo (Theoretical Gender Perspectives: Status Quaestionis of Their Impact on the Educational System). *Convergencia*, 22(67), 111-127. <https://www.scielo.org.mx/pdf/conver/v22n67/v22n67a5.pdf>
- Santiago, G. T. (2010). Mujer, familia y trabajo afectivo: una cara de la informalidad laboral. *Rascunhos Culturais*, 1(2), 43. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3694449>
- Secretaría de Educación Pública (2010). Equidad de género y prevención de la violencia en primaria (Gender Equity and Violence Prevention in Primary Education). https://consejos escolares.sep.gob.mx/work/models/conapase/Resource/821/4/images/4_%20Equidad%20de%20g%C3%A9nero.pdf
- Secretaría de Educación Pública (2017). Aprendizajes clave para la educación integral: Plan y programas de estudio para la educación básica (Key Learnings for Comprehensive Education: Curriculum and Study Programs for Basic Education). https://www.ipmp.gob.mx/web/acervo_digital/documentos/Libros%20Digitales%20Coleccion%20AC/Aprendizajes%20Clave%20para%20la%20Educacion%20Integral.pdf
- Serrano Arenas, D. & Ochoa Cervantes, A.D.L.C. (2023). *La formación para la ciudadanía en igualdad de género en educación primaria* (Citizenship Education for Gender Equality in Primary Education). Sinéctica, (60). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-109X2023000100404
- Solís Domínguez, D., & Martínez Lozano, C.P. (2014). Género, cuerpo y diversidad cultural: significaciones y prácticas de estudiantes de secundarias públicas en San Luis Potosí (Gender, Body, and Cultural Diversity: Meanings and Practices of Students in Public Secondary Schools in San Luis Potosí). *La ventana. Revista de estudios de género*. La ventana, 5(39), 141-178. <https://revistalaventana.cucsh.udg.mx/index.php/LV/article/view/477>
- UNICEF (2017). Comunicación, infancia y adolescencia: Guía para periodistas. Perspectiva de género (Communication, Childhood, and Adolescence: A Guide for Journalists. A Gender Perspective). UNICEF. https://www.unicef.org/argentina/sites/unicef.org.argentina/files/2018-04/COM-1_PerspectivaGenero_WEB.pdf
- Velasquez Guerrero, B.L. (2025). *Esteriotipos de género y comportamientos sexistas en el aula preescolar. Análisis a partir de un estudio de caso* (Gender Stereotypes and Sexist Behaviors in the Preschool Classroom: Analysis Based on a Case Study) [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Zacatecas]. <http://148.217.50.3/jspui/handle/20.500.11845/4091> <https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/139736/2262-Texto%20Artigo-7943-1-10-20190702.pdf?sequence=1>
- Verdugo Castro, S., Sánchez Gómez, M. C., García Holgado, A., & García Peñalvo, F. J. (2019). Revisión y estudio cualitativo sobre la brecha de género en el ámbito educativo STEM por la influencia de los estereotipos de género. *Atas-Investigação Qualitativa em Ciências Sociais/Investigación Cualitativa en Ciencias Sociales*, 3, 381-386.
- Yu, X. (2023). The influence of teachers' implicit attitude on primary school students' development of gender ideology. *Journal of Education, Humanities and Social Sciences*, 8, 591-599. <https://doi.org/10.54097/ehss.v8i.4314>
- Zambrano-Vargas, S.M., & Vázquez-García, A.W. (2019). Algunas perspectivas teóricas para el estudio del emprendimiento y el género (Some Theoretical Perspectives for the Study of Gender and Entrepreneurship). *Saber, Ciencia y Libertad*, 14(1), 159-170. <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/saber/article/view/5216/4417>

Trabajo en Redes de Investigación: CA-38 Cultura y Desarrollo de la Empresa

María Isabel de la Garza Ramos¹, Jannett Ayup González², Elizabeth Lizeth Mayer Granados³, Jorge Alberto Charles Coll⁴, Ana Xóchitl Barrios del Ángel⁵.

Resumen

El presente estudio analiza la evolución del Cuerpo Académico UAT-CA-38 Cultura y Desarrollo de la Empresa, de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, con el propósito de evidenciar la importancia del trabajo colaborativo y la participación en redes de investigación para el fortalecimiento de la productividad científica y la consolidación académica. La investigación se desarrolló mediante un estudio de caso con enfoque descriptivo, sustentado en el análisis cronológico de la trayectoria del cuerpo académico entre 2002 y 2022, con la consideración de su evolución dentro del Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP), la conformación de redes nacionales e internacionales y la sistematización de su producción científica. Los resultados muestran que la incorporación a redes interinstitucionales favoreció el incremento de publicaciones, la formación de recursos humanos, la internacionalización de las investigaciones y la consolidación del cuerpo académico, permitiendo superar periodos de reestructuración y recuperar su nivel de Cuerpo Académico Consolidado. Se concluye que las redes de investigación constituyen un factor estratégico para fortalecer las capacidades investigativas, promover la cooperación científica y generar un mayor impacto académico e institucional en la educación superior.

Palabras clave: cuerpos académicos, redes de investigación. colaboración científica, productividad académica, educación superior, PRODEP.

Cómo citar: De la Garza, M., Ayup, J., Mayer, E., Charles, J., Barrios, A. (2026). Trabajo en Redes de Investigación: CA-38 Cultura y Desarrollo de la Empresa. En Calles, M., Hernández, E., Altamira, J. (Eds.). *Mujeres que transforman conocimiento. Innovación educativa e investigación interdisciplinaria para la sostenibilidad*. High Rate Consulting. <https://doi.org/10.38202/mujerestransf17>

1. <https://orcid.org/0000-0003-0003-8757>, igarza@docentes.uat.edu.mx | Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.
2. <https://orcid.org/0000-0003-0433-5679>, yanethay@docentes.uat.edu.mx | Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.
3. <https://orcid.org/0000-0002-8063-1157>, elmayer@docentes.uat.edu.mx | Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.
4. <https://orcid.org/0000-0003-2877-2937>, jacoll@docentes.uat.edu.mx | Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.
5. <https://orcid.org/0000-0001-9620-0223>, axbarrios@docentes.uat.edu.mx | Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

Research Networking: CA-38 Culture and Business Development

Abstract

This study analyzes the evolution of the Academic Body UAT-CA-38 Culture and Business Development of the Autonomous University of Tamaulipas, with the purpose of demonstrating the importance of collaborative work and participation in research networks for strengthening scientific productivity and academic consolidation. The research was conducted through a descriptive case study based on a chronological analysis of the academic body's trajectory between 2002 and 2022, considering its development within the Professional Development Program for Teachers (PRODEP), the formation of national and international networks, and the systematization of its scientific output. The results show that participation in interinstitutional networks fostered an increase in publications, the training of human resources, the internationalization of research activities, and the consolidation of the academic body, enabling it to overcome periods of restructuring and regain its status as a Consolidated Academic Body. It is concluded that research networks constitute a strategic factor for strengthening research capacities, promoting scientific cooperation, and generating greater academic and institutional impact in higher education.

Keywords: academic bodies, research networks, scientific collaboration, academic productivity, higher education, PRODEP.

Introducción/Contextualización Teórica

En 2002, se originó en la FCAT de la UAT el CA-UAT-38 “Cultura y Desarrollo de la Empresa”. Este estudio tiene como objetivo describir la evolución, éxitos y logros del primer cuerpo académico de la FCAT, resaltando la relevancia de la participación en redes de investigación. En dos décadas, el cuerpo académico evolucionó hasta consolidarse plenamente. Actualmente, los miembros son parte del SNI del Conahcyt, profesores de tiempo completo en la universidad y colaboran como docentes invitados. Los resultados obtenidos han sido significativos, abarcando publicaciones en distintos países de América, Europa y Medio Oriente. Las publicaciones incluyen libros, capítulos de libros, compilaciones, memorias de congresos y artículos en revistas científicas. Asimismo, el cuerpo académico ha contribuido en la formación de recursos humanos a nivel de licenciatura, maestría y doctorado.

El objetivo de este documento es describir la evolución del primer cuerpo académico de la FCAT, así como los éxitos y logros obtenidos a lo largo del tiempo, haciendo hincapié en la importancia de la participación en redes de investigación.

Antecedentes históricos de los cuerpos académicos en México

En México, pertenecer a un cuerpo académico (CA) tiene varios beneficios, entre los que se incluyen: desarrollo profesional; colaboración y trabajo en equipo, tanto entre sus integrantes como con otros CA, lo que redundará en una mayor producción académica y científica; apoyo institucional mediante la obtención de recursos para la adquisición de activos tangibles e intangibles, a través de la capacitación por profesores e investigadores invitados; pertenencia a redes académicas nacionales e internacionales para el desarrollo de proyectos conjuntos; reconocimiento y prestigio; y visibilidad en la comunidad científica a través de las participaciones en congresos, seminarios, mesas de trabajo y convenciones.

En virtud de que los cuerpos académicos surgen de políticas públicas, estos varían en su procedimiento de creación, pues los pasos para su integración pueden variar dependiendo de la institución educativa y las políticas institucionales.

Para integrar un cuerpo académico, lo primero que deben realizar los profesores interesados es identificar a los integrantes. Primero, debe escoger

a aquellos que tengan un interés real en trabajar en el desarrollo de sus líneas de investigación y, segundo, que los profesores con los que pretendan integrarlo cumplan con ser profesores de tiempo completo, tengan experiencia en los temas de la línea de investigación y cuenten con reconocimiento de perfil deseable.

Una vez que ya se cuenta con los integrantes que comparten los mismos ideales en el desarrollo de líneas de investigación que les son comunes, deben definir cuál será la línea central de investigación y desarrollo del conocimiento, tanto en la generación como en la aplicación de este.

Además, deben analizar e identificar qué otros cuerpos académicos son afines a sus líneas de investigación, con la finalidad de ir generando la vinculación mediante la colaboración en investigaciones y otros productos científicos.

El Gobierno federal estableció diversos niveles o tipos de CA. Específicamente, existen tres niveles de CA reconocidos por el Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP):

- **Cuerpo académico consolidado (CAC):** esta categoría se otorga a los CA que cuentan con productos académicos reconocidos por su buena calidad. Los integrantes del CA cuentan con amplia experiencia en docencia y en formación de recursos humanos, cuentan con el reconocimiento de perfil deseable, colaboran entre sí para obtener productos científicos y participan en redes de investigación y desarrollo del conocimiento con otras universidades e instituciones del país y del extranjero.
- **Cuerpo académico en consolidación:** tiene lugar cuando más de la mitad de sus integrantes tiene el reconocimiento de perfil deseable y cuentan con productos de generación o aplicación innovadora del conocimiento. Participan conjuntamente en la obtención de productos científicos y, por lo menos, una tercera parte de sus integrantes son docentes y contribuyen a la formación de recursos humanos.

Cuerpo Académico en Formación: tiene identificados a sus integrantes, de los cuales al menos la mitad tiene el reconocimiento de perfil deseable. Hacen vinculación entre sus integrantes y desean establecer contactos con otros cuerpos académicos afines, tanto internos de la universidad o institución de educación superior a la que pertenecen como con otras instituciones del país o del extranjero (PRODEP, 2023).

