

inventio

La génesis de la cultura universitaria en Morelos

Vol. 21, núm. 55, 2025 | ISSN DIGITAL: 2448-9026

DOI: [10.30973/inventio/2025.21.55](https://doi.org/10.30973/inventio/2025.21.55)

ARTÍCULOS

El arte de Vidal-Quadras en Cuernavaca: historia de un retrato

The art of Vidal-Quadras in Cuernavaca: the story of a portrait

Araceli Barbosa Sánchez

“Que los regresen a su país”: estereotipos y prejuicios hacia la población migrante venezolana en Colombia

“Let them go back to their country”: stereotypes and prejudices towards the venezuelan migrant population in Colombia

Areli López Flores, Ana Elizabeth Jardón Hernández

Gobernanza del agua en el contexto transfronterizo: estudio de caso del acuífero del valle de Mexicali

Water governance in the transboundary context: a case study of the Mexicali Valley aquifer

María del Carmen Aurora Carmona Lara, Gonzalo Hatch Kuri, Yussef Ricardo Abud Russell

Más allá del textil y la cerámica: mujeres de la Bauhaus en la enseñanza de la arquitectura

Beyond textiles and ceramics: women of the Bauhaus in architectural education

Mariana Teresa Silveyra Rosales

Modelación matemática en el diseño de bioprocesos sostenibles

Mathematical modeling in the design of sustainable bioprocesses

Ana Guadalupe Hernández Acevedo, Martín Rogelio Cruz Díaz, María Aurora Martínez Trujillo

La transformación tecnológica como motor del futuro en la industria química

Technological transformation as a driver of the future in the chemical industry

Gabriel Alonso Gallardo, Jesús Andrés Arzola Flores, María Fernanda Saviñón Flores, Miguel Ángel García Castro, Juana Deysi Santamaría Juárez

Ser joven hoy en Morelos: entre la precariedad y la violencia

Youth in Morelos today: navigating precarity and violence

Luz Marina Ibarra Uribe, César Darío Fonseca Bautista

Estrategias alternativas contra la reprogramación metabólica y la síntesis de proteínas en el cáncer

Alternative strategies against metabolic reprogramming and protein synthesis in cancer

Alejandro Scholnik-Cabrera

Clínica de Trastornos del Sueño: contribución a la salud física y mental de la sociedad

Sleep Disorders Clinic: contributions to the physical and mental health of society

Carlos José Aragón Carrillo, Ma. de la Cruz Bernarda Téllez Alanís, Fructuoso Ayala Guerrero

Estado de la deglución en adultos mayores residentes en un asilo en Durango

Swallowing status in elderly residents of a nursing home in Durango

Paola Guadalupe Quiñones Morán, María Cristina Canales Madrazo, José de Jesús Pérez Hernández

SIGNIFICAR CON TEXTOS

Fondo Editorial UAEM

Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Secretaría Académica

Dirección de Publicaciones y Divulgación

inventio.uaem.mx, inventio@uaem.mx



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



PUBLICACIONES
Y DIVULGACIÓN



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
CONACYT DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

DIRECTORIO

Rectora
Viridiana Aydée León Hernández

Secretaria Académica
Elisa Lugo Villaseñor

Directora de Publicaciones y Divulgación
Jade Nadine Gutiérrez Hardt

CONSEJO EDITORIAL INSTITUCIONAL

Migdalia Díaz Vargas
Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)

Amalia Isabel Izquierdo Campos
Facultad de Estudios Superiores de Cuautla (FESC)

Fernanda Gabriela Martínez Flores
Facultad de Comunicación Humana (FCH)

Rafael Monroy Ortiz
Facultad de Arquitectura

José Luis Montiel Hernández
Facultad de Farmacia

Alejandro Ramírez Solís
Centro de Investigación en Ciencias (CINC)

Erika Román Montes de Oca
Facultad de Ciencias Agropecuarias

Adriana Saldaña Ramírez
Centro de Investigación en Ciencias Sociales
y Estudios Regionales (CICSER)

EQUIPO EDITORIAL

Coordinación editorial
Gerardo Ochoa

Edición, corrección, formación y dictamen
Gerardo Ochoa
Allison Cruz Aparicio

CONSEJO EDITORIAL EXTERNO

Horacio Santiago Mejía
Universidad Intercultural del Estado de México (UIEM)

Luis Everardo Castro Solís
Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Coahuila (UAC)

Humberto Saint Martin Posada
Instituto de Ciencias Físicas,
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Brenda Roxana Vázquez Fuentes
Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González",
Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL)

Emilia Castillo Ochoa
Departamento de Psicología y Ciencias de la Comunicación,
Universidad de Sonora (UNISON)

Luis Miguel Burciaga Cifuentes
Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

María de Lourdes Flores Morales
Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades "Alfonso Vélaz Pliego",
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)

Inventio, año 21, número 55, 2025, es una publicación periódica cuatrimestral, de modalidad adelantada, editada por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), a través de la Dirección de Publicaciones y Divulgación, Edificio 1, Campus Norte. Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, CP 62209, Cuernavaca, Morelos, México. Teléfono +52 777 3297000, ext. 3815. Correo: inventio@uaem.mx Las normas editoriales pueden consultarse en: <http://inventio.uaem.mx>

Editor responsable: Jade Nadine Gutiérrez Hardt. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2009-093012081100-102. ISSN: 2448-9026 (digital). Responsable de la última actualización de este número: Gerardo Ochoa. Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, CP 62209, Cuernavaca, Morelos, México. Teléfono +52 777 329 7000, ext. 3417. Correo: inventio@uaem.mx Fecha de la última modificación: 27 de mayo de 2026.

Publica resultados originales de investigaciones académicas desarrolladas desde las distintas áreas de conocimiento, campos de estudio y disciplinas universitarias, con un propósito eminente de difusión del conocimiento. Sus contenidos se dan a conocer en la modalidad de publicación adelantada (*ahead of print*) y se evalúan bajo un sistema de arbitraje por pares ciegos.

Está incluida en el Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación de la SECIHTI, directorio de LATINDEX (UNAM), repositorio de Dialnet (UNIRIOJA), Latinoamericana (Chile) y LatinREV (FLACSO, Argentina).

Esta revista proporciona acceso abierto inmediato a su contenido, con base en el principio de ofrecer al público un acceso libre a las investigaciones para contribuir a un mayor intercambio global de conocimientos. Se distribuye bajo una licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



ARTÍCULOS

El arte de Vidal-Quadras en Cuernavaca: historia de un retrato

The art of Vidal-Quadras in Cuernavaca: the story of a portrait

Araceli Barbosa Sánchez

ORCID: [0000-0001-8787-439X](https://orcid.org/0000-0001-8787-439X), araceli_barbosa@uaem.mx

Facultad de Diseño (FD), Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)

Recepción: 18/02/25. Aceptación: 16/06/25. Publicación: 14/05/26

RESUMEN

Se plantea el hallazgo artístico de una obra del destacado pintor catalán Alejo Vidal-Quadras en Cuernavaca, quien en 1959 realizó el retrato de la famosa cantante Gloria Lasso. Esta obra resulta significativa ya que permite conocer tanto al artista como a la modelo. Vidal-Quadras obtuvo reconocimiento mundial por sus pinturas de personajes célebres. El retrato de Lasso no sólo refleja su esencia y belleza física, también posee el *aura* de su tiempo, un valor simbólico invaluable. Actualmente se encuentra en posesión de su hija, María José Lasso. La obra del autor y la aquí revisada constituye un descubrimiento que enriquece el contexto artístico y cultural en Morelos, así como puentes de reflexión respecto a las artes visuales.

PALABRAS CLAVE

Vidal-Quadras, Gloria Lasso, retrato, aura, Cuernavaca

ABSTRACT

The artistic finding of a work by the prominent catalan painter Alejo Vidal-quadras, in Cuernavaca, who, in 1959, made the portrait of the famous singer Gloria Lasso, is proposed. This work is significant since it allows us to get to know both the artist and the model. Vidal-Quadras gained worldwide recognition for his paintings of famous people. Lasso's portrait not only reflects his essence and physical beauty, it also has the *aura* of his time of invaluable symbolic value. It is currently in the possession of his daughter María José Lasso. The author's work and the one reviewed here constitute a discovery that enriches the artistic and cultural context in Morelos, as well as bridges for reflection regarding the visual arts.

KEYWORDS

Vidal-Quadras, Gloria Lasso, portrait, aura, Cuernavaca

Cualquier retrato se sitúa en la confluencia de un sueño y una realidad.

GEORGES PEREC

Un buen retrato es una biografía pintada.

ANATOLE FRANCE

Introducción

El hallazgo de un retrato de Gloria Lasso, realizado por el connotado pintor catalán Alejo Vidal-Quadras (Fundación Alejo Vidal-Quadras, 2020) y conservado en una residencia privada en Cuernavaca, representa una oportunidad para reflexionar acerca del valor del retrato como género artístico, así como sobre la relevancia de esta obra en el contexto cultural de esta ciudad.

Cuernavaca, conocida como la “ciudad de la eterna primavera”, ha sido hogar de numerosas figuras destacadas del ámbito artístico, político y científico. Entre ellas, la cantante franco-española Gloria Lasso, quien residió en la ciudad durante sus últimos años (entrevista con María José Lasso, 15 de diciembre de 2024), donde dejó una huella significativa en la vida cultural local.

El retrato que Vidal-Quadras realizó en 1959 constituye no sólo un testimonio de la presencia de Lasso en Cuernavaca, sino también una muestra del talento del artista en la representación de la figura humana. Esta obra permite explorar la relación entre el retrato como forma de memoria visual, la trayectoria de un pintor especializado en capturar la esencia de sus modelos y el concepto de *aura* propuesto por Walter Benjamin (2003), que otorga a las obras originales un valor único e irrepetible.

El retrato como forma de memoria cultural

Desde las civilizaciones antiguas hasta el arte contemporáneo, el retrato ha sido una herramienta fundamental para preservar la memoria individual y colectiva. En culturas como la egipcia, mesopotámica, maya, griega o romana, las representaciones de figuras humanas en relieves, frescos, esculturas o utensilios no sólo documentaban la apariencia de los individuos, sino también su estatus, función social y cosmovisión.

Durante el Renacimiento, el retrato adquirió una nueva dimensión gracias al desarrollo de la perspectiva, el estudio anatómico y la búsqueda de la mimesis. Los artistas comenzaron a representar a sus modelos con una fidelidad que trascendía lo físico, capturando emociones, carácter y jerarquía. En este contexto, el retrato se convirtió en un medio para proyectar poder, identidad y pertenencia, especialmente entre las élites europeas.

John Berger et al. (2001) señalan que, desde los inicios de la pintura al óleo, los retratos han servido para exhibir el estatus social de quienes los encargaban. Los elementos incluidos

en estas obras —vestimenta, objetos, poses— no eran meramente decorativos, sino símbolos del capital económico, cultural y simbólico¹ de las personas retratadas. Esta observación resulta clave para comprender el retrato de Gloria Lasso, ya que no se trata únicamente de una representación estética, sino de una construcción visual que comunica identidad, época y contexto. Berger también destaca cómo el lenguaje visual del retrato apela no sólo a la vista, sino al sentido del tacto, lo que produce una ilusión de presencia que intensifica la conexión entre espectador y modelo.

Asimismo, la relación que se establece entre el artista y el sujeto retratado deviene primordial en el proceso de creación e implica un diálogo silencioso en el que el pintor tiene que interpretar y representar la esencia de su modelo. Para lograr sus objetivos es condición *sine qua non* que el artista disponga de competencias basadas en el conocimiento de técnicas, texturas, colores y materiales, que varían según el estilo del creador o creadora, así como de la época en que se realiza la obra. Algunas personas dedicadas al género del retrato optan por una representación fiel de la realidad, mientras que otras prefieren una interpretación más subjetiva, abstracta o expresiva.

En esta perspectiva, el género del retrato en las artes visuales se encuentra en constante transformación, adaptándose a movimientos vanguardistas y nuevas tecnologías. Desde el arte moderno hasta el contemporáneo, los y las pintoras han experimentado con diferentes estilos y enfoques con el propósito de inmortalizar la esencia de una persona en una pintura, además de capturar el espacio-tiempo de una determinada época, contexto cultural e histórico, lo cual convierte una obra en única e irrepetible.

Alejo Vidal-Quadras: el retratista de la esencia

Alejo Vidal-Quadras Veiga (1919-1994) fue un artista cuya trayectoria se consolidó en torno al género del retrato, el cual alcanzó reconocimiento internacional por su capacidad para capturar no sólo la apariencia física, sino también la esencia emocional y simbólica de sus modelos. Nacido en Barcelona en el seno de una familia burguesa, su formación artística fue temprana y rigurosa, y fue influenciada por su entorno familiar y por el contacto con artistas consolidados, como su tío José María Vidal-Quadras, también retratista (Fondation Alejo Vidal-Quadras, 2020).

¹ Las pinturas connotan el capital simbólico de los personajes. Éste refiere a cualquier atributo, como la fuerza física, el valor, la belleza, la competencia o la solvencia, que adquiere valor en la medida en que es reconocido por los demás. Su eficacia simbólica radica en que responde a *expectativas colectivas* socialmente construidas. No tiene una existencia tangible, sino un valor efectivo basado en el reconocimiento de su poder por parte de otros. Además, los valores simbólicos funcionan dentro de un campo de acción específico, definido como un espacio social e influyente donde convergen relaciones sociales determinadas (Bourdieu, 1997, pp. 171-172).