Ahora bien, en la convocatoria por la que surgen los CA en México se previó que, para poder

medir o definir la calidad de un Cuerpo Académico (CA), este se evalúa mediante varios criterios establecidos por el Programa para el Desarrollo Profesional Docente, Tipo Superior (PRODEP). Algunos de los criterios, tanto para la creación como para la permanencia, son:

- a) Acreditar la realización de trabajo colegiado entre sus integrantes, que demuestre la constante interacción e integración entre sus miembros.
- b) Demostrar, con la producción científica, el desarrollo de las líneas de investigación.
- c) Contar, por lo menos, con un mínimo de tres integrantes que sean profesores de tiempo completo y con reconocimiento de Perfil Deseable de la institución en donde esté adscrito el CA.
- d) Tener metas comunes en la línea de investigación, que demuestren solidez y madurez, para poder generar conocimiento, realizar investigación aplicada o desarrollo tecnológico (PRODEP, 2023).

Es importante recordar que estos criterios pueden variar dependiendo de la institución educativa y de las políticas públicas que se generen en un determinado periodo. Por otra parte, también resulta relevante enfatizar que, para poder ser miembro integrante del cuerpo académico, es indispensable contar con el reconocimiento de perfil deseable; de lo contrario, solo podrá ser colaborador.

Otro aspecto importante de los CA es que son evaluados no solo para determinar su creación, sino también su permanencia o evolución. Para ello, una vez que se crean, dependiendo del tipo de CA que se haya integrado, variará el tiempo en que será evaluado para saber si sigue cumpliendo con los requisitos mínimos de operación o si hubo un mejoramiento en su calidad y producción científica. Por lo que la vigencia de los Cuerpos Académicos en Formación (CAEF) y los Cuerpos Académicos en Consolidación (CAEC) será de tres años, mientras que la del Cuerpo Académico Consolidado (CAC) será de cinco años. Pasado el periodo de vigencia, se determinará si logran la consolidación y, los que ya cuentan con ella, si la han conservado.

En virtud de lo anterior, consideramos por demás importante revisar, analizar, reflexionar, pero, sobre todo, compartir la trayectoria, los conocimientos y las experiencias adquiridas a través de la integración, formación y evolución de veinte años del cuerpo académico consolidado con clave CA-38 UAT “Cultura y Desarrollo de la Empresa”, con todas las peripecias vividas colectivamente e individualmente en la formación de capital humano y desarrollo de investigadores.

Estudio de caso: Cuerpo Académico CA-38 “Cultura y Desarrollo de la Empresa”

El Cuerpo Académico Cultura y Desarrollo de la Empresa, clave UAT-CA-38, nace con el rango de Cuerpo Académico en Formación (CAEF), en el mes de diciembre de 2002, ante la convocatoria que la Subsecretaría de Educación Superior de la Secretaría de Educación Pública lanza al crear el Programa para el Mejoramiento del Profesorado (PROMEP), ahora Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP).

Hasta el año 2009 se sostiene como CAEF, en que alcanza la evaluación de Cuerpo Académico en Consolidación, logrando, en 2013, convertirse en un Cuerpo Académico Consolidado (CAC). Al cumplir quince años de existencia, la mayoría de sus miembros se retiraron o cambiaron de sede, con lo que su producción dejó de ser considerada, dando como resultado que, en la evaluación de 2018, pierde su grado y baja nuevamente a CAEC. Casi totalmente renovado, sus miembros y colaboradores se esfuerzan y logran nuevamente su consolidación en 2022.

Cabe destacar que en el año 2006 es cuando el UAT-CA-38 recibe una invitación para pertenecer al Consorcio de Universidades Mexicanas (CU-Mex), asistiendo a la ciudad de Pachuca, Hgo., e inicia sus primeros trabajos en las redes de liderazgo, encabezada por un CA de la Universidad de Sonora, y de pymes, liderada por un CA de la universidad anfitriona, que le darán sus primeras publicaciones con investigadores de otras instituciones y en revistas internacionales.

Tiempo después, en 2008, PROMEP cita a todos sus CA en la ciudad de Puebla para integrarse en redes, en donde entra en contacto con los cuerpos académicos de los Tecnológicos de Mérida (ITM) y de Villahermosa (ITVH), formando la Red de Mujer Empresaria Rural, que lideró primero el ITM y después el UAT-CA-38, ya que fue beneficiado con recursos de PRODEP durante dos periodos de dos años cada uno. Posteriormente, se entraría a diversas redes interinstitucionales, con lo que su producción va en aumento.

Luego de haber iniciado con un solo profesor con estudios de doctorado, actualmente todos sus integrantes alcanzaron este grado y pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores; han realizado estancias en universidades de nuestro país y del extranjero, y participado con ponencias, carteles y conferencias en diversos países del mundo.

Por lo tanto, hay que resaltar la importancia del fomento científico entre los académicos e investigadores mexicanos por parte de los organismos gubernamentales, los cuales promueven y ofrecen

programas de apoyo para la generación de conocimiento. Desde los setenta, en México se fomenta el desarrollo científico mediante la figura del CONACYT; pero es hasta mediados de los noventa cuando se generan diversos indicadores de calidad para los docentes de las universidades mexicanas, y es aquí cuando surge la necesidad de desarrollar capacidades especializadas. Para ello, las instituciones educativas y la SEP ofrecían programas de becas para que los maestros universitarios estudiaran un posgrado y así adquirir conocimientos especializados, contribuyendo a la formación de docentes académicos, los cuales desempeñan un papel fundamental en la educación superior y en la formación de futuras generaciones de profesionales, investigadores y líderes en diversos campos.

En resumen, por medio de la Figura 1, se refleja la evolución que ha tenido el cuerpo académico CA-38 “Cultura y Desarrollo de la Empresa”, confirmando con ello lo que afirman Ocampo-Gómez et al. (2021), que mediante los cuerpos académicos se logra el desarrollo del profesorado, se obtiene un incremento en el conocimiento, se desarrollan capacidades y se innova mediante la vinculación, creando redes de investigación y desarrollo.

Figura 1.

Evolución del cuerpo académico CA-38 “Cultura y Desarrollo de la Empresa”

Metodología

Para la realización de este trabajo se optó por un diseño metodológico fundamentado en el estudio de caso. El objeto de estudio corresponde al Cuerpo Académico “Cultura y Desarrollo de la Empresa”, clave UAT-CA-38, adscrito a la Facultad de Comercio y Administración de Tampico (FCAT) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT).

El análisis se estructuró por medio de un recorrido cronológico y descriptivo, dividido en las siguientes fases clave:

1. Un análisis del contexto histórico de las políticas públicas y programas de productividad académica en México (CONACyT y PRODEP).
2. La reconstrucción de la línea de tiempo evolutiva del CA-38, desde su fundación en 2002 hasta el año 2022, detallando sus fluctuaciones de nivel (CAEF, CAEC, CAC).
3. El rastreo, recopilación y clasificación cuantitativa y cualitativa de su producción científica acumulada (libros, capítulos de libros, compilaciones y artículos científicos), categorizada según la naturaleza de la colaboración (producción general, producción en redes y producción individual con tesis).



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

LÍNEA DE TIEMPO

1970

Creación del CONACYT, organismo gubernamental federal descentralizado encargado de promover y desarrollar la ciencia y la tecnología en México.

2002

Implementación de Cuerpos Académicos en universidades públicas con el propósito de fomentar la colaboración integral entre profesores, innovación e investigación.

2008

Formación de la Red de Mujer Empresaria Rural junto con otros Cuerpos Académicos de instituciones educativas.

2013

Cuerpo Académico **"Cultura y Desarrollo de la Empresa"** (UAT-CA-38) obtiene el estatus de Cuerpo Académico Consolidado.

2022

Tras esfuerzos y renovación, el Cuerpo Académico **"Cultura y Desarrollo de la Empresa"** (UAT-CA-38) recupera su estatus de Cuerpo Académico Consolidado.

1996

Establecimiento del Programa para el Desarrollo Profesional del Docente, con el objetivo de elevar la calidad de las universidades e institutos de Educación Superior en México.

2006

Inclusión del Cuerpo Académico **"Cultura y Desarrollo de la Empresa"** (UAT-CA-38) en el Consorcio de Universidades Mexicanas (CUMex).

2009

Cuerpo Académico **"Cultura y Desarrollo de la Empresa"** (UAT-CA-38) alcanza la evaluación de Cuerpo Académico en Consolidación.

2018

Debido a cambios en la composición de miembros, el Cuerpo Académico **"Cultura y Desarrollo de la Empresa"** (UAT-CA-38) pierde su estatus de Cuerpo Académico Consolidado y baja a Cuerpo Académico en Consolidación.

Esta línea del tiempo destaca los hitos clave relacionados con el desarrollo de los profesores de educación superior, la implementación de los Cuerpos Académicos y el caso específico del Cuerpo Académico "Cultura y Desarrollo de la Empresa" en México.

Resultados y discusión

El Cuerpo Académico Cultura y Desarrollo de la Empresa, clave UAT-CA-38, nace con el rango de Cuerpo Académico en Formación (CAEF) en el mes de diciembre de 2002. Se sostiene como CAEF hasta el año 2009, en que alcanza el nivel de Cuerpo Académico en Consolidación (CAEC), logrando, en 2013, convertirse en un Cuerpo Académico Consolidado (CAC). Al cumplir quince años de existencia,

debido al retiro y cambio de sede de la mayoría de sus miembros, la producción dejó de ser considerada, dando como resultado que, en la evaluación de 2018, perdiera su grado y bajara nuevamente a CAEC. Casi totalmente renovado, sus miembros y colaboradores se esforzaron y lograron nuevamente su consolidación en 2022.

En el año 2006, el UAT-CA-38 recibe una invitación para pertenecer al Consorcio de Universidades Mexicanas (CUMex), iniciando sus primeros trabajos en las redes de Liderazgo (encabezada por la Universidad de Sonora) y de pymes (liderada por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo), aportando sus primeras publicaciones conjuntas. En 2008, se integra en Puebla a la Red de Mujer

Empresaria Rural, junto con los Tecnólogos de Mérida y Villahermosa, liderada con posterioridad por el UAT-CA-38 tras recibir recursos de PROMEP. Tras comenzar con un solo profesor con estudios de doctorado, actualmente todos sus integrantes tienen este grado y pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores (SNI).

Tabla 1.
Producción de Libros, Capítulos y Compilaciones del CAUAT-CA-38

Tipo	Título	Año	Editorial/Revista	Participantes/Autores	País
Libro	Microfranquicia: una guía para emprendedores	2019	Editorial Colofón	Ayup González, J., Cavazos, J. y Mayer-Granados, E.L.	México
Cap. Libro	La problemática del gerente en la empresa familiar...	2008	Plaza y Valdés Editores	De la Garza, M.I. y Medina, J.M.	México
Cap. Libro	Entre la diversificación y la sucesión...	2009	HESS Grupo Editorial	De la Garza, M.I. y Díaz, J.G.	México
Cap. Libro	Aprendiendo del pasado, en: "Análisis organizacional..."	2010	HESS Grupo Editorial	De la Garza, M.I., Cheín, N.F. y Díaz, J.G.	México
Cap. Libro	Doscientos años de la empresa en México...	2010	Universidad de Guanajuato	De la Garza, M.I., Cheín, N.F. y Medina, J.M.	México
Cap. Libro	Periodo Moderno de la empresa mexicana (1970- 2000)...	2010	Edición multiuniversitaria binacional	De la Garza, M.I., Cheín, N.F., Medina, J.M., Ayup González, J.	México-Chile
Cap. Libro	La metodología cualitativa: Una opción para estudiar...	2011	HESS Grupo Editorial	De la Garza, M.I., Jiménez, K.P., Mayer-Granados, E.L. y Díaz, J.G.	México
Cap. Libro	La organización rural propiedad de mujeres...	2011	Editorial Fontamara	De la Garza M.I. y Medina, J.M.	México
Cap. Libro	Análisis competitivo de la empresa turística...	2012	Universidad Autónoma de Tlaxcala	Medina, J.M., De la Garza, M.I. y Díaz, J.G.	México
Cap. Libro	Mujer empresaria rural tamaulipeca...	2012	Universidad Autónoma de Tlaxcala	Jiménez, K.P. y Cheín, N.F.	México
Cap. Libro	La mujer empresaria en Tamaulipas...	2013	Pearson Educación de México	De la Garza, M.I., Medina, J.M. y Cheín, N.F.	México
Cap. Libro	Factores de éxito del emprendimiento femenino...	2013	Universidad Autónoma de Tlaxcala	Medina, J.M., De la Garza, M.I. y Díaz, J.G.	México
Cap. Libro	Análisis de las características demográficas...	2014	Plaza y Valdés Editores	Charles Coll J.A. y Mayer-Granados, E. L.	México
Cap. Libro	Análisis de los retos actuales de los clusters...	2014	M.Á. Porrúa	Jiménez, K.P, De la Garza, M.I. y Medina, J.M.	México
Cap. Libro	La empresa latinoamericana y la divulgación...	2014	Instituto Tecnológico de Sonora	Moreno, A.E., De la Garza, M.I. y Medina, J.M.	México
Cap. Libro	El crecimiento en la empresa familiar, factor...	2015	Universidad Autónoma de Chiapas	De la Garza, M.I., Díaz, J.G., Jiménez, K.P y Medina, J.M.	México
Cap. Libro	La innovación y calidad en las empresas propiedad...	2016	Fomento Editorial	Charles Coll J.A. y Mayer-Granados, E. L.	México
Cap. Libro	Proceso de sucesión: Factor de continuidad...	2016	Colofón, Ediciones Académicas	De la Garza, M.I., Medina, J.M. y Díaz, J.G.	México

Tipo	Título	Año	Editorial/Revista	Participantes/Autores	País
Cap. Libro	Financiamiento a PyMEs: El proceso continuo...	2016	Colofón, Ediciones Académicas	Cheín, N.F., Jiménez, K.P. y Azuela, J.I.	México
Cap. Libro	Comunicación contrapuesta y sus efectos...	2016	Colofón, Ediciones Académicas	Azuela, J.I., Jiménez, K.P. y Ochoa, M.L.	México
Cap. Libro	Resultados obtenidos en el estado de Tamaulipas...	2016	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	Cheín, N.F., Jiménez, K.P., Díaz, J. G. y De la Garza, M.I.	México
Cap. Libro	Doña Raquel, en "La empresa familiar en México..."	2017	Universidad de Monterrey	De la Garza, M.I. y Charles Coll, J.A.	México
Cap. Libro	El emprendimiento y la innovación en la empresa...	2017	Universidad de Monterrey	Mayer-Granados, E.L. y Charles Coll, J.A.	México
Cap. Libro	Internacionalización del programa de Contador Público...	2017	Palibrio	Miembros y colaboradores del CA	México
Cap. Libro	Fundamentos teóricos del entrepreneurship int...	2018	Colofón	Barrios, A.X., De la Garza, M.I. y Mayer-Granados, E.L.	México
Cap. Libro	El familiness, capital social de la empresa...	2019	Plaza y Valdés	De la Garza, M.I., Ayup González, J. y Mayer-Granados, E.L.	México
Cap. Libro	El posicionamiento de las franquicias hoteleras...	2019	Universidad Autónoma de Tamaulipas	Ayup González, J., del Ángel, C.M., Mayer-Granados, E.L. y De la Garza, M.I.	México
Cap. Libro	Factores incidentes en la participación de la mujer...	2020	M. Á. Porrúa	De la Garza, M.I., Ayup González, J. y Mayer-Granados, E.L.	México
Cap. Libro	Internacionalización de la empresa familiar...	2020	M. Á. Porrúa	Barrios, A.X., De la Garza, M.I. y Soto, A.	México
Cap. Libro	Radiografía de los activos intangibles...	2021	Universidad Autónoma de Tamaulipas	Barrios, A.X. y De la Garza, M.I.	México
Cap. Libro	La pandemia SORS-COV2 y sus efectos...	2021	Plaza y Valdés	Charles Coll, J.A., Mayer-Granados, E.L. y De la Garza, M.I.	México
Cap. Libro	Innovación y su efecto en el crecimiento económico...	2021	Editorial Grupo Compás	Hernández F., Mayer-Granados E.L. y Charles Coll, J.A.	Ecuador
Cap. Libro	Factores socioemocionales en la empresa familiar...	2022	iQuatro Editores	De la Garza, M.I., Hernández, E., Barrios, A.X. y Paredes, J.	-
Cap. Libro	Características de mujeres empresarias en el sur...	2023	ALTRES COSTA-AMIC Editores	Ochoa P.G., Mayer-Granados, E.L. y De la Garza, M.I.	México
Compilación	Memorias del IV Congreso Investigación en CC.SS.	2008	Universidad Autónoma de Tamaulipas	De la Garza, M.I., Me-dina, J.M. y Cheín, N.F.	México
Compilación	Memorias del V Congreso Investigación en CC.SS.	2009	Universidad Autónoma de Tamaulipas	De la Garza, M.I., Me-dina, J.M., Cheín, N.F. y Jiménez, K.P.	México
Compilación	Memorias del VI Congreso Investigación en CC.SS.	2010	Universidad Autónoma de Tamaulipas	Cheín, N.F., Jiménez, K.P., Medina, J.M. y De la Garza, M.I.	México
Compilación	Doscientos años de la empresa familiar tamaulipecana	2010	Universidad Autónoma de Tamaulipas	De la Garza, M.I., Cheín, N.F. y Medina, J.M.	México
Compilación	La mujer empresaria rural tamaulipecana	2014	Plaza y Valdez Editores	De la Garza, M.I., Medi-na, J.M., Cheín, N.F. y Jiménez, K.P.	México

CONT					
Tipo	Título	Año	Editorial/Revista	Participantes/Autores	País
Compilación	Gestión estratégica para la toma de decisiones...	2014	Universidad Autónoma de Tamaulipas	Jiménez, K.P., De la Garza, M.I., Medina, J.M. y Cheín, N.F.	México
Compilación	El emprendimiento femenino en Tamaulipas	2016	Universidad Autónoma de Tamaulipas	Jiménez, K.P., De la Garza, M.I., Medina, J.M. y Cheín, N.F.	México
Compilación	Resiliencia de la empresaria familiar...	-	Universidad de Colima (Docs Trabajo)	De la Garza, M.I., Ayup González, J. y Barrios, A.X.	México

Al ir evolucionando el CA hacia la integración a redes de investigación interinstitucionales, la producción se enriqueció con la participación de investigadores de otras universidades nacionales e internacionales. Esto se evidencia en investigaciones conjuntas sobre el perfil financiero de las pequeñas empresas en la red CUMex (2007, 2009), estudios sobre prácticas de liderazgo publicados en Colombia (2008, 2011), análisis sobre la calidad de sistemas de información editados en Malasia (2009), así como aportaciones

sobre la desigualdad del ingreso y su impacto en el crecimiento en Italia (2017) y Canadá (2015). En total, el CA ha contribuido a las ciencias sociales con alrededor de 76 publicaciones científicas.

Conclusiones

Los resultados obtenidos a lo largo de dos décadas demuestran una producción de carácter nacional e internacional significativa, que abarca publicaciones en diversos países de América, Europa y Medio Oriente. El avance progresivo del UAT-CA-38, desde un Cuerpo Académico en Formación en 2002 hasta su consolidación plena, ratifica que estas figuras institucionales son vitales para la mejora de la productividad académica, el intercambio y el flujo de conocimiento científico.

La participación activa en redes interinstitucionales (como CUMex) impulsó de forma contundente el éxito del equipo. Esto permitió no solo el de-

sarrollo profesional individual de sus integrantes —quienes actualmente ostentan el grado de doctor y pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores del CONAHCYT—, sino que también consolidó la formación de capital humano a nivel de licenciatura, maestría y doctorado en la Universidad Autónoma de Tamaulipas. En conclusión, el caso analizado ejemplifica cómo el trabajo cooperativo y la vinculación en redes actúan como el motor idóneo para la innovación y la reputación en el ámbito de la investigación de la educación superior.

Como limitación del presente estudio de caso, se reconoce la falta de un análisis comparativo formal con otros cuerpos académicos de la misma institución o región, lo cual restringe la posibilidad de generalizar los factores de éxito normativos. Se sugiere, para futuras investigaciones, evaluar el impacto de los cambios de las políticas públicas y presupuestales federales sobre la permanencia de la consolidación de los CA a largo plazo.

Referencias

- Ocampo-Gómez, E., Jiménez-García, S., y Palacios-Ramírez, L. (2020). El investigador fragmentado: conflictos y tensiones derivados de la diversificación de su carga laboral (The Fragmented Researcher: Conflicts and Tensions Arising from the Diversification of Workload). *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 11(30). <https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2020.30.587>
- Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP) (2023). Programa para el Desarrollo Profesional Docente (Teacher Professional Development Program). <https://dgesum.sep.gob.mx/prodep>
- Subsecretaría de Educación Superior (SEP) (2023). Registro y Evaluación de Cuerpos Académicos 2023 (Registration and Evaluation of Academic Groups 2023). https://dgesui.ses.sep.gob.mx/sites/default/files/2023-01/03_Registro_Evaluacion_CA.pdf

Expansión Urbana e Irregularidad: Riesgos e Impacto Territorial en Ciudad Madero, Tamaulipas

Marisol Luitin Luna¹, Elda Margarita Hernández Rejón²,
Maria Silvia Montalvo Tello³, Jose Manuel Almodovar Melendo⁴

Resumen

La expansión urbana acelerada y los procesos de ocupación irregular del territorio constituyen factores determinantes en la generación de riesgos socioambientales en Ciudad Madero, Tamaulipas. El objetivo de este estudio fue analizar la evolución de la expansión urbana y su relación con la irregularidad territorial, identificando su influencia en la transformación de la estructura urbana y en la generación de condiciones de vulnerabilidad, particularmente frente al riesgo de inundaciones. La investigación se desarrolló bajo un enfoque analítico-territorial de carácter descriptivo e interpretativo, sustentado en la revisión y análisis comparativo de instrumentos oficiales de planeación, ordenamiento territorial y gestión del riesgo, complementado con el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la integración y análisis espacial de la información. Los resultados evidencian que la expansión urbana no planificada ha favorecido la ocupación de zonas inundables y la reducción de áreas naturales, incrementando la fragmentación territorial, la vulnerabilidad ambiental y la exposición de la población a eventos hidrometeorológicos. Se concluye que la integración de herramientas de análisis territorial y la articulación de los instrumentos de planeación resultan fundamentales para fortalecer la gestión del riesgo y promover un desarrollo urbano más ordenado, resiliente y sostenible.