Desde sus primeros encargos en la juventud, Vidal-Quadras demostró una sensibilidad particular para representar a sus modelos con una mezcla de precisión técnica y profundidad psicológica. Su carrera se vio impulsada por retratos realizados para miembros de la aristocracia europea, como la condesa Isabel de Orleans y Braganza, y por la difusión mediática de su obra en revistas como *Paris Match*. A partir de entonces su clientela incluyó a figuras de la realeza, el arte, la política y la industria.

Entre las personas de la realeza que posaron para él se encuentran el rey Humberto II de Italia y su hija, la princesa María Pía de Saboya; Wallis, duquesa de Windsor; la princesa Grace y el príncipe Rainiero de Mónaco; los reyes Sofía y Juan Carlos de España; el sha Reza Pahlavi y Farah Diba, y los reyes Hussein y Noor de Jordania. Los encargos provenían de la corte imperial de Irán y de las familias reales de España, Italia, Grecia, Austria, Jordania y Yugoslavia, así como de la familia ducal de Luxemburgo y la familia principesca de Mónaco (D. P., 2019).

De las figuras del mundo del entretenimiento, quedaron inmortalizadas por el pincel del artista estrellas como Anouk Aimée, Audrey Hepburn, Marilyn Monroe y Yul Brynner, así como otras personalidades influyentes que, al igual que la realeza, se hicieron retratar, como el industrial Gianni Agnelli, la *socialité* Gloria Guinness, el barón del acero Hans Heinrich Thyssen-Bornemisza, los Rockefeller y la familia del magnate naviero Aristóteles Onassis.

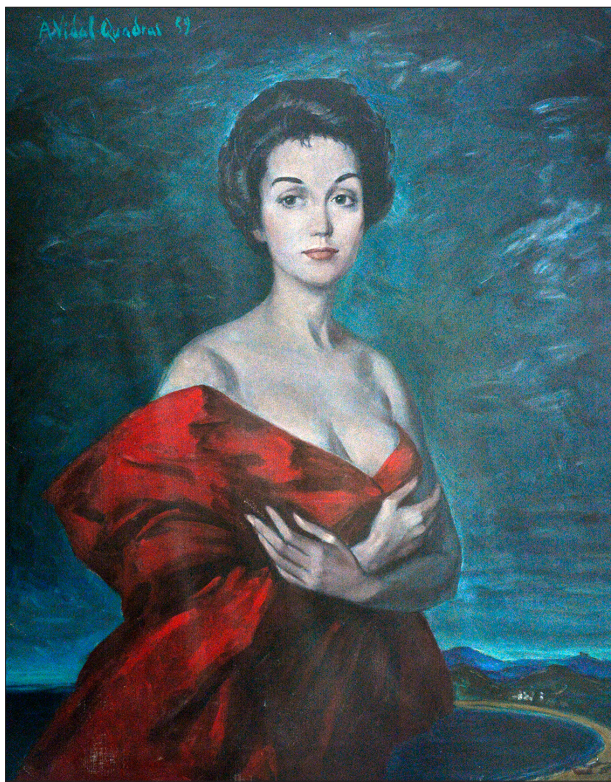
En Brasil, Vidal-Quadras pintó a cuatro generaciones de una misma familia. En Argentina, realizó varios retratos de Amalia Lacroze, una prominente empresaria y filántropa conocida como la *Dama del Cemento*, y de Alfredo Fortabat, fundador de la compañía cementera Loma Negra y figura clave en el desarrollo de la industria cementera en ese país. Del ámbito musical pintó a sir Arthur Rubinstein, Maria Callas y Grace Jones. Asimismo, a Miguel Bosé, a quien dibujó de niño junto a Picasso durante una corrida de Dominguín en la plaza de toros de Fréjus. Mientras que, en el medio cultural, pintó al escritor Truman Capote cuando éste se encontraba de visita en España.

El estilo de Vidal-Quadras se caracteriza por una técnica refinada, un uso expresivo del color y una atención meticulosa al detalle. Si bien lo que lo distingue como lo más notable en su obra es su capacidad para establecer un vínculo íntimo con el modelo, lo que le permite representar no sólo un rostro, sino una biografía visual. Esta cualidad se manifiesta con particular fuerza en el retrato de Gloria Lasso, en el que confluyen la maestría técnica del artista, la presencia icónica de la cantante y el contexto histórico-cultural que ambos compartieron.

El retrato de Gloria Lasso y el aura de lo irreplicable

El retrato de Gloria Lasso, realizado por Vidal-Quadras en 1959, constituye una obra de gran valor artístico y simbólico. Conservada en la residencia de su hija en Cuernavaca (entrevista con María José Lasso, 15 de diciembre de 2024), esta obra permaneció durante años fuera del

Figura 1
Retrato de Gloria Lasso



Retrato de Gloria Lasso, 1959, óleo, 99 x 79 cm.

Fuente: cortesía de María José Lasso.

conocimiento público, apreciado únicamente en el ámbito íntimo de la familia. Su reciente revalorización permite no sólo recuperar una pieza significativa del patrimonio cultural de la ciudad, sino también reflexionar acerca del papel del retrato como vehículo de memoria, identidad y presencia.

La cantante Gloria Lasso alcanzó fama internacional en las décadas de 1950 y 1960, por sus interpretaciones de boleros y canciones románticas. A lo largo de su carrera grabó más de tres mil canciones y cuatrocientos álbumes en varios idiomas y países. En Francia conquistó el éxito y su amiga Edith Piaf le sugirió que visitara México, país del que la intérprete se enamoró, tal como ella misma relata en su autobiografía *El silencio roto* (Lasso, 1982).

A través de sus giras internacionalizó canciones mexicanas en el viejo continente. En 1964 se trasladó a México, convirtiéndose en una figura popular en toda Latinoamérica. Durante las siguientes dos décadas ofreció recitales en numerosos teatros y centros nocturnos; asimismo, adoptó la nacionalidad mexicana.

Figura 2
Alejo Vidal-Quadras y Gloria Lasso



Fuente: cortesía de María José Lasso.

La representación de Lasso en esta pintura de Vidal-Quadras es profundamente evocadora: aparece de medio cuerpo, ligeramente girada, con un vestido de seda escotado, de color rojo brillante, que resalta la blancura de su piel, y una estola vaporosa de la misma tela del vestido que se desliza por debajo de sus hombros. La expresión serena de su rostro, sus ojos oscuros y su postura elegante transmiten una mezcla de fuerza y vulnerabilidad. El fondo, compuesto por un cielo dinámico y una bahía lejana, añade profundidad y atmósfera, situando la figura en un espacio simbólico que trasciende lo meramente físico (figura 1, p. 5).

Para comprender la singularidad de esta obra resulta pertinente recurrir al concepto de *aura* desarrollado por Walter Benjamin en *La obra de arte en la época de su reproductibilidad técnica* (2003). Benjamin define el *aura* como “un entretelado muy especial de espacio y tiempo: el apareamiento único de una lejanía, por más cercana que ésta pueda estar” (2003, p. 47). Esta noción alude a la autenticidad de la obra de arte, a su existencia irrepetible en un tiempo y lugar determinados, y a la experiencia única que propicia en el espectador.

En un mundo donde las imágenes se reproducen y hacen circular masivamente, el *aura* se ve amenazada por la pérdida de la unicidad. Sin embargo, en el caso del retrato de Lasso, la obra conserva su carácter aurático precisamente por su condición de original, por su permanencia material y por la historia que evoca.

No se trata solo de una imagen, sino de un objeto que ha atravesado el tiempo, que ha sido testigo de una vida y que mantiene una conexión directa con el momento de su creación. En

este sentido, el retrato funciona como una cápsula del tiempo, un testimonio visual que vincula el pasado con el presente.

La pintura de Vidal-Quadras no sólo representa a Lasso como figura pública, sino que revela aspectos más íntimos de su identidad: su elegancia, su carisma, su presencia escénica. La mirada del artista penetra más allá de la superficie, capturando lo que Benjamin denomina *quintaesencia* de la obra: su origen, su autenticidad, su valor como testimonio histórico (Benjamin, 2003, pp. 42, 44). Así, el retrato se convierte en un objeto de contemplación que permite al espectador experimentar una forma de presencia ausente, una evocación sensible de lo que fue.

La condición *sui generis* del retrato se manifiesta no sólo en la representación fiel de Lasso, sino en la habilidad de Vidal-Quadras para capturar el espíritu cultural de una época, a la vez que refuerza su valor como testimonio del legado tanto del artista como de la modelo. En este contexto, el *aura* no desaparece, sino que se resignifica. En una era dominada por la inmediatez digital, el *aura* adquiere un nuevo sentido: se convierte en una forma de resistencia frente a la banalización de la experiencia estética, en una invitación a reconectar con la profundidad, la memoria y la autenticidad. El retrato de Lasso, entonces, no sólo sobrevive como objeto estético, sino que persiste como experiencia viva, como encuentro irreplicable entre el arte, la historia, la emoción y la memoria visual (figura 2, p. 6).

Conclusión: el retrato como puente entre tiempo y memorias

El retrato de Gloria Lasso realizado por Vidal-Quadras posee valor artístico no únicamente como obra de arte de gran calidad técnica y estética, sino también como documento visual que articula múltiples dimensiones: la trayectoria de un artista consagrado (Fondation Alejandro Vidal-Quadras, 2020), la figura de una cantante emblemática y el contexto cultural de una ciudad como Cuernavaca, que ha sido lugar de residencia de numerosas personalidades del ámbito artístico e intelectual.

A través de esta obra se hace evidente cómo el retrato puede funcionar como un puente entre el pasado y el presente, entre lo íntimo y lo público, entre la imagen y la memoria. La teoría del *aura* de Benjamin permite comprender la relevancia de esta pintura no sólo como objeto artístico, sino como testimonio irreplicable de una época, una persona y una sensibilidad. En un mundo saturado de imágenes reproducidas, el valor de lo auténtico, de lo único, cobra una nueva dimensión.

Asimismo, la reflexión de John Berger acerca del retrato como medio para exhibir estatus y construir identidad se ve confirmada en esta obra. El retrato de Lasso, además de comunicar su belleza y elegancia, expresa al mismo tiempo el imaginario cultural de su época. La pintura, al igual que la música que Lasso interpretaba, se convierte en una forma de permanencia, en una biografía visual que trasciende la muerte.

Finalmente, el redescubrimiento de esta obra en Cuernavaca invita a repensar el valor del patrimonio artístico local. Muchas veces algunas piezas artísticas de gran relevancia permanecen ocultas en espacios privados, sin que se reconozca su potencial para enriquecer la memoria colectiva. Dar visibilidad a estas obras no sólo honra a sus creadores y protagonistas, sino que fortalece el tejido cultural de las comunidades que las resguardan.

Referencias

- Benjamin, W. (2003). *La obra de arte en la época de su reproductibilidad técnica*. Itaca.
- Berger, J., Blomberg, S., Fox, C., Dibb, M. y Hollis, R. (2001). *Modos de ver*. Gustavo Gili, 6ª ed. <https://podereimagenblog.wordpress.com/wp-content/uploads/2019/03/berger-modos-de-ver.pdf>
- Bourdieu, P. (1997). *Razones prácticas. Sobre la teoría de la acción*. Anagrama. <https://epistemh.pbworks.com/f/9.+Bourdieu+Razones+Pr%C3%A1cticas.pdf>
- D. P. (29 de abril de 2019). La apasionante vida del pintor que retrató a Grace Kelly, a don Juan Carlos y doña Sofía jóvenes, y a Marilyn por última vez. *Vanity Fair*, sp. <https://www.revistavanityfair.es/poder/articulos/alejo-vidal-quadras-pintor-marilyn-monroe-retrato/32844>
- Fondation Alejo Vidal-Quadras (2020). A Fundação Alejo Vidal-Quadras. *Fondation Alejo Vidal-Quadras*, sp. <https://www.alejovidalquadras.com/a-fundacao-alejo-vidal-quadras/>
- Lasso, G. (1982). *El silencio roto*. Grijalbo.

Entrevista

Lasso, M. J. (15 de diciembre de 2024). Domicilio de la autora. Cuernavaca, Morelos.

ARTÍCULOS

“Que los regresen a su país”: estereotipos y prejuicios hacia la población migrante venezolana en Colombia

“Let them go back to their country”: stereotypes and prejudices towards the venezuelan migrant population in Colombia

Areli López Flores

ORCID: [0009-0009-3418-6871](https://orcid.org/0009-0009-3418-6871), alopezf103@alumno.uaemex.mx

Maestría en Humanidades, Facultad de Humanidades,
Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX)

Ana Elizabeth Jardón Hernández

ORCID: [0000-0002-8983-1809](https://orcid.org/0000-0002-8983-1809), aejardoh@uaemex.mx

Centro de Investigación en Ciencias Sociales y Humanidades (CICSyH),
Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMEX)

Recepción: 02/12/24. Aceptación: 16/06/25. Publicación: 22/05/26

RESUMEN

En este artículo se exponen las percepciones que la población colombiana tiene sobre la llegada de venezolanos a su país, con la finalidad de analizar las posturas en torno a la protección internacional que otorga el Estado y la procuración de sus derechos, entre los que destaca el acceso al trabajo de los sujetos que se han acogido al Estatuto Temporal de Protección o al Permiso de Protección Temporal. A partir de la revisión de diversos procesos sociales, políticos y económicos, y de la Encuesta sobre Percepciones de Discriminación hacia la Población Venezolana 2024, se analizan estereotipos, prejuicios y actitudes que derivan en acciones de discriminación y xenofobia hacia la población en contextos de movilidad forzada.

PALABRAS CLAVE

prejuicios, discriminación, protección internacional, movilidad forzada

ABSTRACT

This article presents the perceptions that the Colombian population has about the arrival of Venezuelans to their country, with the purpose of analyzing the positions they have regarding the international protection granted by the State and the protection of their rights, among which stands out the access to work of those who have availed themselves of the Temporary Protection Status or Temporary Protection Permit. Based on a review of various social, political and economic processes, and the Survey on Perceptions of Discrimination towards the Venezuelan Population 2024, the following are analyzed stereotypes, prejudices and attitudes that lead to discrimination and xenophobia towards the population in contexts of forced mobility.

KEYWORDS

prejudice, discrimination, international protection, forced mobility

Introducción

América Latina ha experimentado acentuados procesos de movilidad intrarregional asociados a la complejidad de las situaciones económicas, políticas, sociales y ambientales que observan los países de la región (Pedone e Hinojosa, 2022). El caso de Venezuela, que se discute en este trabajo, se trata de un país que ha expulsado a millones de personas a causa de la crisis humanitaria que se agudizó cuando el país entró en una profunda recesión económica, que comprometió el bienestar social y la protección de los derechos humanos (Freitez, 2019), al mismo tiempo que acentuó los procesos de desigualdad social. En este contexto se advierte que esta crisis propició la reconfiguración del proyecto de vida de millones de familias venezolanas que se vieron forzadas a salir de su país ante las dificultades sociales, económicas y jurídicas.

Durante el periodo 2012-2017, los primeros indicios de este proceso de desequilibrio político y económico provocaron que aproximadamente 815,000 personas emigraran. Según el Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR) y la Organización Mundial para las Migraciones ([OIM], 2019), un promedio de cinco mil personas salían de Venezuela cada día en busca de protección y una mejor calidad de vida en 2018. Actualmente se estima que alrededor de 7,774,494 personas venezolanas han abandonado su país (R4V Plataforma de Coordinación Interagencial para Refugiados y Migrantes de Venezuela [Plataforma R4V], 2024b, p. 3), lo que representa el 25.82% de su población total.

La dinámica y los procesos de movilidad forzada de la población venezolana han tenido distintos impactos y respuestas regionales (Gandini et al., 2019). Entre los países latinoamericanos Colombia se posicionó como el principal destino, con aproximadamente 2,857,528 venezolanos en su territorio en 2024, seguido por Perú, Brasil y Chile (Plataforma R4V, 2024b, p. 3). Los desplazamientos hacia Colombia responden a la proximidad geográfica y cultural con Venezuela, así como a la presencia de mecanismos de protección implementados en este país, por ejemplo, para facilitar el acceso al empleo (Cabrera et al., 2019).

A modo de ejemplo, para enero de 2024 la cifra de personas venezolanas en condición regular era de 2,293,006, de los cuales 384,312 se acogieron al Estatuto Temporal de Protección y 1,908,694 al Permiso de Protección Temporal (Plataforma R4V, 2024c, p. 3). Adicionalmente, la OIM (2024) señala que la tasa de empleo para los migrantes venezolanos en Colombia es alta, ya que 90% de la población en edad laboral cuenta con un empleo. No obstante, únicamente 18% está empleado en su campo de competencia, además de que una gran parte de la población se encuentra trabajando en el sector informal, los migrantes jóvenes tienen mayores dificultades para acceder al empleo y las mujeres tienen una tasa de empleo más baja en comparación con los hombres.

De este modo, se afirma que la llegada de esta población ha representado varios desafíos para el país receptor, pues a pesar de los esfuerzos institucionales para mejorar las

perspectivas de empleo y el acceso a los servicios públicos, siguen siendo varios los desafíos para superar las situaciones de discriminación y xenofobia que limitan y dificultan su integración socioeconómica (OIM, 2024).

A partir de lo anterior, este trabajo tiene por objetivo analizar las percepciones que la población colombiana tiene en torno a los mecanismos de acceso al empleo y los esquemas de protección para las personas originarias de Venezuela, con la finalidad de distinguir la presencia de prejuicios y estereotipos que recrean posiciones positivas, negativas o neutrales ante estos procesos. Con ello se propone reflexionar sobre la siguiente pregunta: ¿cómo las percepciones asociadas a la condición de migrante derivan en acciones de discriminación hacia la población venezolana por parte de la sociedad colombiana, y cómo estas acciones afectan la integración sociolaboral de la población migrante en este país?

En este sentido, el argumento central que sostenemos es que las distintas formas de discriminación y exclusión sociolaboral que la población colombiana ejerce hacia las y los venezolanos se construyen a partir de prejuicios y estereotipos vinculados con su condición migratoria y otras variables de diferenciación social, como su origen, sexo y nivel socioeconómico, las cuales emergen de las emociones y representaciones que se adquieren en torno a su llegada y de los mecanismos de protección implementados por el gobierno para promover su integración. Para el análisis se discuten los resultados de la Encuesta sobre Percepciones de Discriminación hacia la Población Venezolana, aplicada en Colombia durante el periodo marzo-junio de 2024.

Además de esta introducción, el trabajo se estructura en tres secciones. La primera incluye una aproximación teórica a las representaciones sociales y la reflexión conceptual sobre los estereotipos, prejuicios y prácticas discriminatorias, con las cuales se busca comprender los componentes que sostienen las nociones de rechazo y aceptación de las personas en contextos de movilidad. En el segundo apartado se expone una aproximación descriptiva a los resultados obtenidos a partir de la encuesta antes señalada, con el propósito de interpretar los posicionamientos que adopta la población colombiana hacia las y los venezolanos. Finalmente, en las conclusiones se discuten las áreas de oportunidad que vislumbran los procesos de integración de estas poblaciones.

Aproximación teórica y conceptual a los prejuicios, estereotipos y prácticas discriminatorias

Los prejuicios, estereotipos y prácticas discriminatorias son constructos que emanan de las representaciones sociales. Éstas, según la propuesta de Serge Moscovici (1979), emergen por las condiciones del entorno en que son constituidas, por lo que comúnmente surgen en momentos de crisis, acrecentando la existencia de conflictos. De acuerdo con Mora (2002), las representaciones sociales responden a tres necesidades: i) comprender acontecimientos complejos;

ii) justificar acciones planeadas o cometidas contra otros, y iii) diferenciar un grupo respecto a los demás. Esto se ve reflejado en las formas complejas y predominantes de emitir un juicio a partir de la focalización en una persona o colectividad y, por ende, en las opiniones, posturas y acciones sobre un grupo focalizado públicamente, las cuales en la mayoría de los casos "serán diversas y casi siempre excluyentes" (Mora, 2002, p. 9). Esto explica la existencia de disparidad en las posiciones e imágenes que se crean en una sociedad receptora frente a la llegada de población migrante.

Por lo anterior, es necesario comprender las representaciones en la sociedad de acogida, que dotan de significado a las posturas que surgen en torno a la llegada de población inmigrante, pues las actitudes de rechazo o aceptación cumplen un papel fundamental en sus procesos de asentamiento e inclusión en esos lugares. "Sí, pero no aquí", forma parte de las expresiones que ponen en evidencia la persistencia de opiniones fluctuantes en torno a la acogida de las poblaciones migrantes (OXFAM, 2023, p. 4). La ambivalencia entre la empatía, el rechazo y la tolerancia se sustentan en el cúmulo de desigualdades estructurales, así como en las expresiones de poder y dominación presentes en los procesos de interacción con esta población (Bolzman, 2017).

La comprensión de estos posicionamientos se encuentra en la triada estereotipos/prejuicios/discriminación, en la medida en que estos tres componentes representan un ciclo que escala e inicia con las imágenes que se construyen socialmente en torno a un grupo de personas. Estos estereotipos alimentan las actitudes o comportamientos que se gestan hacia ese grupo, y se posicionan como prejuicios que conducen la toma de decisiones y el ejercicio de prácticas discriminatorias que trascienden en vulneración y negación de derechos (Pérez Carballo y Málaga, 2020). En otras palabras, mientras los estereotipos responden a las percepciones o imaginarios sobre las personas migrantes, los prejuicios aluden a las posturas sociales que se adoptan y propician procesos de exclusión que perpetúan la discriminación e invisibilizan sus derechos (Contreras-Ibáñez y Saldívar Garduño, 2018).

Es importante señalar que los prejuicios, por tratarse de la actitud fundamentada en el estereotipo y productora de los actos discriminatorios, tiene diversas fuentes que le dan origen y que determinan su presencia. Entre estos determinantes estructurales destacan las expresiones de apego nacional que detonan actitudes nacionalistas y patrióticas, así como ideologías y constructos sociales alimentados por el clima político, los discursos de odio y el manejo mediático de la migración. En un nivel individual se identifican determinantes relacionados con la personalidad y las diferencias individuales, la percepción sobre las amenazas y la competencia, las emociones y el contacto con la población inmigrante (Esses, 2021).

La intersección de estos determinantes pone de manifiesto la complejidad y los distintos matices que esos prejuicios adquieren a nivel individual, comunitario y estructural, pues, por ejemplo, en el nivel de las emociones individuales, se sostiene que la ansiedad, la ira, el miedo

y la apatía robustecen las actitudes de desprecio y rechazo, mientras que la empatía favorece el reconocimiento de sus experiencias y la protección de derechos. No obstante, se trata de posturas influenciadas por factores de orden estructural, como la inseguridad, el desempleo y otras problemáticas que suelen distinguirse como amenazas a la seguridad pública, la hegemonía cultural, los valores y las tradiciones, así como a la economía y los mercados de trabajo (Young et al., 2018). En suma, los estudios advierten que la percepción de amenaza causa prejuicios, por lo que, en un nivel cognitivo-conductual, es este componente el factor que explica las actitudes de hostilidad hacia las personas inmigrantes (Stephan, 2005).

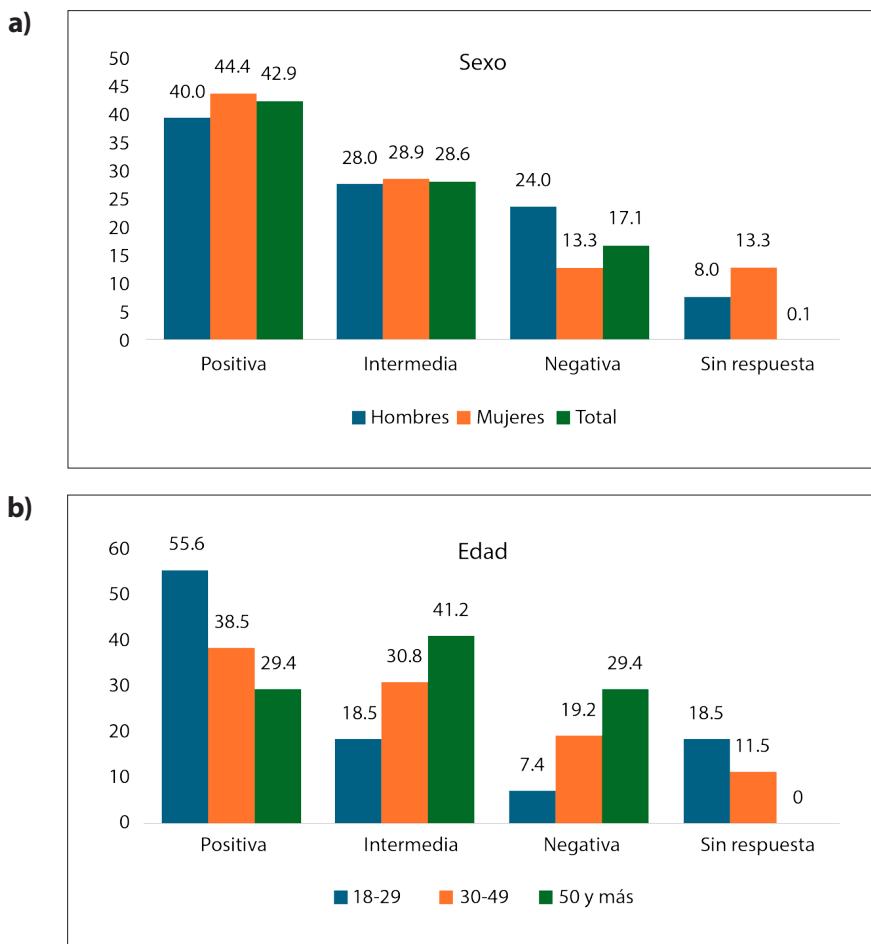
Los tipos de prejuicios y la generalización que éstos pueden alcanzar difieren según las características de la población migrante (Esses, 2021), dado que la mixofobia, es decir, el miedo o desprecio a lo diferente, es mayor hacia aquellos grupos de población inmigrante estereotipada y estigmatizada por atributos específicos, como su origen nacional, estatus legal no documentado, condición social y bajo nivel de calificación. De modo que la intersección de diversas variables de diferenciación social genera exclusiones y discriminaciones múltiples que impactan en el ejercicio de derechos y libertades fundamentales (Rodríguez Zepe-da, 2004), como el acceso al trabajo decente en condiciones que aseguren la generación de medios de vida sostenible.

En el contexto migratorio, las discriminaciones vividas por esta población, además de complejizar y obstaculizar la incorporación a los mercados de trabajo, ocurren bajo esquemas de explotación, desprotección, precariedad y múltiples desventajas e injusticias (Mera-Lemp et al., 2019). Éstos se sustentan, como se demuestra en este trabajo, en el descontento y el malestar social hacia oleadas específicas de población que se ha visto obligada a emigrar desde su país de origen, en condiciones de crisis e inestabilidad que contribuyen a la construcción de estereotipos y prejuicios asociados con la mendicidad, pobreza, delincuencia, prostitución y otros perfiles sociales y connotaciones peyorativas que suman a la desconfianza que la sociedad receptora tiene hacia la población en situación de movilidad forzada.