Palabras clave: expansión urbana, irregularidad territorial, riesgo de inundación, ordenamiento territorial, Sistemas de Información Geográfica, vulnerabilidad urbana.

Cómo citar: Luitin, M., Hernández, E., Montalvo, M., Almodovar, J. (2026). Expansión Urbana e Irregularidad: Riesgos e Impacto Territorial en Ciudad Madero, Tamaulipas. En Calles, M., Hernández, E., Altamira, J. (Eds.). *Mujeres que transforman conocimiento. Innovación educativa e investigación interdisciplinaria para la sostenibilidad*. High Rate Consulting. <https://doi.org/10.38202/mujeres-transf18>

1. <https://orcid.org/0000-0002-8833-6443>, luitin@docentes.uat.edu.mx | Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

2. <https://orcid.org/0000-0002-3197-2502>, mrejon@docentes.uat.edu.mx | Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

3. <https://orcid.org/0000-0003-0816-8417>, smontalvo@docentes.uat.edu.mx | Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

4. <https://orcid.org/0000-0002-4736-750X>, jmalmodovar@us.es | Universidad de Sevilla, España.

Urban Expansion and Irregularity: Risks and Territorial Impact in Ciudad Madero, Tamaulipas

Abstract

Accelerated urban expansion and irregular land occupation have become key drivers of socio-environmental risk in Ciudad Madero, Tamaulipas, Mexico. This study aimed to analyze the evolution of urban expansion and its relationship with territorial irregularity, identifying its influence on urban structure transformation and the generation of vulnerability, particularly regarding flood risk. The research adopted a descriptive and interpretative territorial-analytical approach based on the review and comparative analysis of official urban planning, land-use planning, and disaster risk management documents, complemented by Geographic Information Systems (GIS) for spatial data integration and analysis. The findings indicate that unplanned urban growth has promoted the occupation of flood-prone areas and the reduction of natural land cover, increasing territorial fragmentation, environmental vulnerability, and population exposure to hydrometeorological hazards. The study concludes that integrating territorial analysis tools with urban planning instruments is essential for strengthening disaster risk management and fostering more orderly, resilient, and sustainable urban development.

Keywords: urban expansion, territorial irregularity, flood risk, land-use planning, Geographic Information Systems, urban vulnerability.

Introducción

Con poco más de 205 mil habitantes en una superficie urbana de 3 024.61 ha, según datos del INEGI en el Censo de Población y Vivienda 2020, Ciudad Madero, que forma parte de la Zona Metropolitana del Sur de Tamaulipas, ha tenido un crecimiento y desarrollo urbano sin planificación, lo que ha desembocado, entre otras cosas, en una proliferación de informalidad urbana que se enfoca en la formación, persistencia y crecimiento de asentamientos urbanos precarios y autoconstruidos, en los que la mayoría de sus habitantes no cuentan con una certeza jurídica sobre sus viviendas.

Este capítulo explorará la relación entre expansión urbana e irregularidad territorial e implica comprender cómo las transformaciones del uso del suelo modifican la estructura de la ciudad, redefinen sus patrones de conectividad y generan nuevos escenarios de riesgo, esto con base en los criterios morfológicos y estadísticos, complementados con los Sistemas de Información Geográfica, el trabajo de una zonificación, así como un análisis de la vulnerabilidad en la zona, con el propósito de conocer el riesgo que existe en la ciudad. Como es necesaria la prevención para tratar de minimizar el riesgo y la respuesta social a los desastres.

La metodología del estudio es presentada y seguida por una breve contextualización de Ciudad

Madero. Aborda la evolución del crecimiento urbano desde una perspectiva crítica, enfocándose en las implicaciones que tienen los procesos de expansión e irregularidad sobre la estructura urbana y la generación de riesgos. A través del análisis territorial y espacial, se busca identificar los patrones de ocupación que han configurado ciudades más fragmentadas y vulnerables, así como reflexionar sobre la necesidad de fortalecer estrategias de planeación que promuevan un desarrollo urbano más ordenado, resiliente y sostenible. Entender esta transición “de la expansión al riesgo” resulta fundamental para replantear el futuro de las ciudades y construir modelos urbanos capaces de responder a los desafíos ambientales y sociales del presente.

Analizar la relación entre expansión urbana e irregularidad territorial implica comprender cómo las transformaciones del uso del suelo modifican la estructura de la ciudad, redefinen sus patrones de conectividad y generan nuevos escenarios de riesgo y la vulnerabilidad social.

Este trabajo tiene como objetivo analizar la evolución de la expansión urbana y los procesos de ocupación irregular del territorio, identificando su influencia en la transformación de la estructura urbana y en la generación de condiciones de riesgo, a fin de comprender cómo estas dinámicas afectan la funcio-

nalidad, sostenibilidad y resiliencia de la ciudad, y contribuir al desarrollo de estrategias de planeación territorial orientadas a un crecimiento urbano más ordenado y seguro. Todo esto a través del análisis de los diferentes estudios oficiales existentes de Ciudad Madero para determinar la zona inundable.

Metodología

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque analítico-territorial de carácter descriptivo e interpretativo, sustentado en la revisión, sistematización y análisis comparativo de estudios oficiales relacionados con la planeación urbana, la gestión del riesgo y la ocupación del suelo en Ciudad Madero, Tamaulipas. El propósito metodológico consiste en identificar las zonas con mayor vulnerabilidad y riesgo dentro del territorio urbano, así como reconocer los patrones de crecimiento irregular que han contribuido a la modificación y fragmentación de la estructura urbana.

La primera etapa consistió en la recopilación documental y normativa de instrumentos oficiales de planeación y diagnóstico territorial elaborados por dependencias municipales, estatales y federales. Entre estos documentos se consideraron programas de desarrollo urbano, atlas de riesgo, planes de ordenamiento ecológico, censos de población y vivienda, estudios hidrológicos, catastros urbanos, así como reportes técnicos relacionados con infraestructura pluvial y gestión ambiental. Esta revisión permitió construir una base de información integral sobre las condiciones físicas, sociales y urbanísticas que caracterizan la ciudad y sus principales problemáticas territoriales.

En una segunda fase se realizó un análisis de los estudios existentes, con el fin de identificar coincidencias, vacíos y contradicciones en la delimitación de zonas vulnerables y áreas sujetas a ocupación irregular. Para ello se evaluaron variables como exposición a inundaciones, condiciones topográficas, proximidad a cuerpos de agua, disponibilidad y cobertura de infraestructura urbana, densidad habitacional, cambios en el uso del suelo y presencia de asentamientos fuera del marco normativo establecido. Este análisis permitió reconocer sectores críticos donde convergen factores de riesgo ambiental y procesos de urbanización no planificada.

Análisis de los diferentes datos que en los estudios oficiales existentes de Ciudad Madero tienen para determinar la zona de riesgo:

- Programa Metropolitano de Ordenamiento Territorial Altamira-Ciudad Madero- Tampico (año 2020).

- Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Ciudad Madero, Tamaulipas (año 2022).
- Atlas de Riesgo de Ciudad Madero (año 2011).

Se tiene como objetivo analizar los diferentes datos que existen con referencia al tema de la expansión y el riesgo entre diferentes estudios.

La documentación oficial que tenemos en la ciudad y que analizamos trata de la planeación y ordenamiento territorial en Ciudad Madero y busca traer importantes beneficios para la población. Por ejemplo, conocer cuáles son los límites y el potencial de nuestro territorio; además, nos sirve para identificar las zonas naturales que existen en nuestra región. Así podemos saber qué hay, qué se puede hacer y qué debemos proteger en el territorio para tomar decisiones adecuadas. Podremos usar los recursos naturales de nuestro suelo, subsuelo, sistema lacunario y mar, sin destruirlos; vivir en lugares seguros; tener acceso a la infraestructura y equipamientos, y definir los entornos turísticos y económicos.

Sin embargo, cuando esta planificación presenta carencias en su ejecución, interpretación u omisión, uno de los impactos físicos se refleja en el suelo, teniendo una degradación, la cual decrece la calidad de los espacios en donde habita el ser humano.

Para poder analizar el desarrollo de la ciudad se cuenta con documentos especializados como: “Programa Metropolitano de Ordenamiento Territorial Altamira-Ciudad Madero- Tampico (año 2020), Programa Municipal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano de Ciudad Madero (año 2022)”.

El “POT” debe contener políticas, estrategias y acciones para el corto, mediano y largo plazo para lograr una distribución eficiente del territorio, como el uso y manejo de la tierra y la ocupación y funcionamiento del territorio, estos aspectos altamente vinculados entre sí.

Algunos de los objetivos principales son los siguientes:

- Incentivar acceso a la vivienda.
- Limitar construcción en zonas de alto riesgo y proteger zonas naturales e históricamente valiosas.
- Crear espacios públicos con alta vitalidad urbana.
- Garantizar el ordenamiento territorial local.

Otro documento que contiene información de la ciudad, más especializada en los riesgos naturales y antrópicos a los que es propenso el municipio, es el Atlas de Riesgo de Ciudad Madero (año 2011). Este es un instrumento que sirve como base de

conocimientos del territorio y de los peligros que pueden afectar a la población y a la infraestructura en el sitio, pero también contiene herramientas que nos permiten hacer una mejor planeación del desarrollo para contar con infraestructura más segura y, de esta forma, contribuir a la toma de decisiones para la reducción de riesgos de desastres.

Una vez que conocemos lo que analiza y propone cada uno de los diferentes estudios y planes realizados en la zona, nos enfocamos en los datos, sobre todo en las vulnerabilidades naturales y antrópicas a las que es propensa la ciudad; en este caso, en especial, analizaremos la vulnerabilidad por inundación en territorio donde hay asentamientos urbanos.

Para poder determinar la zona vulnerable en Ciudad Madero, se realizó la identificación de la información que los documentos antes mencionados proporcionan y se tomaron en cuenta los polígonos del POT de zonas inundables y, del Atlas de Riesgo, las llanuras y los polígonos con alto y muy alto riesgo por inundación, con lo cual se definió un polígono vulnerable a este riesgo en la ciudad, siendo el riesgo por inundación la problemática más identificada en la zona.

Se obtuvieron los siguientes datos: Ciudad Madero tiene una superficie total de 4 793 ha, de las que 386 ha son cuerpos de agua; por ello, la superficie de tierra firme es de 4 407 ha libre de agua, datos que pueden observarse en el Gráfico 1.

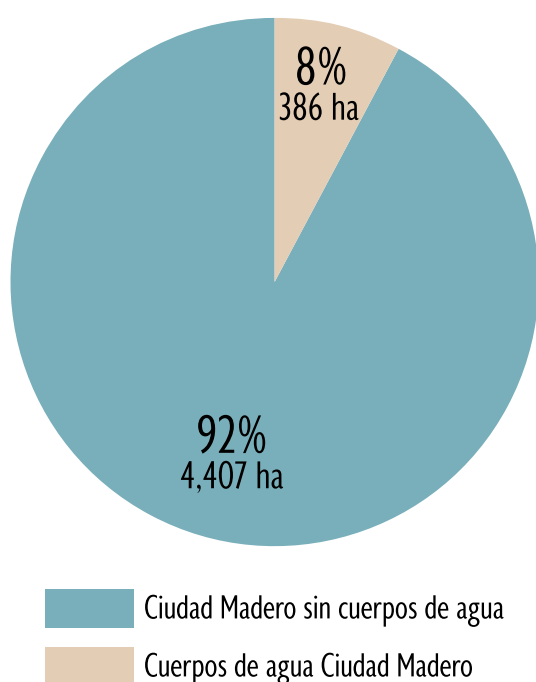


Gráfico 1.
Superficies de Ciudad Madero
Elaboración propia con base en datos del INEGI (2020)

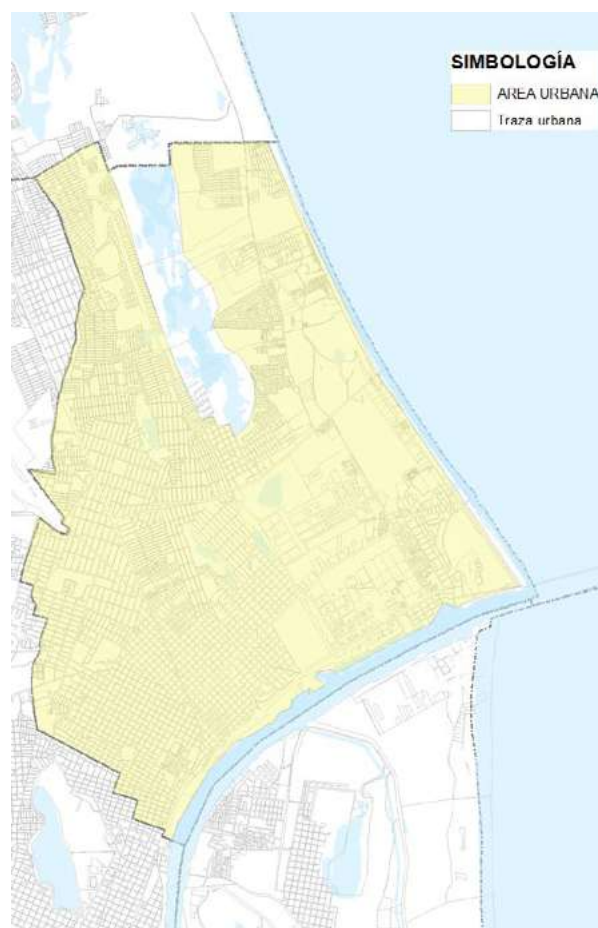


Figura 1.
Mapa de zona urbana de Ciudad Madero
Nota. Elaboración del autor

Los datos obtenidos permiten determinar, en números y porcentajes, la afectación y darnos cuenta de lo vulnerable que es la ciudad.

Posteriormente, se llevó a cabo un análisis espacial mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG) para integrar, georreferenciar y superponer la información obtenida de las distintas fuentes oficiales, obteniendo una cartografía en la que se refleja el área urbana de la ciudad, la cual se muestra en la Figura 1.

Ahora bien, por medio de herramientas cartográficas se identificaron patrones de expansión urbana, áreas de crecimiento irregular y zonas con alta susceptibilidad a riesgos, particularmente aquellos asociados a inundaciones urbanas. El uso de SIG facilitó la visualización de la relación entre la ocupación del territorio y la alteración de la estructura urbana, lo que permitió detectar fragmentaciones en la conectividad, discontinuidades en la cobertura de servicios y conflictos entre la urbanización y las condiciones naturales del entorno, como se aprecia en la Figura 2.

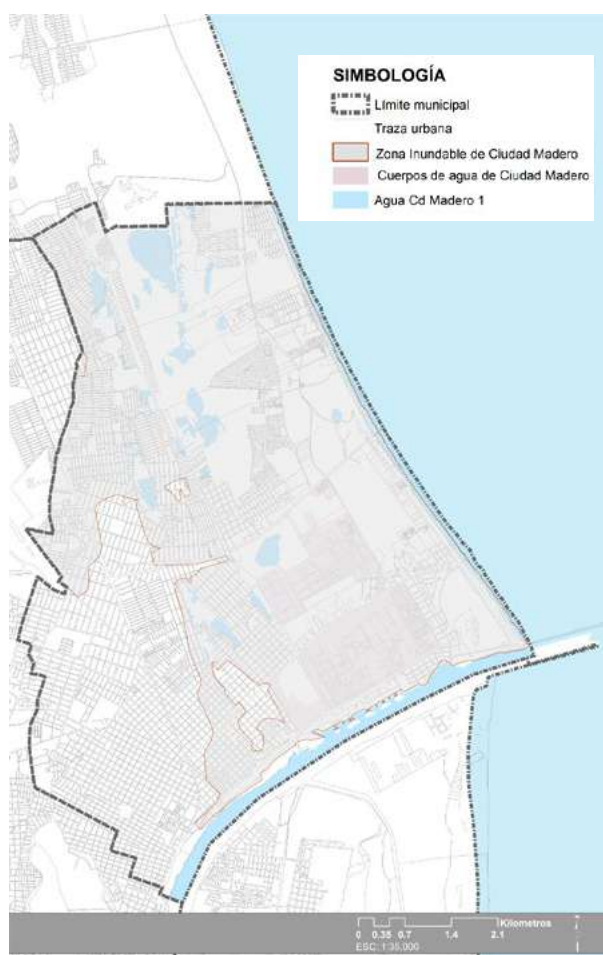


Figura 2.
Mapa de zona inundable de Ciudad Madero
Nota: Elaboración del autor

Estudio e interpretación de los usos de suelo de las zonas vulnerables por inundación.

A través del tiempo, el uso del suelo y la vegetación en Ciudad Madero muestran que las áreas naturales con una considerable afectación se relacionan con las áreas urbanas con mayor infraestructura, equipamientos y áreas industriales. Además, se muestra que los mayores cambios en la configuración espacial de la vegetación se relacionan con períodos de mayor velocidad del proceso de expansión urbana, y se observa que, a la par de la sustitución de suelo vegetal por suelo urbano, se incrementa la aparición de suelos sin vegetación aparente.

El proceso de expansión urbana de Ciudad Madero ha generado cambios de uso del suelo, disminuyendo las áreas naturales, y sufre de conflictos ambientales por la ocupación de áreas con aptitud diferente a la urbana, impactando de manera negativa los recursos naturales.

Por lo anterior, se identificaron los usos del suelo que se ubican en la zona vulnerable por inun-

dación, datos que se analizaron teniendo como fuente a CONABIO (2026). Podemos identificar y cuantificar el uso del suelo, dando como resultado la clasificación de los usos del suelo en Ciudad Madero y en la zona inundable, como se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1.
Usos de suelos en Ciudad Madero

Usos de Suelos	
Industria	454 ha
Agrícola – pecuaria	286 ha
Manglar	47 ha
Otros humedales	387 ha
Otra vegetación	332 ha
Sin vegetación	126 ha

Elaboración propia con base en CONABIO 2026

En el Gráfico 2 es posible observar el porcentaje de zona urbana y otros usos de suelo de una superficie total de 4 793 ha.

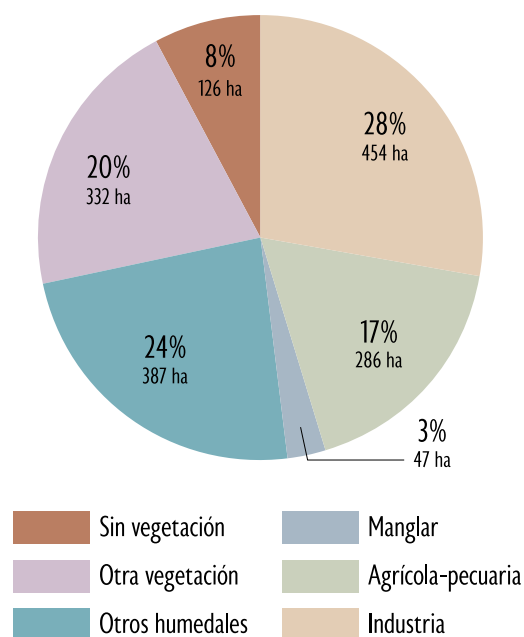


Gráfico 2.
Uso de suelo en zona inundable Ciudad Madero
Nota. Elaboración propia sobre la base de datos de CONABIO

Dentro de los usos del suelo, los términos uso actual y uso potencial del suelo se encuentran muy relacionados entre sí, puesto que la discrepancia entre el uso potencial y el uso actual del suelo resulta en los conflictos de uso de la tierra. El uso actual del suelo, en parte, es el resultado de la acción del

hombre sobre el ambiente natural; el resto es el uso que la vegetación natural dispone como resultado de las características del sitio, de la competencia entre especies y del lugar que ocupan, si se le toma como una clasificación del uso de la tierra, como la de la Unión Geográfica Internacional (UGI).

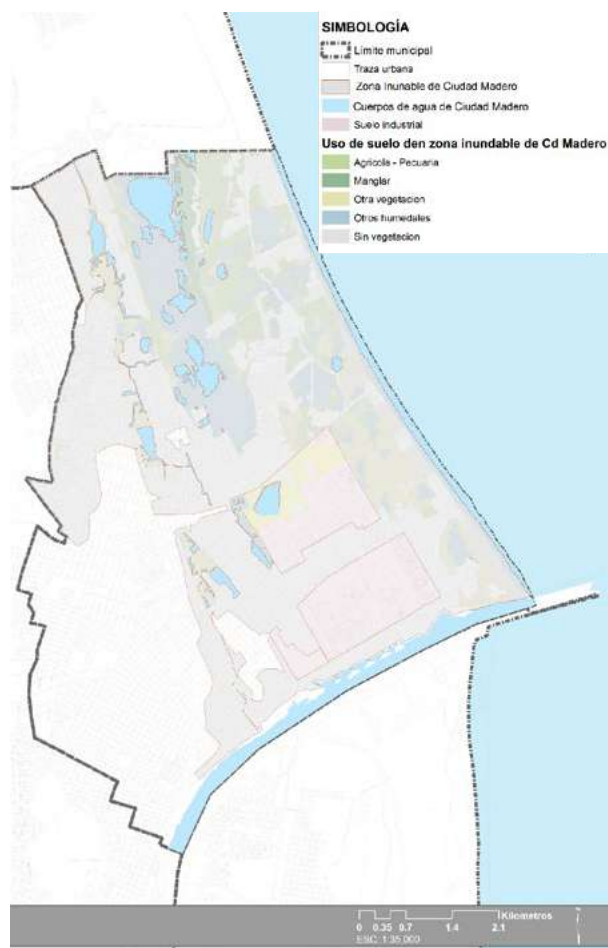


Figura 3.
Mapa de uso de suelo en zona inundable de Ciudad Madero
Nota. Elaboración del autor.