Metodología

La fuente de datos de esta investigación es la Encuesta sobre Percepciones de Discriminación hacia la Población Venezolana 2024, que se compone de tres secciones: i) comprensión de lo que significa ser una persona refugiada; ii) percepción sobre la protección internacional que otorga Colombia a la población venezolana, y iii) percepción de acciones de discriminación hacia la población venezolana. El cuestionario de esta encuesta es semiestructurado, en tanto se compone de preguntas cerradas y abiertas; estas últimas son las que permiten profundizar en la percepción y las actitudes de la población, así como en el reconocimiento de los estereotipos y prejuicios.

Figuras 1a y 1b
Posturas sobre el acceso de población venezolana al sistema de protección internacional



Fuente: elaboración propia con base en la Encuesta sobre Percepciones de Discriminación hacia la Población Venezolana 2024.

Esta encuesta en línea se realizó durante el periodo marzo-junio de 2024, y para su distribución se tuvo el apoyo de funcionarios, académicos y personas colombianas. En total se obtuvo un registro de setenta respuestas, veinticinco hombres y 45 mujeres colombianas de dieciocho a 68 años de edad, con residencia en los departamentos de Bogotá, Cundinamarca, Antioquia, Tolima y Cali.

El estudio es de tipo descriptivo, y se recuperan como variables de estudio las actitudes sobre la protección internacional y de acceso al empleo. Para el análisis se realizó una codificación y categorización de las respuestas obtenidas. Sobre la protección internacional, las

respuestas plasmadas en el cuestionario se categorizaron ordinalmente en *positivas*, *neutrales* y *negativas*. En un mismo sentido, las posturas sobre la procuración del derecho al empleo se clasificaron distinguiendo entre los colombianos que manifiestan estar *a favor*, los que *condicionan la empleabilidad* y los que están *en contra*. Los argumentos que sustentan cada postura se describen en el siguiente apartado.

Posturas sobre el derecho de protección y acceso al empleo de venezolanos en Colombia

Los resultados de la Encuesta sobre Percepciones de Discriminación hacia la Población Venezolana 2024 muestran que la llegada de esta población y su incorporación se perciben como positivas entre 42.9% de las personas encuestadas, de manera aproximada. Esta proporción es ligeramente superior entre las mujeres, así como entre los jóvenes de dieciocho a veintinueve años que reconocen la importancia de que el Estado colombiano otorgue protección internacional y que la población ejerza este derecho (figuras 1a y 1b, p. 6).

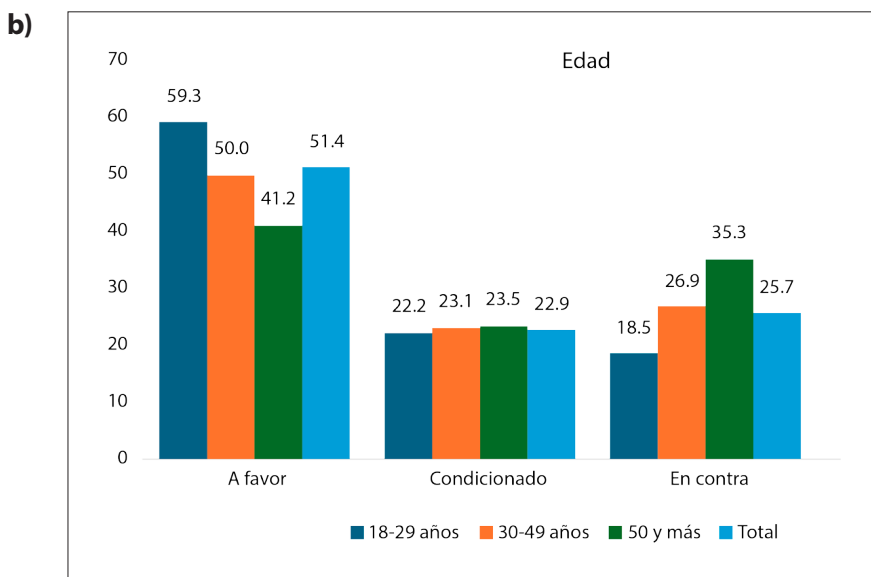
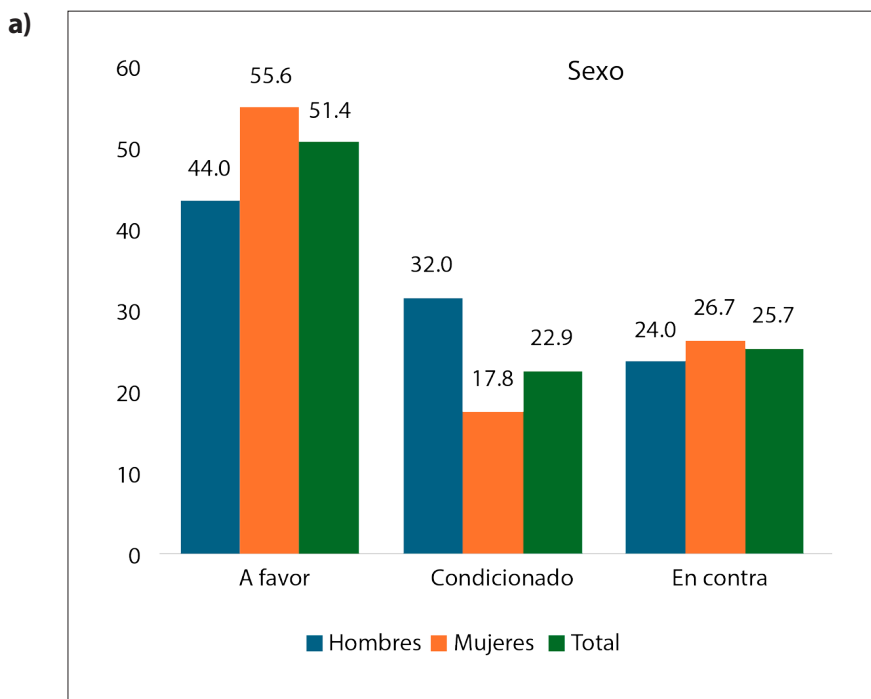
Como puede leerse en los testimonios de las personas que respondieron la encuesta, la protección de esta población, además de representar una obligación para el Estado, se posiciona como un mecanismo que permite garantizar la protección de la vida de estos sujetos. Así, en el contexto de crisis en el que se ha movilizad la población venezolana, se recuperan expresiones de solidaridad y hospitalidad como un país vecino:

Es importante para la conservación de la vida, la generación de empleo, accesibilidad en salud y que le otorga otros derechos en Colombia (José Pablo, 58 años, 21 de marzo de 2024).

Es una obligación que el Estado tiene con la población venezolana que ha sido forzada a desplazarse por toda la región, en especial sabemos que ha llegado en su gran mayoría a Colombia, por la proximidad cultural y geográfica, se debe entender que es una vía de escape de la crisis, por lo que es un deber ser una sociedad de acogida donde realmente se encuentre la protección que necesitan (Lyda, 46 años, 3 de junio de 2024).

Los resultados permiten distinguir también que, conforme aumenta la edad, es menor la proporción de colombianos que muestran aceptación y empatía hacia las necesidades de esta población que se ha visto obligada a salir de su país de origen. Como puede observarse en las figuras 1a y 1b (p. 6), las posturas negativas, es decir, aquellas que desencadenan actitudes de desprecio y rechazo hacia la población venezolana, registran porcentajes más bajos entre los jóvenes, a diferencia de las personas de cincuenta años y más, de las cuales un 29.4% no acepta que el Estado colombiano acoja y proteja a la población venezolana.

Figuras 2a y 2b
Posturas frente al acceso de la población venezolana al empleo formal en Colombia



Fuente: elaboración propia con base en la Encuesta sobre Percepciones de Discriminación hacia la Población Venezolana 2024.

Este menor nivel de tolerancia se asocia con la construcción de prejuicios e imaginarios sobre las personas venezolanas como una carga para el Estado, pues se asume que demandan recursos que deben ser ejercidos para atender las necesidades de la población colombiana. En este sentido, son múltiples las actitudes negativas que se traducen en prácticas de discriminación, las cuales invisibilizan y limitan el derecho a la protección internacional. Además de que se distinguen prejuicios que vinculan a esta población con la delincuencia, así como con una fuente de competencia en el mercado laboral y con sujetos que alteran la dinámica social y la vida cotidiana en Colombia, como lo expresa Elizabeth:

Si nuestra economía desde 2010 y las condiciones de nuestros coterráneos fueran estables me parecería bien, pero desde que llegaron han terminado por desmejorar las condiciones de vida: económica, mental, social, y la inseguridad es el pan nuestro de cada día. Lo escribo porque mi hijo fue apuñalado siete veces en el tórax a causa de un celular por parte de extranjeros de Venezuela (Elizabeth, 61 años, 21 de marzo de 2024).

Estas experiencias, como lo sugiere Elizabeth, abonan a una percepción negativa que parece generalizarse, la cual reproduce estigmas que perpetúan el resentimiento y la desconfianza entre la sociedad colombiana. Así emergen posicionamientos intermedios que denotan la postura de los que no son indiferentes a las necesidades de esta población, pero que tampoco aceptan del todo que ocurra un proceso de integración en su país.

Entre el 28.6% de la población que se adscribe a esta postura (figuras 1a y 1b, p. 6) se distinguen cuestionamientos sobre la capacidad del Estado colombiano para otorgar condiciones mínimas de vida, incluso para la misma población colombiana. Entre otras percepciones, la ambivalencia entre la aceptación y el rechazo se manifiesta en expresiones de condicionamiento, donde se advierte que la población venezolana *debe ganarse* la protección, la cual consideran que debe tratarse de un proceso selectivo. En este sentido, Patricia comenta:

Es humanitaria siempre y cuando se tengan en cuenta las condiciones de los colombianos que viven en su propio país en condiciones muchas veces peores que algunos refugiados. A Colombia han llegado bandas de delincuentes, así que se debería filtrar muy bien a quién se debe dar la condición de refugiado y a quién no (Patricia, 68 años, 23 de marzo de 2024).

Tales posturas, además de afectar el ámbito de la protección, trascienden en la procuración de los derechos humanos, de los que destaca el laboral y, específicamente, el acceso al empleo formal de la población venezolana en Colombia. Al respecto, en las figuras 2a y 2b (p. 8) se observa que las mujeres, a diferencia de los hombres, registran una mayor proporción en materia de aceptación y reconocimiento del derecho al trabajo.

Es importante advertir que, aunque un 44% de los hombres expresa estar de acuerdo, un 32% condiciona tal derecho a situaciones como contar con un estatus migratorio regular, capacidades acreditadas, aportes al país, costo de la mano de obra y, sobre todo, privilegiar los procesos de contratación entre las personas de nacionalidad colombiana. Finalmente, un 24% expresa su desacuerdo total sobre la oportunidad de otorgarles empleo. Estos datos permiten inferir que la mayoría de estas personas tiene una actitud negativa que propicia la exclusión laboral, lo que da lugar a la incorporación de la población migrante en trabajos en los que persiste la irregularidad, la precariedad y la explotación.

Los resultados de las figuras 2a y 2b (p. 8) permiten advertir nuevamente que, conforme aumenta la edad de los participantes, menor es la tolerancia y el respeto hacia el ejercicio del derecho laboral. Así entonces, los resultados parecen advertir que la edad y el género tienen un peso importante en las posturas que se adoptan hacia las personas en situación de movilidad, lo que hace necesario proponer análisis sustentados en una perspectiva interseccional, con la finalidad de comprender las dinámicas y los factores que influyen en la negación de derechos fundamentales, como lo es tener un trabajo decente.

En términos generales, los resultados muestran que las posturas de la población colombiana que está en contra o que condiciona el acceso al trabajo, bajo la noción de que “todos tienen derecho a trabajar siempre y cuando se lo ganen” (Luz, 46 años, 20 de marzo de 2024), sobrepasa la proporción de los que están a favor de proteger y promover este derecho. Como lo sugiere María, esto ocurre porque “les quitan oportunidades a los colombianos” (María, 25 años, 21 de marzo de 2024). En este contexto, Pilar señala: “primero debemos dar oportunidad a los nacionales, además los venezolanos tienen una forma de actuar muy perjudicial” (Pilar, 39 años, 20 de marzo de 2024). Estos resultados ponen en evidencia tanto los constructos y representaciones de las personas migrantes como amenaza, como el desprecio y negación de sus derechos sustentados en lógicas nacionalistas y patrióticas.

Finalmente, estas percepciones se enmarcan en un reclamo generalizado, desde el que se asume que “los colombianos merecen ser prioridad para el Estado” (Elizabeth, 61 años, 21 de marzo de 2024), y una exigencia para que “los regresen a su país” (María, 25 años, 21 de marzo de 2024). En este sentido, se avivan actitudes que obstaculizan la incorporación de la población venezolana al ámbito laboral y otros espacios de su vida diaria. En este estudio se da cuenta del descontento social, pues alrededor del 84.3% de los participantes no tiene una apreciación positiva sobre el acceso al trabajo por parte de esta población, lo que repercute en la apertura de espacios de trabajo dignos, además de que los expone a situaciones de informalidad y vulnerabilidad laboral. Con ello se ponen en evidencia las situaciones que comprometen el reconocimiento de derechos, así como la promoción de la hospitalidad e inclusión de la población que se ha movilizado de manera forzada.

Conclusiones

Las expresiones y percepciones que promueven la devolución de la población venezolana y su no integración en Colombia exponen la ausencia de principios encaminados a la empatía, solidaridad y hospitalidad hacia las personas en contextos de movilidad forzada. Con ello se advierte la necesidad de abordar las dinámicas migratorias en América Latina desde una mirada humanística y de derechos humanos, siendo que, en la actualidad, alrededor de seis millones de venezolanos continúan en movimiento por la región (Plataforma R4V, 2024b) con un estatus migratorio incierto, los cuales enfrentan discriminación, xenofobia y múltiples dificultades para satisfacer sus necesidades (Jiménez Sandoval, 2022).

En este sentido, los hallazgos de este estudio revelan que el posible desconocimiento del contexto en el que ocurren los procesos de movilidad humana agrava la presencia de riesgos, discriminaciones y posiciones antiinmigrantes. En este aspecto, ACNUR (2024) advierte que desconocer lo que implica ser una persona refugiada impacta en el respeto a los derechos humanos de la población en movilidad, así como en las opiniones divididas sobre las respuestas gubernamentales, que por un lado aceptan que se atiendan las necesidades de los migrantes y refugiados, pero por otro promueven su expulsión.

En este sentido, es importante recordar que América Latina pretende avanzar en la construcción de sociedades inclusivas, fraternas y solidarias, luchando contra los estereotipos que se construyen en torno a los procesos de movilidad, en particular cuando se trata de desplazamientos forzados. Este escenario hace necesario fortalecer los lazos culturales, con la finalidad de prevenir y erradicar los prejuicios y estigmas adjudicados a las personas migrantes y refugiadas (ACNUR, 2024), así como de sensibilizar sobre el reconocimiento de la movilidad y el trabajo decente como derechos humanos que deben procurarse acogiendo principios de inclusión y no discriminación.

Bibliografía

- ACNUR y OIM (22 de febrero de 2019). Venezuela: los flujos de venezolanos continúan constantes, alcanzando ahora la cifra de 3.4 millones. *Refworld. La bases de datos global sobre legislación y políticas*. ACNUR, sp. <https://www.refworld.org/es/coi/cprensa/acnur/2019/129084>
- ACNUR (14 de octubre de 2024). ACNUR da a conocer resultados de encuesta de percepciones hacia personas refugiadas en México. *UNHCR ACNUR. La Agencia de la ONU para los refugiados México*. ACNUR México, sp. <https://www.acnur.org/mx/noticias/comunicados-de-prensa/acnur-da-conocer-resultados-de-encuesta-de-percepciones-hacia>
- Bolzman, C. (2017). Reflexiones sobre la figura del extranjero y la cuestión de la integración desde una mirada intercultural. En J. Berríos Riquelme e I. Bortolotto Bernardi, *Migración e interculturalidad. Perspectivas contemporáneas en el abordaje de la Movilidad Humana* (pp. 249-273). UTA. <https://shorturl.at/nLLmL>
- Cabrera Serrano, D. C., Cano Salazar, G. M. y Castro Franco, A. (2019). Procesos recientes de movilidad humana entre Venezuela y Colombia 2016-2018. En L. Gandini, F. Lozano Ascencio y V. Prieto (coords.), *Crisis y migración de población venezolana. Entre la desprotección y la seguridad jurídica en Latinoamérica* (pp. 59-94). UNAM. https://www.researchgate.net/publication/342380702_Procesos_recientes_de_movilidad_humana_entre_Venezuela_y_Colombia_2016-2018
- Contreras-Ibáñez, C. y Saldívar Garduño, A. (2018). Sobre la relación entre la identificación con el estereotipo nacional mexicano y las actitudes hacia los inmigrantes. *Polis*, 14(2), 39-69. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-23332018000200039
- Esses, V. M. (2021). Prejudice and discrimination toward immigrants. *Annual Review of Psychology*, 72, 503-531. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-080520-102803>
- Freitez, A. (2019). Crisis humanitaria y migración forzada desde Venezuela. En L. Gandini, F. L. Lozano y V. Prieto (coords.), *Crisis y migración de población venezolana. Entre la desprotección y la seguridad jurídica en Latinoamérica* (pp. 33-58). UNAM. <https://www.sdi.unam.mx/docs/libros/SUDIMER-CyMdPV.pdf>
- Gandini, L., Prieto, V. y Lozano Ascencio, F. (2019). El éxodo venezolano: migración en contextos de crisis y respuestas de países latinoamericanos. En L. Gandini, F. L. Lozano y V. Prieto, *Crisis y migración de población venezolana. Entre la desprotección y la seguridad jurídica en Latinoamérica* (pp. 9-32), UNAM. <https://www.sdi.unam.mx/docs/libros/SUDIMER-CyMdPV.pdf>
- Jiménez Sandoval, C. (8 de noviembre de 2022). Las actuales dinámicas migratorias requieren nuevos abordajes regionales. Washington Office on Latin America, sp. <https://www.wola.org/es/analisis/actuales-dinamicas-migratorias-requieren-nuevos-abordajes-regionales/>

- Mera-Lemp, M. J., Ramírez-Vielma, R., Bilbao, M. Á. y Nazar, G. (2019). La discriminación percibida, la empleabilidad y el bienestar psicológico en los inmigrantes latinoamericanos en Chile. *Journal of Work and Organizational Psychology*, 35(3), 227-236. <https://doi.org/10.5093/jwop2019a24>
- Mora, M. (2002). La teoría de las representaciones sociales de Serge Moscovici. *Athenea Digital*, (2), 1-25. <https://atheneadigital.net/article/view/n2-mora/55-pdf-es>
- Moscovici, S. (1979). *El psicoanálisis, su imagen y su público*. Huemul. <https://taniars.files.wordpress.com/2008/02/moscovici-el-psicoanalisis-su-imagen-y-su-publico.pdf>
- Organización Internacional para las Migraciones (25 de abril de 2024). Estudio de la OIM: los migrantes y refugiados venezolanos en Colombia generan un impacto económico equivalente a 529,1 millones de dólares. ONU Migración, sp. <https://www.iom.int/es/news/estudio-de-la-oim-los-migrantes-y-refugiados-venezolanos-en-colombia-generan-un-impacto-economico-equivalente-5291-millones-de-dolares>
- OXFAM Internacional (2023). *Entre la empatía y el rechazo. Estudio de percepciones de xenofobia y discriminación hacia personas migrantes de Venezuela en Colombia, Ecuador y Perú*. OXFAM Internacional. <https://reliefweb.int/node/4019506>
- Pedone, C. e Hinojosa, A. (coords.) (2022). *Vidas en movimiento. Migración en América Latina*. CLACSO. <https://www.clacso.org/wp-content/uploads/2022/06/Vidas-en-movimiento.pdf>
- Pérez Caraballo, G. y Málaga, P. O. (2020). *Migraciones, derechos humanos y comunicación intercultural en los ambientes de trabajo. Cartilla de sensibilización*. OIM. <https://repository.iom.int/handle/20.500.11788/2381>
- R4V Plataforma de Coordinación Interagencial para Refugiados y Migrantes de Venezuela R4V (2024a). Permisos de residencia y de estancia regular concedidos. <https://www.r4v.info/es/permisos-residencia>
- R4V Plataforma de Coordinación Interagencial para Refugiados y Migrantes de Venezuela (2024b). Agosto 2024. Personas refugiadas y migrantes venezolanas. R4V Plataforma de Coordinación Interagencial para Refugiados y Migrantes de Venezuela, 1-3. <https://www.r4v.info/es/document/r4v-america-latina-y-el-caribe-refugiados-y-migrantes-venezolanos-en-la-region-agosto-2024>
- R4V Plataforma de Coordinación Interagencial para Refugiados y Migrantes de Venezuela (2024c). Mayo 2024. Personas refugiadas y migrantes venezolanas. R4V Plataforma de Coordinación Interagencial para Refugiados y Migrantes de Venezuela, 1-3. <https://www.r4v.info/es/document/r4v-america-latina-y-el-caribe-refugiados-y-migrantes-venezolanos-en-la-region-may-2024>
- Rodríguez Zepeda, J. (2004). *¿Qué es la discriminación y cómo combatirla?* CONAPRED. <https://sindis.conapred.org.mx/investigaciones/que-es-la-discriminacion-y-como-combatirla/>

Stephan, W. G., Renfro, C. L., Esses, V. M., Stephan, C. W. y Martin, T. (2005). The effects of feeling threatened on attitudes toward immigrants. *International Journal of Intercultural Relations*, 29(1), 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.ijintrel.2005.04.011>

Young, Y., Loebach, P. y Korinek, K. (2018). Building walls or opening borders? Global immigration policy attitudes across economic, cultural and human security contexts. *Social Science Research*, 75, 83-95. <https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2018.06.006>

Testimonios

Elizabeth (21 de marzo de 2024). Respuesta en la Encuesta sobre Percepciones de Discriminación, realizada en Colombia.

José Pablo (21 de marzo de 2024). Respuesta en la Encuesta sobre Percepciones de Discriminación, realizada en Colombia.

Luz (20 de marzo de 2024). Respuesta en la Encuesta sobre Percepciones de Discriminación, realizada en Colombia.

Lyda (03 de junio de 2024). Respuesta en la Encuesta sobre Percepciones de Discriminación, realizada en Colombia.

María (21 de marzo de 2024). Respuesta en la Encuesta sobre Percepciones de Discriminación, realizada en Colombia.

Patricia (23 de marzo de 2024). Respuesta en la Encuesta sobre Percepciones de Discriminación, realizada en Colombia.

Pilar (20 de marzo de 2024). Respuesta en la Encuesta sobre Percepciones de Discriminación, realizada en Colombia.

ARTÍCULOS

Gobernanza del agua en el contexto transfronterizo: estudio de caso del acuífero del valle de Mexicali

Water governance in the transboundary context: a case study of the Mexicali Valley aquifer

María del Carmen Aurora Carmona Lara

ORCID: 0000-0003-3452-3451, carmona@unam.mx

Instituto de Investigaciones Jurídicas (IIJ),

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Yussef Ricardo Abud Russell

ORCID: 0000-0002-3145-7789, yussef.abud@encit.unam.mx

Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra (ENCIT),

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Gonzalo Hatch Kuri

ORCID: 0000-0002-5189-4708, ghatch@encit.unam.mx

Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra (ENCIT),

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Recepción: 09/12/24. Aceptación: 25/06/25. Publicación: 22/01/26.

RESUMEN

En el contexto de la gestión integrada de recursos hídricos (GIRH), el artículo analiza la gobernanza de los acuíferos transfronterizos, tomando como caso de estudio el acuífero compartido del valle de Mexicali, en la frontera México-Estados Unidos. Se resalta la necesidad de un manejo conjunto del agua superficial y subterránea para abordar desafíos como la sequía, la sobreexplotación y el cambio climático. Además, se exploran los principios de cooperación establecidos en la Resolución 68/118 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que promueven el uso equitativo y la prevención de daños significativos. A través de un taller virtual en 2024 se buscó fortalecer la gobernanza local a través de la transferencia de conocimientos científicos a las partes interesadas.

PALABRAS CLAVE

frontera, gobernanza del agua, acuíferos transfronterizos, GIRH, participación ciudadana

ABSTRACT

Within the framework of Integrated Water Resources Management (IWRM), this article examines the governance of transboundary aquifers, using the shared aquifer of the Mexicali Valley on the Mexico-United States border as a case study. It emphasises the necessity for joint management of surface and groundwater to address challenges such as drought, overexploitation, and climate change. In addition, it explores the cooperation principles established under United Nations Resolution 63/118, which promote equitable utilisation and the prevention of significant harm. Through a virtual workshop in 2024, the aim was to strengthen local governance through the transfer of scientific knowledge to stakeholders.

KEYWORDS

border, water governance, transboundary aquifer, IWRM, public participation

Introducción

En el marco de la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH), se promueve el manejo conjunto del agua superficial y subterránea para contrarrestar los efectos negativos de una gestión fragmentada, como el acceso desigual y la contaminación, problemas que se han agravado en México por el cambio climático.

La desintegración en la gestión del ciclo hidrológico es particularmente evidente en las cuencas transfronterizas, consideradas estratégicas para la soberanía nacional y la autodeterminación territorial. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), existen 286 cuencas transfronterizas en 151 países, habitadas por más de 2.8 mil millones de personas, lo que ha impulsado tratados internacionales, como el Convenio del Río Danubio (1994) y el Tratado Internacional de Aguas México-Estados Unidos (1944). Este último regula el agua en las cuencas de los ríos Bravo, Colorado y Tijuana (Programa Mundial de la UNESCO de Evaluación de los Recursos Hídricos, 2023).

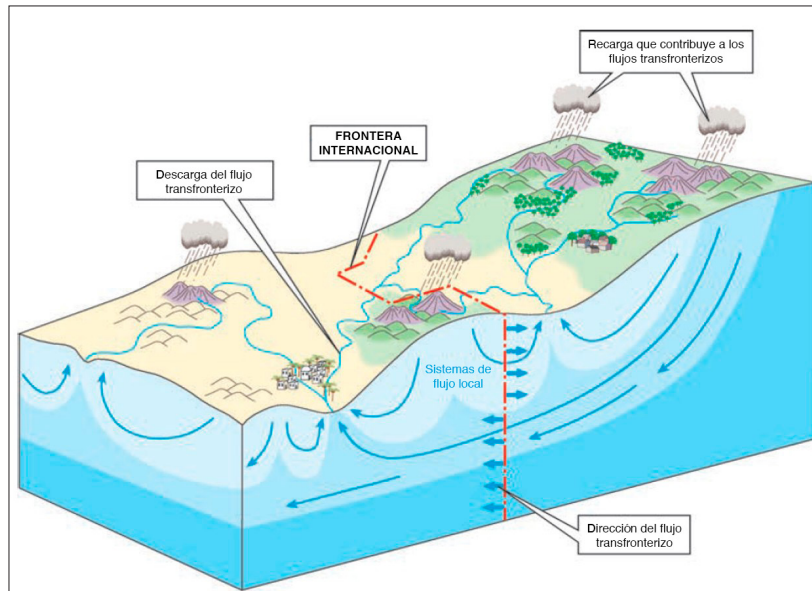
Los acuerdos sobre acuíferos transfronterizos han ganado relevancia desde finales del siglo xx. Un ejemplo es el Acuerdo del Acuífero Ginebrino (1978), entre Ginebra (Suiza) y Alta Saboya (Francia), el cual considera un modelo piloto por su escala local (30 km²), con énfasis en la cooperación gubernamental (Cobos, 2018). En contraste, el Acuerdo del Acuífero Guaraní (2020) enfrenta retos mayores, al abarcar más de un millón de kilómetros cuadrados en cuatro países —Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay— y requerir un marco de gobernanza robusto para suministrar agua a más de 350 ciudades (Walschot, 2020).