Uso urbano

Se define como usos del suelo a las actividades urbanas localizadas en un determinado punto del espacio. El suelo urbano está compuesto por las zonas del territorio municipal destinadas a usos urbanos por el plan de ordenamiento; deben contar con la infraestructura en su totalidad para que se pueda dar la urbanización y la construcción de edificaciones.

En la ciudad, el crecimiento excesivo de las zonas urbanas ha impedido una adecuada planificación y una distribución espacial armónica y equilibrada. La planificación urbana se encuentra frente al reto de responder a las demandas de los ciudada-

nos, del desarrollo social y económico y a los desafíos ambientales que, como consecuencia de ellos, se plantean para la sostenibilidad del territorio.

Con base en CONABIO, se pudo realizar el análisis y la cuantificación de esta en la ciudad, con lo cual se obtuvo un dato muy importante: la zona urbana de Ciudad Madero tiene una superficie total de 4 793 ha, de la cual el área urbana es de 3 279 ha. Los datos los podemos visualizar en la Figura 4.

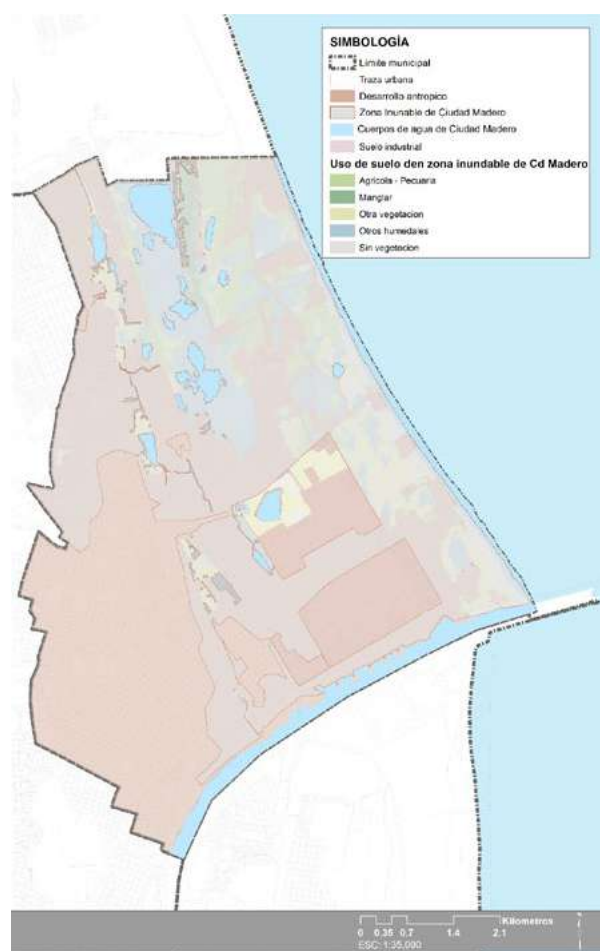


Figura 4.
Mapa de uso de suelo urbano de Ciudad Madero
Nota. Elaboración del autor

Zona urbana inundable

Una zona inundable es la que se asocia a las zonas cercanas al cauce de los ríos y a las limitaciones de los usos del suelo en dichas zonas. Asimismo, se debe analizar y realizar una caracterización de la zona costera, el uso del suelo, sus actividades principales, los aspectos hidrológicos, climatológicos y las condiciones oceanográficas, etc.

Ya que muchas de las zonas costeras son más susceptibles de ser inundadas por un incremento del nivel del mar, se caracterizan por ser planicies muy extensas y tener una pendiente muy baja.

Al ya haber obtenido las superficies según CONABIO, el área urbana es de 3 279 ha, y de esta zona urbana, 2 040 ha son vulnerables por inundación.

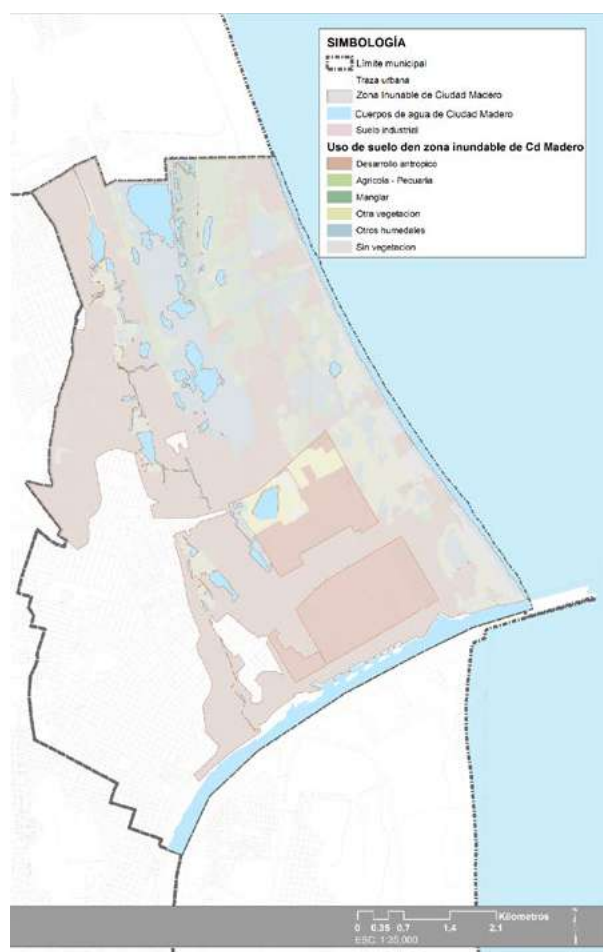


Figura 5.
Mapa de zona urbana inundable de Ciudad Madero
Nota: Elaboración del autor

Uso natural

El uso del suelo natural es uno de los más afectados por la urbanización, la demanda de espacios para vivienda, que se busca estén más cerca de los lugares de trabajo, y la escasez de espacio con las condiciones para ser habitado, además de los espacios acuáticos que rodean e integran la ciudad, los cuales han sido afectados y drásticamente transformados.

Así, con toda la afectación que tiene este suelo natural, se pudo cuantificar y se expresa en la Gráfico 3.

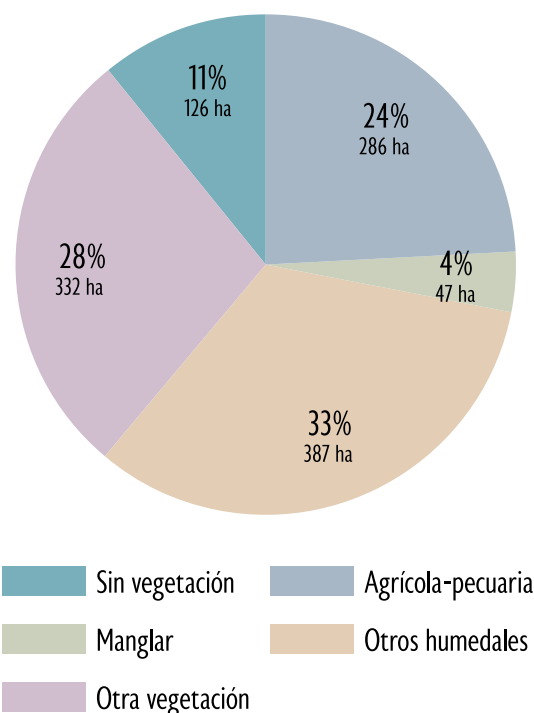


Gráfico 3.
Uso natural de suelo en zona inundable Ciudad Madero
Nota: Elaboración propia con base en datos de CONABIO

Determinación de viviendas vulnerables en las zonas inundables de ciudad Madero

Si el patrón de desarrollo urbano a nivel nacional es carente en su planeación, el desorden en el uso del suelo, el equipamiento, la infraestructura urbana y los servicios básicos es deficiente. Se da una falta de organización en materia de desarrollo regional, como el diseño de programas de vivienda popular y servicios básicos. Generándose así la invasión de predios públicos y privados, muchos de ellos de alto riesgo, como es la geomorfología de la ciudad, que genera una serie de amenazas naturales que afectan a las viviendas y a las familias que se asientan en ellas, haciéndolas vulnerables, primordialmente a las que se encuentran en asentamientos en forma irregular en los bordes de los cuerpos de agua y, en general, en las llanuras como las que presenta la ciudad. Estas viviendas suelen ser construcciones precarias, lo que ocasiona que se vaya ocupando área del sistema lacunario y, como consecuencia, se generen suelos impermeables; aunado a esto, el sistema de drenaje de aguas pluviales es inexistente, lo que afecta, ya que las inundaciones se presentan en mayor escala.

Ciudad Madero es altamente vulnerable. Se identificó y cuantificó que, en un área de 3 806 ha, se encuentran 57 701 viviendas en total y 197 216 habitantes. Esto especifica la zona, la cual ha tenido un constante crecimiento, aun cubriendo zonas inadecuadas para ser urbanizadas y representando

un alto riesgo al encontrarse asentadas viviendas construidas en condiciones precarias y con materiales como madera, así como las más resistentes, de block y con losas aligeradas y de concreto; estas son adaptadas para resistir los riesgos naturales a los que están expuestas, en este caso, específicamente, las inundaciones por desbordamiento, encharcamiento y acumulación de agua.

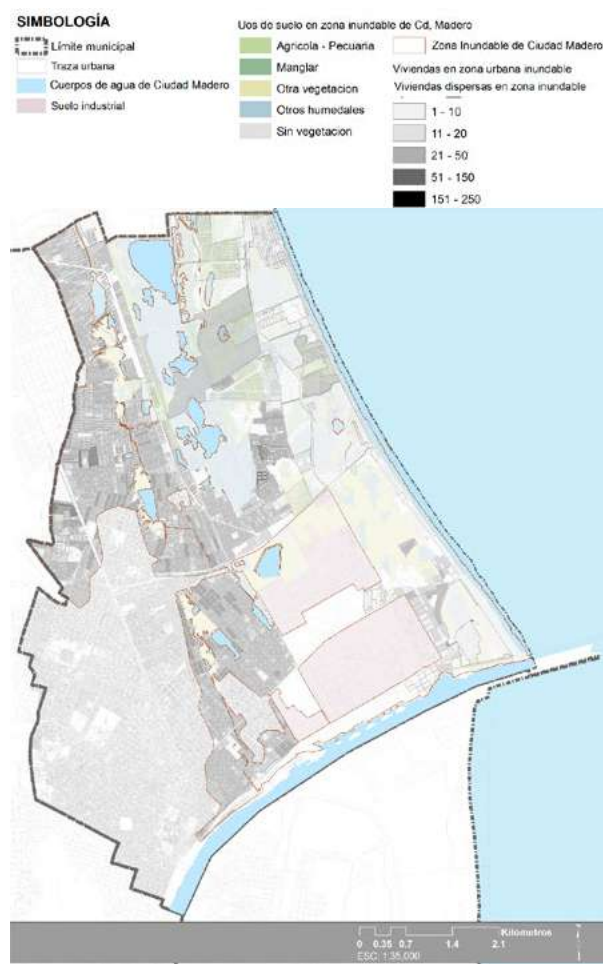


Figura 6.
Mapa de ubicación de viviendas en zona inundable de Ciudad Madero

Clasificación de las diferentes zonas inundables con vivienda

Vivienda en zona urbana inundable

La vivienda ubicada en la zona urbana constituye un elemento importante de este análisis, ya que permite determinar cuántas viviendas son afectadas por las inundaciones. Al cuantificar estos datos, es posible valorar el impacto del riesgo al que está expuesta la ciudad. Esta zona se identificó con información proporcionada por el INEGI y la CONABIO. Del análisis realizado se obtuvieron los siguientes resultados: 38 568 viviendas afectadas en un área urbana vulnerable de 1 398 ha y una po-

blación de 112 489 habitantes. Estos resultados se presentan en la anterior Figura 6.

Viviendas dispersas en zona inundable

Otro aspecto analizado fueron las viviendas dispersas ubicadas en áreas inundables. Aunque estas no se localizan en una zona urbana, también se encuentran en riesgo y, por lo tanto, deben ser consideradas para determinar las medidas más factibles que permitan minimizar su vulnerabilidad. En este caso, se identificaron 1 638 viviendas dispersas en un área de 574 ha, de las cuales 1 247 se encuentran habitadas, afectando a una población de 4 405 habitantes. La ubicación de estas viviendas dispersas se muestra en la Figura 7.

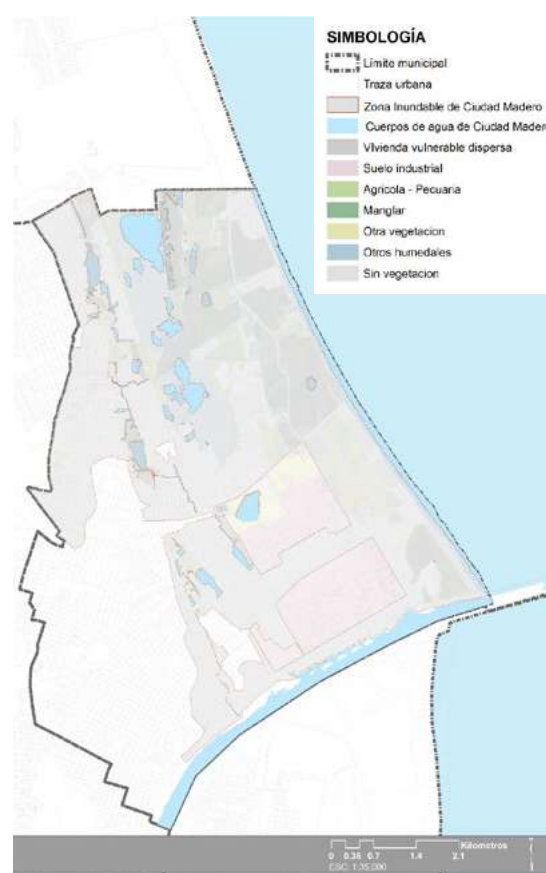


Figura 7.
Mapa de vivienda dispersa en zona urbana inundable de Ciudad Madero

La Figura 8 presenta el mapa de la vivienda ubicada en la zona urbana inundable de Ciudad Madero. En él se encuentra la distribución de las viviendas localizadas dentro de las áreas con posibilidad de inundación, lo que permite visualizar los sectores donde se concentra el mayor número de viviendas expuestas. Esta información facilita la identificación de las zonas prioritarias para la gestión del riesgo y la planificación de medidas de protección.

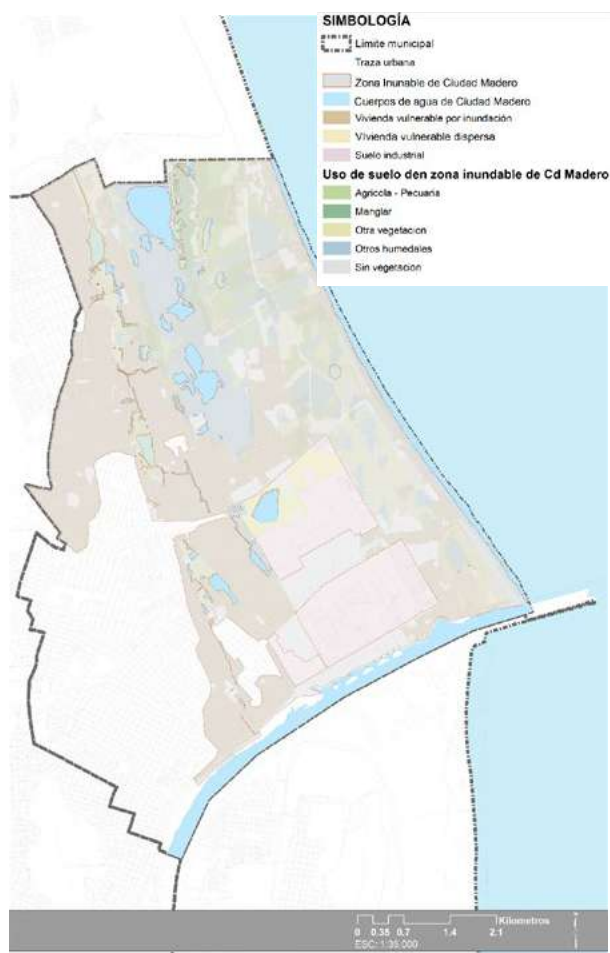


Figura 8.
Mapa de vivienda en zona urbana inundable de Ciudad Madero

Resultados

Finalmente, se desarrolló una interpretación territorial de los resultados, orientada a comprender cómo la interacción entre la expansión urbana, la irregularidad en la ocupación del suelo y la exposición a amenazas ha configurado escenarios de vulnerabilidad dentro de Ciudad Madero. Como señalan Vázquez Morán y Adame Martínez (s.f.), la evolución de las estructuras urbanas metropolitanas responde a procesos de expansión y redistribución funcional que modifican la configuración territorial, aspecto relevante para comprender los fenómenos de crecimiento irregular y vulnerabilidad urbana en Ciudad Madero. Este análisis busca no solo evidenciar las áreas prioritarias de atención, sino también aportar elementos técnicos para la formulación de estrategias de planeación urbana y gestión del riesgo que favorezcan una ciudad más resiliente, ordenada y sostenible..

Los resultados obtenidos del análisis anterior muestran las cantidades de viviendas, áreas y habitantes afectados en la ciudad, la cual tiene una

superficie total de 4 790 ha, desglosándose en las siguientes cantidades:

Tabla 2.

Resultados de las viviendas en las diferentes zonas inundables en Ciudad Madero

Zonas Inundables	Viviendas	Área	Población
Ciudad Madero Total	57 701viv.	3 806 ha	197 216 hab
Zonas Con Bajo Riesgo	17 495 viv.	1 834 ha	80 322 hab
Zona Urbana	38 568 viv.	1 398 ha	112 489 hab
Zona Dispersa	1 638 viv.	574 ha	4 405 hab

Sobre la base de CONABIO (2010) e INEGI (2020)

Los resultados permiten afirmar que la ciudad presenta un alto grado de vulnerabilidad en lo que respecta a la vivienda, lo que la convierte en una ciudad no apta para continuar construyendo viviendas con las características que tienen actualmente. Por ello, se recomienda que los habitantes dejen de suponer que podrán controlar totalmente las inundaciones, ya que las medidas implementadas siempre tienen como objetivo minimizar sus consecuencias, incluso las de carácter estructural. En este sentido, se proponen la zonificación de las áreas de riesgo, la creación de espacios abiertos con cobertura vegetal y la adecuación y construcción de viviendas aptas para soportar este riesgo.

Discusión

Los resultados obtenidos confirman que la expansión urbana en Ciudad Madero responde a un patrón de crecimiento predominantemente disperso, caracterizado por la ocupación progresiva de áreas periféricas y, en muchos casos, ambientalmente vulnerables. Esta dinámica coincide con las tendencias nacionales documentadas en México, donde el crecimiento del suelo urbanizado ha superado significativamente el ritmo de crecimiento poblacional, generando una expansión horizontal que modifica la forma urbana y debilita la eficiencia territorial del sistema urbano.

Desde esta perspectiva, la irregularidad urbana no puede entenderse únicamente como una consecuencia del déficit habitacional o de la presión demográfica, sino como un proceso estructural vinculado a fallas históricas en la planificación territorial, insuficiencias normativas y desigualdades en el acceso al suelo formal. Diversos estudios recientes señalan que los asentamientos irregula-

res tienden a localizarse en zonas con alta exposición a amenazas naturales, particularmente en áreas susceptibles de inundación, donde la precariedad urbana incrementa simultáneamente la vulnerabilidad física y social de la población.

En el caso específico de Ciudad Madero, la presencia de una topografía baja, su cercanía al litoral y la alteración progresiva de los sistemas naturales de drenaje hacen que la expansión urbana desordenada tenga implicaciones particularmente críticas. La impermeabilización del suelo, la reducción de las áreas de infiltración y la ocupación de zonas hidrológicamente estratégicas contribuyen a intensificar la escorrentía superficial y a aumentar la recurrencia de inundaciones urbanas. Este comportamiento ha sido documentado en diversos contextos mexicanos, donde se demuestra que la urbanización modifica directamente la respuesta hidrológica del territorio y amplifica el riesgo asociado a eventos pluviales extremos.

Asimismo, el análisis comparativo de estudios oficiales evidencia que existe una fragmentación institucional en la gestión del territorio y del riesgo. Aunque instrumentos como los atlas de riesgo y los programas de ordenamiento urbano permiten identificar áreas críticas, su integración efectiva en la toma de decisiones sigue siendo limitada. Esta desconexión entre el diagnóstico técnico y la acción territorial favorece la reproducción de un ciclo de vulnerabilidad, en el cual las soluciones implementadas suelen ser reactivas y de corto plazo, sin atender las causas estructurales del problema. Investigaciones recientes describen este fenómeno como un “bucle del desastre”, donde la urbanización sobre suelo inadecuado y la infraestructura insuficiente perpetúan escenarios recurrentes de riesgo.