Ahora bien, en el caso de la frontera México-Estados Unidos, después de que este último impulsara y concluyera en 2016 un programa binacional de cooperación científica (hidrogeológica) para cuatro acuíferos transfronterizos, algunos estudios posteriores sugieren la existencia de alrededor de 65 acuíferos de este tipo, los cuales señalan como urgente la necesidad de intervención en áreas críticas para su manejo conjunto (Sánchez et al., 2016; Sánchez et al., 2018; Sánchez y Rodríguez, 2021).

Debe recordarse que el Tratado de Aguas de 1944 excluye la regulación de estas aguas y que sólo el Acta 242, de 1973, delimitó un área para controlar el bombeo en un radio de ocho kilómetros, en la zona fronteriza de Yuma, Arizona (Estados Unidos), y San Luis Río Colorado, Sonora (México). En general, estos avances son aspectos técnicos del agua subterránea, cuya gobernanza es un área de oportunidad latente.

En 2023 se atendió a la Convocatoria de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) “Ciencia de Frontera”, con un proyecto enfocado en diseñar un modelo de gobernanza para acuíferos transfronterizos en México, el cual realiza un análisis comparado entre el acuífero del valle de Mexicali, Baja California, y el acuífero transfronterizo península de Yucatán-Candelaria-Río Hondo, con base en el enfoque NEXO, que incluye la integración de los recursos de agua, energía y alimentos (International Renewable Energy Agency [IRENA], 2015).

Figura 1
Agua subterránea transfronteriza



Fuente: Puri y El Naser (2002).

Un componente de este proyecto es la incidencia social del conocimiento científico, alineada con las políticas federales del sexenio 2018-2024 y con la cual se busca fortalecer a los actores y redes implicadas en la gobernanza del agua.

Este artículo presenta los resultados del primer taller virtual, realizado en noviembre de 2024, para fortalecer la gobernanza local de los acuíferos transfronterizos en el valle de Mexicali. Este taller abordó la importancia del agua subterránea, los avances en la gestión de los acuíferos transfronterizos México-Estados Unidos, y las particularidades de su gobernanza en el marco de la GIRH y del cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) en salud y bienestar (objetivo 3), educación de calidad (objetivo 4), igualdad de género (objetivo 5), agua y saneamiento (objetivo 6) y producción y consumo responsable (objetivo 12), en los cuales destaca la relevancia de la participación social. Además, el Acuerdo de Escazú, que entró en vigor en 2021, contempla la incidencia social como una herramienta de cambio en la que la sociedad informada es la base para influir en los resultados ambientales concretos, como es el caso del agua.

El artículo se estructura en tres apartados: el primero introduce conceptos clave sobre la gobernanza de acuíferos transfronterizos y la incidencia social del conocimiento científico mediante el enfoque NEXO; el segundo detalla las características del taller, y el tercero analiza los resultados del proceso de incidencia social en el valle de Mexicali. En conclusión, se

enfatisa que la transmisión de conocimientos científicos basada en evidencia fortalece la participación social, lo que promueve decisiones más críticas, transparentes y democráticas.

Gobernanza de los acuíferos transfronterizos y necesidad de incidencia social

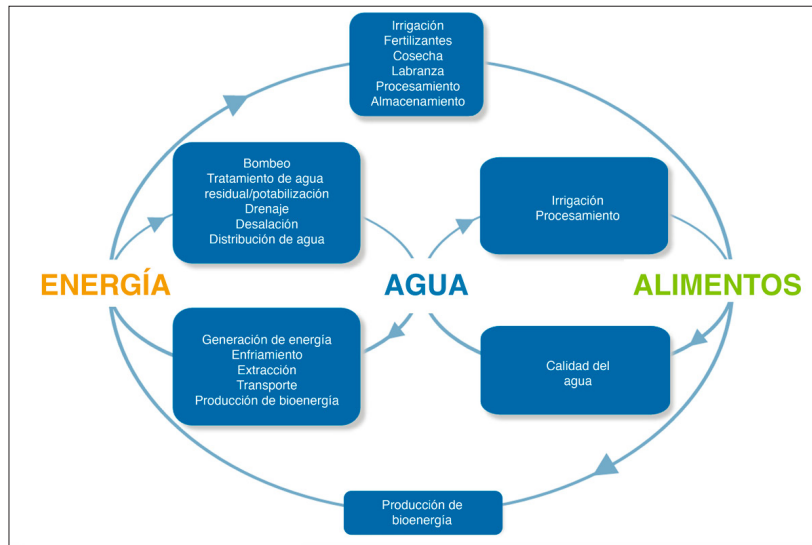
En 2013, la Resolución 68/118 de Naciones Unidas sobre el derecho a los acuíferos transfronterizos estableció un marco legal y técnico para promover la cooperación internacional en la gestión de este recurso compartido (Naciones Unidas, 2013). Entre sus conceptos clave destaca el de *acuífero transfronterizo*, definido en el artículo 2º como una formación geológica permeable que contiene agua en su zona saturada, ubicada sobre una capa menos permeable, y que puede estar conectada con otros acuíferos hidráulicamente relacionados (figura 1, p. 3). Aunque poco conocido, este concepto es esencial para definir el objeto de regulación en un contexto transfronterizo.

El acuífero transfronterizo se define como una unidad de gestión y gobernanza conjunta con características hidrogeológicas específicas, que comprende agua circulando en la porosidad de materiales geológicos compartidos por dos o más países. La Resolución 68/118 refuerza este concepto mediante el principio de *uso equitativo y razonable* (artículo 4), que promueve tasas de extracción sostenible, así como la obligación de no causar un daño significativo (artículo 5) y fomentar la cooperación para evitar impactos negativos, como el descenso de niveles freáticos, la disminución de la calidad del agua y la subsidencia diferenciada.

Diseminar el concepto de *agua subterránea* entre las partes interesadas y la ciudadanía es un desafío debido a su invisibilidad y subestimación. Esto requiere de talleres de difusión científica accesibles y enmarcados en el contexto de la gobernanza del agua, entendida como un proceso político interdisciplinario que promueve prácticas democráticas, sostenibles y justas, con diálogo y participación ciudadana en la definición de objetivos sociales comunes (Castro, 2007).

Ahora bien, respecto al concepto de *incidencia social*, vale la pena señalar que existe un debate acerca de este término. Algunos autores lo conciben desde la trinchera del quehacer de las organizaciones no gubernamentales (ONG), como un ejercicio de derechos democráticos en el marco de un sistema político que intenta modificar la realidad, no así las políticas públicas (Hernández de Toro, 2010). No obstante, desde un espectro mucho más relacionado con el quehacer científico en la gestión de cuencas, coexiste el concepto de *ciencia ciudadana*, definido como un proceso participativo en el cual las personas sin entrenamiento científico formal se involucran de forma activa en el desarrollo de un proceso científico-investigativo con un propósito normativo (Espinoza Cisneros y Blanco Ramírez, 2020). Esto implicaría que, en un determinado modelo de gestión del agua, los ciudadanos se convirtieran en agentes capacitados y activos para monitorear y fiscalizar acciones normativas de política del agua.

Figura 2
Relación entre componentes de la metodología NEXO



Fuente: modificado de IRENA (2015).

En contraste, el gobierno mexicano ha impulsado el concepto de *incidencia social*, aunque no ha emitido una definición clara y objetiva (Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías, 2019), por lo que parece más una acción retórica que operativa o instrumentizable. Por lo anterior, en este trabajo la incidencia social la entendemos como “un proceso sistemático de articulación entre conocimiento científico, humanístico y tecnológico con actores sociales y comunidades, orientado a la transformación de realidades, la resolución de problemas públicos y la reducción de desigualdades, bajo los principios de justicia epistémica y participación democrática”, definición discutida en las últimas reuniones públicas de la SECIHTI durante 2024 y 2025.

Como ya se mencionó, este proyecto de investigación adoptó el enfoque NEXO, que integra agua, energía y alimentación, establecido en el Foro Económico Mundial y la Conferencia de Bonn (2011). Este enfoque multisectorial sugiere, para la gobernanza de aguas transfronterizas, el análisis del contexto socioeconómico, mapeo de actores, evaluaciones técnicas, diálogo multisectorial, diseño de soluciones y evaluación de impactos. Su objetivo es mejorar la coherencia de políticas, fortalecer capacidades institucionales y fomentar la cooperación internacional, mediante la integración de sus tres pilares principales (figura 2).

Esta metodología, alineada con enfoques participativos, reconoce a las partes interesadas como co-creadoras de conocimiento mediante la interacción, el diálogo y la reflexión colectiva. Integra múltiples actores en procesos de toma de decisiones, lo cual fomenta la ciudadanía de la ciencia al introducir conceptos científicos en políticas accesibles, promueve

Figura 3
Fuentes de agua en el valle de Mexicali



Fuente: elaboración propia.

la transparencia y facilita la colaboración transfronteriza. Su efectividad en incidencia social contribuye a proteger los acuíferos transfronterizos, lo cual se alinea con los principios citados de la Resolución 68/118.

Sequía, crisis y presión sobre el agua subterránea en el valle de Mexicali

El valle de Mexicali se localiza en la porción baja de la cuenca transfronteriza del río Colorado y coincide con zonas de los grandes desiertos de América del Norte, por lo que recibe en promedio precipitaciones anuales menores a 82.9 mm (Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2024). Históricamente, su principal fuente de abastecimiento ha sido el agua de ese río, pero desde 2012 esta fuente se ha visto fuertemente amenazada por los recortes que los gobiernos de México y Estados Unidos han acordado para el manejo de la cuenca, bajo un escenario de sequía extraordinaria experimentada por toda la cuenca baja desde hace más de una década.

En el Tratado de Aguas de 1944 se establece que México recibirá anualmente una asignación mínima de 1,850 Mm³/a (millones de metros cúbicos anuales); pero con las medidas bilaterales acordadas en las Actas 319 (2012), 323 (2017) y 330 (2024), se establece que México recibirá menores volúmenes de agua acumulados hasta 2026, recortes estimados en 800 Mm³/a. A cambio, México será compensado por Estados Unidos con apoyo financiero destinado a fortalecer la infraestructura hídrica local, tecnificar el Distrito de Riego 014 y buscar nuevas fuentes de agua, entre otros.

Estos recortes han propiciado conflictos entre concesionarios de aguas del río Colorado en el valle de Mexicali, autoridades y usuarios de agua potable (Cortez-Lara et al., 2019). En este escenario, el agua subterránea es una fuente estratégica de abastecimiento que ayuda a paliar los efectos negativos de la sequía y a sostener el crecimiento económico. A este respecto, la autoridad federal del agua (CONAGUA) determinó en 2024 que el acuífero del valle de Mexicali presenta un déficit de $-432 \text{ Mm}^3/\text{a}$, con volúmenes de agua concesionados en alrededor de $602 \text{ Mm}^3/\text{a}$, los cuales se aprovechan, entre otros, a través de una infraestructura mayor a 1,100 pozos construidos desde 1960 en el Distrito de Riego 014 Valle de Mexicali (CONAGUA, 2024). Si bien la CONAGUA no reconoce en sus documentos oficiales que este acuífero es transfronterizo, la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) y las contribuciones académicas recientes (Cortez-Lara et al., 2019; Sánchez y Rodríguez, 2021) sugieren lo contrario, por lo que una hipótesis es que el agua que se bombea del acuífero en territorio mexicano se recarga de manera natural en territorio estadounidense (figura 3, p. 6).

El déficit señalado se presenta de forma sostenida desde hace más de una década. A pesar de ello, en 2017 el Gobierno del Estado de Baja California impulsó una Ley Estatal de Agua de corte privatizador. Esto, aunado a la pretensión del gobierno federal de autorizar en 2018 la operación de la empresa cervecera estadounidense Constellation Brands, con un volumen preautorizado de extracción hasta por $20 \text{ Mm}^3/\text{a}$ de agua proveniente de una nueva batería de pozos situada en el Distrito de Riego 014, sentó las bases de una fuerte movilización ciudadana que desembocó en una consulta pública dos años más tarde para revocar todas las autorizaciones emitidas para la instalación de la cervecera (Gallardo Tapia y Cortez Lara, 2022).

Por lo anterior, en trabajo de campo realizado en octubre de 2024 se sostuvieron diversas entrevistas para dialogar con actores clave involucrados en el manejo del agua en el valle de Mexicali, incluyendo a funcionarios federales de la CONAGUA, la CILA, regantes del Distrito de Riego 014, así como a los ciudadanos organizados que impulsaron la consulta de 2020 para revocar la operación de Constellation Brands. Estos últimos, con base en la presentación y los propósitos del proyecto de investigación, acordaron el desarrollo de un taller sobre agua bajo la política de incidencia social promovida por el gobierno federal mexicano, para fortalecer sus redes de colaboración y acción en el contexto de los procesos locales de gobernanza del agua, por lo que se trabajó en una propuesta asequible para atender este acuerdo.