Otro aspecto relevante es la transformación de la estructura urbana como consecuencia de estos procesos. La expansión irregular genera discontinuidades espaciales, fragmentación funcional y desigualdad en la provisión de servicios, afectando la conectividad urbana y debilitando la cohesión territorial. La coexistencia de sectores consolidados junto a áreas periféricas carentes de infraestructura refleja una ciudad con crecientes contrastes socioespaciales, donde la vulnerabilidad se distribuye de manera desigual. Esta condición coincide con estudios recientes sobre la forma urbana en México, que muestran cómo la dispersión territorial afecta no solo la sostenibilidad ambiental, sino también la eficiencia económica y social del sistema urbano.

En este contexto, resulta indispensable replantear el modelo de crecimiento urbano desde una

perspectiva preventiva y resiliente. La incorporación de herramientas geoespaciales, análisis multicriterio y modelos predictivos puede fortalecer la capacidad institucional para identificar áreas prioritarias de intervención y orientar estrategias de densificación, regulación del suelo y adaptación climática. Más allá del control de la expansión, el desafío consiste en integrar la gestión del riesgo como un componente central de la planeación urbana, reconociendo que la vulnerabilidad no es un fenómeno aislado, sino una manifestación territorial del desarrollo desigual.

Finalmente, la discusión permite afirmar que el tránsito de la expansión al riesgo representa uno de los principales desafíos contemporáneos para ciudades costeras como Ciudad Madero. Comprender la relación entre urbanización, irregularidad y vulnerabilidad es esencial para construir ciudades más resilientes, capaces de equilibrar el crecimiento, la seguridad territorial y la sostenibilidad ambiental frente a escenarios cada vez más complejos de cambio climático y presión urbana.

Conclusiones

El análisis de la evolución urbana de Ciudad Madero permite reconocer que el crecimiento de la ciudad no ha sido un proceso homogéneo ni plenamente regulado, sino el resultado de dinámicas de expansión que, en diversos momentos, han ocurrido con limitada planificación y bajo fuertes presiones sociales, económicas y territoriales. Esta situación ha favorecido la consolidación de asentamientos irregulares y la ocupación progresiva de zonas con condiciones físicas desfavorables, incrementando la exposición de la población y de la infraestructura urbana a distintos tipos de riesgo, particularmente a aquellos relacionados con las inundaciones y la vulnerabilidad ambiental (SEDA-TU, 2023; Soto Macías et al., 2026).

La revisión de los estudios oficiales y su análisis territorial evidencian que existe una relación directa entre los patrones de ocupación del suelo y la transformación de la estructura urbana. La expansión hacia áreas periféricas y ambientalmente sensibles ha generado una ciudad más fragmentada, con desigualdades en el acceso a los servicios, discontinuidades en la conectividad urbana y una creciente presión sobre sistemas naturales fundamentales para el equilibrio territorial. Estas alteraciones no solo comprometen la funcionalidad urbana actual, sino que también limitan la capacidad de adaptación y resiliencia frente a fenómenos climáticos extremos y a los desafíos futuros del desarrollo

urbano (UN-Habitat, 2022; Tellman et al., 2021).

Asimismo, la identificación de zonas vulnerables y de áreas con ocupación irregular permite comprender que el riesgo urbano no debe interpretarse únicamente como consecuencia de amenazas naturales, sino como una construcción territorial derivada de decisiones históricas de urbanización, vacíos en la regulación del suelo y deficiencias en la planeación preventiva. Estudios recientes sobre vulnerabilidad hidrológica y riesgo por inundación en contextos urbanos mexicanos demuestran que la impermeabilización del suelo y la pérdida de cobertura natural incrementan significativamente la escorrentía superficial y la exposición al riesgo (Arosio et al., 2020; Zúñiga & Pérez-Campuzano, 2026).

Frente a este panorama, resulta indispensable fortalecer los instrumentos de planeación territorial mediante enfoques que integren el análisis espacial, la gestión del riesgo y la sostenibilidad urbana como ejes estratégicos para la toma de decisiones. La incorporación de herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), junto con el aprovechamiento de atlas de riesgo y estudios técnicos oficiales, representa una base funda-

mental para orientar intervenciones más precisas y eficaces sobre el territorio, especialmente en ciudades costeras vulnerables como Ciudad Madero (CENAPRED, 2023; López Ortiz, 2020).

En conclusión, comprender el tránsito de la expansión al riesgo permite visibilizar cómo los procesos de crecimiento urbano pueden convertirse en factores determinantes de vulnerabilidad cuando no se articulan con una visión preventiva y estructurada del desarrollo. Ciudad Madero enfrenta el reto de reconfigurar su modelo urbano hacia uno más resiliente, inclusivo y ordenado, capaz de equilibrar las necesidades de crecimiento con la protección de su población y la conservación de sus condiciones territoriales. La evidencia reciente confirma que avanzar hacia modelos urbanos adaptativos y sostenibles es una necesidad impostergable para reducir los riesgos y fortalecer la resiliencia urbana frente a escenarios climáticos cada vez más complejos (Rojas-Ramírez, 2025; Rico et al., 2026).

Declaración de uso de IA

Se ha usado ChatGPT versión 5 para soporte de búsqueda de referencias. La información de este documento es total responsabilidad de los autores.

Referencias

- Arosio, M., Martina, M.L.V., Creaco, E., & Figueiredo, R. (2020). Indirect impact assessment of pluvial flooding in urban areas using a graph-based approach: The Mexico City case study. *Water*, 12(6), 1753. <https://doi.org/10.3390/w12061753>
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2023). *Guía para la elaboración y actualización de atlas municipales de riesgo (Guide for the preparation and updating of municipal risk atlases)*. Gobierno de México. https://www.gob.mx/cenapred?utm_source=chatgpt.com
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2010). Portal de geoinformación 2026: Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) [Geoinformation Portal 2026: National Biodiversity Information System (SNIB)]. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Censo de Población y Vivienda (CPV) 2020 [2020 Population and Housing Census (CPV)]. https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/?utm_source.com
- López Ortiz, J. (2020). Vulnerabilidad en la ciudad costera: Modelo de prevención del riesgo hidrometeorológico (Vulnerability in the Coastal City: Hydrometeorological Risk Prevention Model). *Academia XXII*, 11(21), 3-20. <https://doi.org/10.22201/fa.2007252Xp.2020.21.76538>
- Municipio de Ciudad Madero (2011). Atlas de riesgos naturales del municipio de Ciudad Madero, Tamaulipas, 2011 (Natural Risk Atlas of the Municipality of Ciudad Madero, Tamaulipas, 2011). Gobierno Municipal de Ciudad Madero. <https://es.scribd.com/document/323941576/0-ATLAS-DE-RIESGO-CIUDAD-MADERO-pdf>
- Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (UN-Habitat). (2022). World Cities Report 2022: Envisioning the Future of Cities. <https://unhabitat.org/world-cities-report-2022-envisioning-the-future-of-cities>
- Republicano Ayuntamiento de Ciudad Madero, Tamaulipas. (2022). Programa municipal de ordenamiento territorial y desarrollo urbano de Ciudad Madero, Tamaulipas (Municipal Program for Territorial Planning and Urban Development of Ciudad Madero, Tamaulipas). Gobierno Municipal de Ciudad Madero. <https://ciudadmadero.gob.mx/wp-content/uploads/2022/01/POT-Septiembre-5-ENE-22.pdf>
- Rico, A., Izquierdo, L., Delgado, E., Gómez-Gutiérrez, M.L., Gamboa, M., & Larson, K. (2026). The challenges, methods, and opportunities of understanding informal urbanism: A case study in Lomas del Centinela, Mexico. *npj Urban Sustainability*, 6(35). <https://www.nature.com/articles/s42949-026->

- Rojas-Ramírez, J.J.P. (2025). Inundaciones y expansión urbana, sus implicaciones socioambientales. La Gestión de Riesgos por inundación en Guadalajara metropolitana, México (Floods and urban sprawl, their socio-environmental implications. The case of flood risk management in metropolitan Guadalajara, Mexico). *Revista de Geografía Norte Grande*, (91). <https://doi.org/10.4067/S0718-34022025000200104>
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU). (2023). Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021–2024 (National Program for Territorial Planning and Urban Development 2021–2024). Gobierno de México. <https://www.gob.mx/sedatu/documentos/programa-nacional-de-ordenamiento-territorial-y-desarrollo-urbano-2021-2024>
- Soto Macías, M., Aguilera Fernández, A., & Gleason Espíndola, J.A. (2026). Asentamientos humanos irregulares como factor de vulnerabilidad socioambiental: evidencia desde una ciudad intermedia mexicana (Irregular human settlements as a factor of socio-environmental vulnerability: evidence from a mid-sized Mexican city). *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 10(2), 1172–1182. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i2.23175
- Tellman, B., Sullivan, J. A., Kuhn, C., Kettner, A.J., Doyle, C.S., Brakenridge, G.R., Erickson, T.A., & Slayback, D.A. (2021). Satellite imaging reveals increased proportion of population exposed to floods. *Nature*, 596, 80–86. <https://www.nature.com/articles/s41586-021-03695-w>
- Vázquez Morán, I., & Adame Martínez, S. (s. f.). *Evolución de la estructura policéntrica del empleo en la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala, 2010–202X*. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Zúñiga, E., & Pérez-Campuzano, E. (2026). Hydrological vulnerability and flood risk: Mexico City study case. *GeoHazards*, 7(1), 26. <https://doi.org/10.3390/geohazards7010026>

Documentos recomendados

- Gobierno del Estado de Tamaulipas (2022). Protección Civil del Estado de Tamaulipas. Atlas de riesgos del Estado de Tamaulipas. Zonas de riesgo. Mapas de zonas de riesgo Tamaulipas (Tamaulipas State Civil Protection. Tamaulipas State Risk Atlas. Risk zones. Tamaulipas risk zone maps). <https://www.tamaulipas.gob.mx/proteccioncivil/atlas-de-riesgos/zonas-de-riesgo/mapas-zona-de-riesgo-tamaulipas/>
- Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). (2016). Registro estatal del patrimonio histórico artístico edificado de Cd. Victoria (State Registry of Built Historical-Artistic Heritage of Ciudad Victoria). Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, Gobierno del Estado de Tamaulipas. https://www.tamaulipas.gob.mx/datosabiertos/datos_abiertos/registro-estatal-de-patrimonio-historico-artistico-edificado-de-cd-victoria/
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). Censo de población y vivienda 2010 (2010 Population and Housing Census). <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>
- Instituto Metropolitano de Planeación del Sur de Tamaulipas (IMEPLAN) (2010). Programa metropolitano de ordenamiento territorial Altamira–Ciudad Madero–Tampico (Altamira–Ciudad Madero–Tampico Metropolitan Land-Use Planning Program). Gobierno del Estado de Tamaulipas. <http://www.imeplansurdetamaulipas.gob.mx/proyectos/pot-metropolitano/>
- Instituto Metropolitano de Planeación del Sur de Tamaulipas (IMEPLAN). (2020). Programa Metropolitano de Ordenamiento Territorial de Altamira, Ciudad Madero y Tampico (Actualización 2019) [Metropolitan Land Use Planning Program for Altamira, Ciudad Madero, and Tampico (2019 Update)]. Gobierno del Estado de Tamaulipas. <http://www.imeplansurdetamaulipas.gob.mx/proyectos/pot-metropolitano/>