Incidencia social y fortalecimiento de la gobernanza local del agua

En términos metodológicos, primero se decidió que el nombre del taller fuera "Manejo de agua subterránea en el valle de Mexicali", en lugar de emplear el término *acuífero transfronterizo*. El objetivo fue atraer a un público más numeroso, toda vez que este concepto tiene escasa popularidad y su empleo se ciñe a los ámbitos especializados de la academia y el sector público, a diferencia de *cuenca transfronteriza*, que es ampliamente reconocido. Asimismo, se

Figura 4
Volante digital



Fuente: elaboración propia.

acordó que la modalidad del taller fuera virtual debido a que los coordinadores e instructores tienen su residencia habitual en la Ciudad de México, además de que los recursos financieros del proyecto eran limitados; por ambas razones, la impartición presencial del taller en las fechas acordadas era inviable. En realidad, esta limitación se convirtió en una oportunidad, toda vez que permitió ampliar la convocatoria pública al sector académico, estudiantil, funcionarios interesados en el tema y ONG en el valle de Mexicali.

De manera conjunta se acordaron los días 13 y 20 de noviembre para impartir el taller, de 18 a 20:30 horas, tiempo local de Mexicali. Previamente, se elaboró un volante digital (figura 4), el cual fue difundido en el portal y las redes sociales del Instituto de Investigaciones Jurídicas (IIJ) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), entidad responsable de administrar el proyecto. Asimismo, se difundió en la Escuela Nacional de Ciencias de la Tierra (ENCIT) de la misma UNAM y se envió por correo electrónico a los actores clave y las personas entrevistadas durante el trabajo de campo en el valle de Mexicali.

Para identificar y coordinar al público que asistió al taller se creó un registro en línea por medio de Google Forms, mediante el cual se solicitaron datos personales, como nombre, edad, género, correo electrónico e identificación de adscripción institucional o social. Un día antes del inicio se envió por correo a los interesados la versión final del programa del taller (tabla 1, p. 9). Es necesario señalar que se acordó grabar las dos sesiones, a efectos de adjuntarlas en el Informe Parcial del Proyecto, pero con la posibilidad de que, en un futuro, puedan difundirse a través de las redes sociales del IIJ.

Tabla 1
Programa del taller virtual

Sesión	Contenido
	Introducción al taller Objetivo general y objetivos particulares Metodología Resultados esperados
1	<p><i>Tema 1. El agua subterránea</i></p> <p>1.1 ¿Qué es el agua subterránea?</p> <p>1.2 Distribución natural global y local del agua subterránea</p> <p>1.3 Conceptos clave: acuífero, agua subterránea y agua subterránea transfronteriza</p> <p>1.4 Los acuíferos transfronterizos México-Estados Unidos</p> <p>1.5 La importancia del agua subterránea en el contexto de la sequía: daños ambientales y valoración económica</p> <p><i>Tema 2. Conocer y valorar la dimensión hidrogeológica</i></p> <p>2.1 Hidrogeología moderna: los sistemas de flujo del agua subterránea (SFGAS)</p> <p>2.2 Zonas de recarga y descarga. Conexión con la cuenca</p> <p>2.3 El lenguaje del agua subterránea: hidrogeoquímica</p> <p>2.4 Monitoreo del agua: experiencias previas</p> <p><i>Tema 3. Modelo de gestión y monitoreo del agua subterránea</i></p> <p>3.1 Metodología para la recolección de evidencias hidrogeológicas (enfazando las áreas geográficas críticas)</p>
2	<p>3.2 Beneficios y ventajas del monitoreo y recolección de muestras de agua para el concesionario (enfoque de ciencia ciudadana)</p> <p>3.3 Impacto de los resultados hidrogeológicos en el desarrollo de modelos analíticos en un contexto transfronterizo</p> <p><i>Tema 4. Colaboraciones comunitarias para el monitoreo del agua subterránea transfronteriza</i></p> <p>4.1 Diálogo y escucha de las necesidades para una mejor gestión del agua subterránea</p> <p>4.2 Identificación de los requisitos para la recolección de evidencias hidrogeológicas</p> <p>4.3 Identificando métodos y pautas de trabajos con comunidades y concesionarios de agua subterránea</p>

Fuente: elaboración propia.

En la primera sesión se abordaron conceptos clave a partir de evidencias hidrogeológicas, como agua subterránea, acuíferos y acuíferos transfronterizos; el papel de los pozos como obras hidráulicas individuales (privados o públicos), el terreno donde se ubican y el marco normativo que regula su uso (concesiones, reglamentos y derechos). Esta introducción buscó no sólo la comprensión de estos conceptos, sino también un abordaje problematizador del tema.

La segunda sesión se enfocó en la hidrogeología, con base en la teoría de los sistemas gravitacionales de flujo de agua subterránea de J. Tóth (1999). Este marco teórico explica la interacción entre el agua subterránea, el suelo, las rocas y los elementos ambientales superficiales, así como los impactos de una extracción no controlada mediante bombeo. En el contexto transfronterizo, la teoría permite comprender las dinámicas ambientales entre las zonas de recarga y descarga, esenciales para un manejo conjunto.

Originalmente, el taller pretendía sensibilizar a los concesionarios de agua subterránea con pozos situados en el Distrito de Riego 014 sobre la importancia de recolectar muestras para un estudio hidrogeológico que incluía análisis de cationes, aniones, trazadores

Figura 5
Resultados de la encuesta



La escala corresponde a 5 = Totalmente; 4 = Regular; 3 = Medianamente; 2 = Suficiente; 1 = Poco; 0 = Nada.

Fuente: elaboración propia.

químicos e isotopía. Sin embargo, los desafíos derivados del desconocimiento sobre esta agua, así como la operación irregular de muchos pozos en México, dificultaron este objetivo, para el cual se requería un mayor esfuerzo educativo de sensibilización y consenso.

En cambio, la mayoría de los asistentes al taller virtual fueron residentes de Mexicali, mientras que la participación de regantes del Distrito de Riego 014 fue limitada. Esto llevó a priorizar los temas sobre la gestión del agua en un contexto urbano, así como a reducir la importancia de otras acciones, como los estudios isotópicos. Al final se aplicó una encuesta en línea con cuatro preguntas acerca de las percepciones y conocimientos adquiridos sobre el agua subterránea y los acuíferos transfronterizos (figura 5). Aunque sólo seis de los dieciocho asistentes respondieron, sus opiniones proporcionaron información útil para pensar estrategias análogas en futuros talleres.

Las respuestas registradas en la sección A revelan que más del 50% considerará que los temas impartidos en el taller fortalecieron su percepción sobre el papel estratégico del agua subterránea en la frontera con Estados Unidos. En la sección B se registró un número positivo de respuestas respecto a la incidencia social de los temas revisados, lo cual contribuye a que los actores fortalezcan su participación en la gobernanza local. En la sección C se observa que todas las respuestas fueron positivas en cuanto a la claridad de las explicaciones que los especialistas impartieron en el taller. Finalmente, la sección D proporciona un espacio para revisar las áreas de oportunidad en el contexto del ejercicio de la incidencia social y la transmisión de conocimientos científicos.

Conclusiones

En experiencias pasadas se documentaron los procesos de incidencia social bajo un esquema de transferencia de conocimientos en materia de gestión del agua subterránea desde un enfoque interdisciplinario (geografía e hidrogeología), donde se destacó el reto que implica traducir un tema altamente técnico para un público no especializado (Hatch Kuri, 2022; Hatch Kuri y Carrillo Rivera, 2023). En el taller se observó el mismo patrón, pero se consiguieron resultados favorables en la adquisición de conocimientos y nociones básicas del tema abordado.

Es posible considerar que la credibilidad de la información transferida se legitimó porque siempre se fundamentó en evidencia científica. Así, el diálogo con el público asistente facilitó un proceso horizontal de comunicación, razonamiento y debate de la implicación de los conceptos políticos, científicos y sociales relacionados con la gestión del agua subterránea en el valle de Mexicali, considerando el contexto transfronterizo que fue la meta conductora de los talleres.

Finalmente, el taller revela que la incidencia social a través de la transferencia de conocimientos básicos con base en evidencia científica es un componente fundamental para la GIRH y la gobernanza de los acuíferos transfronterizos, toda vez que las nociones relacionadas con la protección, el uso sustentable y el buen manejo del agua son la base para que los ciudadanos organizados —pero también los concesionarios de agua que participan dentro de los mecanismos institucionales de participación ciudadana, como los organismos auxiliares de los Consejos de Cuenca— impulsen instrumentos de política pública con base en los principios de la Resolución 68/118 de Naciones Unidas y en su armonización en la Ley de Aguas Nacionales.

Referencias

- Castro, J. E. (2007). Water governance in the twenty-first century. *Ambiente & Sociedade*, *x*(2), 97-118. <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2007000200007>
- Cobos, G. (2018). *Gobernanza de aguas subterráneas en acuíferos transfronterizos. Contribución al establecimiento de mecanismos de cooperación para la gobernanza de acuíferos transfronterizos. Un ejemplo exitoso de cooperación a nivel local para la gestión de un acuífero transfronterizo: el caso del Acuífero Ginebrino (Suiza-Francia)*. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265906_spa
- Comisión Nacional del Agua (2024). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle de Mexicali (0210), Estado de Baja California*. CONAGUA. https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/BajaCalifornia/DR_0210.pdf
- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (2019). *Plan Nacional para la Innovación mandado en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*. CONAHCYT. https://www.dof.gob.mx/2023/CONAHCYT/Plan_Nacional_Para_La_Innovacion.pdf
- Cortez-Lara, A. A., Castro-Ruiz, J. L. y Sánchez-Munguía, V. (2019). Local perspectives on confronting water scarcity. *The Mexican Portion of the Colorado River. Regions & Cohesion*, *9*(1), 39-60. <https://doi.org/10.3167/reco.2019.090105>
- Espinoza Cisneros, É. y Blanco Ramírez, S. (2020). Metodologías participativas aplicadas a la sociohidrología y su potencial para la incidencia social: algunas reflexiones. *Revista Reflexiones*, *99*(2), 1-32. <https://dx.doi.org/10.15517/rr.v99i2.38597>
- Gallardo Tapia, M. F. y Cortez Lara, A. A. (2022). Procesos fallidos de gobernanza del agua en la región de Mexicali: conflicto socioambiental por la planta cervecera Constellation Brands. *Norteamérica. Revista Académica del CISAN-UNAM*, *17*(1), 1-24. <https://doi.org/10.22201/cisan.24487228e.2022.1.557>
- Hatch Kuri, G. (2022). Cambio climático, agua subterránea y su enseñanza en la geografía. *Tlalli. Revista de Investigación en Geografía*, *9*(9), 133-156. <https://doi.org/10.22201/ffyl.26832275e.2023.9.1990>
- Hatch Kuri, G. y Carrillo Rivera, J. J. (2023). Apropiación y uso político de los conocimientos científicos del agua. El caso de Copuda en Valles Centrales, Oaxaca (2017-2019). En E. Talledos Sánchez, R. Camacho Lomelí y A. Eleuterio López (coords.), *Conflictos por el agua en un espacio plural: estudios de caso en territorios de pueblos originarios en Oaxaca* (pp. 123-158). COLSAN. https://www.researchgate.net/publication/379295910_Apropiacion_y_uso_politico_de_los_conocimientos_cientificos_del_agua_El_caso_de_COPUDA_en_Valles_Centrales_Oaxaca_2017-2019
- Hernández de Toro, J. A. (2010). Hacia un concepto de incidencia social y política como reto para las organizaciones no gubernamentales para el desarrollo del siglo XXI. *Revista de Fomento Social*, *257*, 57-86. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3198777>

- International Renewable Energy Agency (2015). *Renewable energy in the water, energy & food nexus*. IRENA. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2015/IRENA_Water_Energy_Food_Nexus_2015.pdf
- Naciones Unidas (19 de diciembre de 2013). Resolución aprobada por la Asamblea General el 16 de diciembre de 2013. 68/118: El derecho de los acuíferos transfronterizos. ONU, 1-9. <https://docs.un.org/es/A/RES/68/118>
- Programa Mundial de la UNESCO de Evaluación de los Recursos Hídricos (2023). *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2023. Alianzas y cooperación por el agua*. UNESCO-ONU Agua. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386807_spa
- Puri, S. y El Naser, H. (2002). Intensive use of groundwater in transboundary aquifers. *SSRN*, 20(40), 415-438. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2780917>
- Sánchez, R. y Rodríguez, L. (2021). Transboundary aquifers between Baja California, Sonora and Chihuahua in Mexico, and California, Arizona and New Mexico, United States: Identification and Categorization. *Water*, 13(20), 1-47. <https://doi.org/10.3390/w13202878>
- Sánchez, R., López, V. y Eckstein, G. (2016). Identifying and characterizing transboundary aquifers along the Mexico-US border: an initial assessment. *Journal of Hydrology*, 535, 101-119. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.01.070>
- Sánchez, R., Rodríguez, L. y Tortajada, C. (2018). The transboundariness approach and prioritization of transboundary aquifers between Mexico and Texas. *Ambio*, 47(7), 760-770. <https://doi.org/10.1007/s13280-018-1015-1>
- Tóth, J. (1999). Groundwater as a geologic agent: an overview of the causes, processes, and manifestations. *Hydrogeology Journal*, 7, 1-14. <https://link.springer.com/article/10.1007/s1004000050176>
- Walschot, M. (2020). Hidro-diplomacia y soberanía nacional en el acuífero guaraní: ¿fracaso de un intento de gestión transfronteriza por intereses geopolíticos divergentes? *Agua y Territorio*, (15), 21-34. <https://doi.org/10.17561/at.15.4627>

ARTÍCULOS

Más allá del textil y la cerámica: mujeres de la Bauhaus en la enseñanza de la arquitectura

Beyond textiles and ceramics: women of the Bauhaus in architectural education

Mariana Teresa Silveyra Rosales

ORCID: 0000-0003-0883-6809, mariana.silveyra@uaem.mx

Facultad de Arquitectura, Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)

Recepción: 20/02/25. Aceptación: 25/06/25. Publicación: 29/01/26.

RESUMEN

Las mujeres que formaron parte de la Bauhaus fueron relegadas a disciplinas como la textil, la cerámica y la decoración, lo cual ha limitado su acceso a la arquitectura y otras áreas tradicionalmente dominadas por hombres. Este estudio explora la percepción de estudiantes de tercer semestre de arquitectura sobre la presencia y el reconocimiento de las mujeres de la Bauhaus en su formación académica. A través de un análisis cualitativo se examinan las jerarquías de género que operaron en la historia de la arquitectura, relaciones entre género, actividades de cuidado, infancias, diseño y decoración, y se reflexiona sobre si estas limitaciones aún influyen en la enseñanza actual de la arquitectura.

PALABRAS CLAVE

enseñanza de la arquitectura, historia de la arquitectura, Bauhaus, género, visibilización

ABSTRACT

The women who were part of the Bauhaus were relegated to disciplines such as textiles, ceramics and decoration, limiting their access to architecture and other areas traditionally dominated by men. This study explores the perception of third-semester architecture students about the presence and the recognition of Bauhaus women in their academic training. Through a qualitative analysis, it examines the gender hierarchies that operated in the history of architecture, relationships between gender, care roles, childhoods, design and decoration, and reflects on whether these limitations still influence the current teaching of architecture.

KEYWORDS

teaching of architecture, history of architecture, Bauhaus, gender, visibility

Presentación

Este estudio analiza cómo la enseñanza de la arquitectura continúa reproduciendo estructuras de género que invisibilizan las contribuciones de mujeres, tomando como caso la Bauhaus. A pesar de haber sido una institución revolucionaria, muchas de sus integrantes fueron relegadas a ámbitos considerados femeninos, como el textil o la decoración.

La pregunta que se plantea es de qué manera la enseñanza de la arquitectura en niveles universitarios sigue reproduciendo la invisibilización de las mujeres que formaron parte de la Bauhaus. La investigación parte del supuesto de que la enseñanza de la arquitectura actual privilegia referentes masculinos en su narrativa histórica, lo cual minimiza o excluye las aportaciones de mujeres, incluso en instituciones clave, como la Bauhaus.

A lo largo de la historia, la Bauhaus ha sido reconocida como una de las escuelas más influyentes en la arquitectura y el diseño moderno. Sin embargo, el papel de las mujeres dentro de esta institución ha sido históricamente minimizado, al relegar su producción en áreas como la textil, la cerámica y la decoración, mientras que los hombres dominan la arquitectura y el diseño industrial.

Esta invisibilización no sólo afectó el reconocimiento de sus contribuciones, sino que también ha tenido un impacto en la enseñanza de la arquitectura, donde las figuras femeninas permanecen ausentes o subrepresentadas en los programas de estudio. Se trata, entonces, de un tema crucial para entender cómo las estructuras de género han moldeado el conocimiento en esta disciplina.

La Bauhaus (1919-1933), fundada en Alemania por Walter Gropius, fue una escuela de diseño que buscaba la integración de diversas disciplinas artísticas con una visión innovadora y bajo una concepción funcionalista y racionalista. Sus principios han influenciado de manera significativa los programas educativos de arquitectura y diseño a nivel global, por lo que su legado sigue presente.

A pesar de la supuesta apertura y modernidad de la Bauhaus, las mujeres que ingresaron a esta escuela se enfrentaron a barreras de género que las limitaron a ciertos ámbitos del diseño. Aunque se proclamó como una escuela sin distinciones de género, en la práctica muchas estudiantes fueron dirigidas hacia talleres considerados *femeninos*, como el textil, la cerámica y la decoración, mientras que los hombres predominaban en arquitectura, carpintería y metalurgia.

La historiografía ha priorizado las contribuciones de figuras masculinas, como el mismo Gropius, Mies van der Rohe y Marcel Breuer, dejando en segundo plano a mujeres como Gunta Stölzl, Anni Albers, Marianne Brandt y Lilly Reich. Esta omisión histórica ha tenido un impacto directo en la enseñanza de la arquitectura, donde la narrativa dominante sigue centrándose en las contribuciones masculinas.

Al elegir la Bauhaus como punto de partida, este estudio busca visibilizar el papel de las mujeres en una institución clave para el desarrollo de la arquitectura moderna y cuestionar si los actuales planes de estudio han logrado superar esta exclusión histórica.

El estudio de la arquitectura desde una perspectiva de género ha sido una línea de análisis emergente en las últimas décadas, impulsada por la teoría feminista y los estudios de género. Autoras como Dolores Hayden y Beatriz Colomina han señalado cómo la historia de la arquitectura ha sido escrita desde una visión predominantemente masculina, lo que relega las contribuciones de las mujeres a un puesto secundario o las omite por completo.

Desde esta perspectiva, la arquitectura no sólo se entiende como una disciplina técnica, sino también como un espacio de construcción de desigualdades, donde los *roles de género* han influido en quiénes tienen acceso a la producción arquitectónica y cómo se define la misma disciplina.

Esta investigación analiza la percepción de 32 estudiantes de tercer semestre de arquitectura sobre la presencia y el reconocimiento de las mujeres de la Bauhaus en su formación académica. El objetivo es indagar si las jerarquías de género que históricamente operaron en esa institución siguen influyendo en la manera en que se enseña la historia de la arquitectura y se representan las contribuciones femeninas.

Se eligió este grupo por encontrarse en una etapa clave de su formación: ya han cursado asignaturas introductorias, como historia de la arquitectura, teoría del diseño y fundamentos del proyecto, pero aún están en proceso de construir sus marcos conceptuales y referentes disciplinarios. Este momento de transición resulta propicio para evaluar qué narrativas han prevalecido en su aprendizaje y si han sido expuestos o no a figuras femeninas vinculadas a la Bauhaus.

Al centrarse en este nivel formativo, el estudio permite identificar cómo se ha abordado el movimiento moderno en los planes de estudio y si las mujeres que participaron en él activamente han sido integradas de manera equitativa. La ausencia en el imaginario estudiantil de nombres como Gunta Stölzl, Anni Albers o Marianne Brandt podría señalar una continuidad en la omisión de sus aportes dentro del currículo académico.

Además, se trata de una generación con mayor acceso a debates contemporáneos sobre género y equidad, lo cual convierte al grupo en un referente valioso para analizar hasta qué punto la enseñanza de la arquitectura ha respondido a estas transformaciones o si persisten estructuras excluyentes.

El tamaño del grupo es adecuado para identificar patrones en la percepción estudiantil y permite un análisis manejable de los ejercicios visuales y las entrevistas realizadas. No obstante, se reconocen ciertas limitaciones: el número reducido de participantes, la aplicación del estudio en un solo semestre y el posible sesgo derivado de la reciente socialización en temas de género.

Este enfoque resulta especialmente pertinente para cuestionar si la enseñanza de la arquitectura continúa reproduciendo narrativas que invisibilizan a las mujeres. A través del testimonio y la producción estudiantil se busca evidenciar cómo estas ausencias afectan la construcción de referentes y contribuyen a perpetuar una visión parcial de la historia del diseño y la arquitectura.

En este sentido, el análisis también invita a reflexionar de manera crítica sobre la relación entre género y formación disciplinaria, subrayando la importancia de incorporar una perspectiva inclusiva que reconozca las desigualdades históricas y promueva una educación arquitectónica más justa, representativa y equitativa.

La Bauhaus y la exclusión de las mujeres en la historia del diseño y la arquitectura

La Bauhaus, fundada en 1919 por Walter Gropius, representó una revolución en la enseñanza del arte, el diseño y la arquitectura. Su objetivo era eliminar la separación entre arte y artesanía, mediante el desarrollo de una educación integrada que combinara funcionalidad y estética. Aunque en teoría promovía un enfoque igualitario, en la práctica las mujeres fueron sistemáticamente dirigidas hacia disciplinas como el diseño textil y la cerámica. Los hombres, en cambio, dominaban áreas como la arquitectura, la carpintería y la metalurgia.

A pesar de estas limitaciones, varias mujeres desempeñaron un papel clave en esta escuela. Entre ellas destacan Gunta Stölzl, directora del taller textil y pionera en nuevas técnicas de tejido; Anni Albers, reconocida por su trabajo en diseño textil y experimentación con materiales; Marianne Brandt, quien logró ingresar al taller de metalurgia y diseñó piezas icónicas, como lámparas y objetos cotidianos, y Lilly Reich, colaboradora de Mies van der Rohe, con importantes contribuciones en diseño de interiores y mobiliario.

Sin embargo, a lo largo de la historia sus aportes fueron minimizados o atribuidos a figuras masculinas. Esto refleja lo que Pierre Bourdieu (1988) define como violencia simbólica, un mecanismo mediante el cual las estructuras de poder excluyen a ciertos grupos sin necesidad de coerción explícita.

Investigaciones recientes muestran que la enseñanza de la arquitectura sigue reproduciendo estructuras de género que priorizan el trabajo de arquitectos varones. Según Despina Stratigakos (2016), los planes de estudio rara vez incluyen figuras femeninas como parte fundamental de la historia del diseño. La asociación de las mujeres con áreas como el diseño textil y la decoración tiene raíces en *constructos culturales* que definen ciertos espacios como inherentemente femeninos. Joan Scott (1986) argumenta que el género es una categoría histórica que estructura el poder, lo que ha llevado a que ciertos ámbitos del diseño sean menos valorados que otros.

El trabajo de Dolores Hayden (1980) destaca cómo la arquitectura ha sido históricamente diseñada a lo largo de la historia desde una perspectiva que privilegia el trabajo productivo

sobre el reproductivo. Espacios esenciales, como viviendas, escuelas y hospitales, han sido relegados a un segundo plano, a pesar de su relevancia en la vida cotidiana.

La relación entre arquitectura e infancias ha sido menos explorada, aunque algunas arquitectas han sido pioneras en este campo. Un ejemplo es Alma Siedhoff-Buscher, diseñadora de muebles para infantes, así como, por la parte masculina, Aldo van Eyck, quien incorporó el diseño de parques infantiles en la posguerra. Sin embargo, a lo largo de la historia este tipo de trabajo ha sido menospreciado dentro de la disciplina.

Asimismo, la decoración ha sido vista como una categoría inferior dentro del diseño arquitectónico, en gran parte por su asociación con lo femenino. Teóricas como Beatriz Colomina han analizado cómo esta división ha impactado en el reconocimiento del trabajo de muchas mujeres en la arquitectura (Colomina, 2019).

Colomina argumenta que la arquitectura no es sólo una práctica material, sino también un sistema de representación donde se construyen narrativas sobre quién tiene autoridad para diseñar (Colomina, 2019). En este sentido, la historia de la arquitectura se ha escrito desde una perspectiva que privilegia a los hombres y minimiza la participación de las mujeres, no por falta de talento, sino porque sus trabajos han sido relegados a esferas consideradas menores.

Un ejemplo claro de esta jerarquía es la distinción entre arquitectura y decoración: la primera es concebida como racional, técnica y pública, atributos tradicionalmente masculinos; la segunda, como ornamental, subjetiva y privada, atributos asociados a lo femenino. Esta dicotomía ha desvalorizado el trabajo de muchas mujeres, quienes, por las restricciones de género, han desarrollado su práctica principalmente en diseño de interiores, mobiliario y textil (Colomina, 2019).

La arquitectura moderna promovió la idea de la casa como máquina funcional, concepto popularizado por Le Corbusier. Según Colomina, este modelo reflejaba una visión donde la mujer era parte del mecanismo doméstico. Los diseños modernistas optimizaban el trabajo del hogar con cocinas racionalizadas y distribuciones pensadas para facilitar el control del espacio doméstico, sin cuestionar la estructura de género que ubicaba a la mujer en el interior del hogar.

Como otras disciplinas, la arquitectura moderna ha construido un mito de origen basado en la exclusión. Las revistas especializadas, exposiciones y publicaciones académicas han contribuido a consolidar la figura del genio arquitectónico, casi siempre masculino.

La historiografía ha reforzado este mito al reproducir los mismos nombres y referentes e ignorar a las arquitectas o mencionarlas sólo en relación con sus colaboradores varones. Un caso paradigmático es el de Denise Scott Brown, quien trabajó junto a su esposo Robert Venturi y fue coautora de importantes teorías arquitectónicas, pero fue excluida del Premio Pritzker en 1991, que se otorgó sólo a Venturi.

Las ideas de Colomina resultan claves para comprender cómo la arquitectura sigue reproduciendo estructuras de género en la actualidad. La enseñanza arquitectónica ha sido construida en torno a una narrativa que minimiza u omite las contribuciones femeninas. Esto se refleja en la escasez de referentes femeninos en los planes de estudio, en la limitada representación de mujeres en la academia y en la persistente división entre lo que se considera arquitectura y lo que se relega a diseño o decoración.

Si bien existen esfuerzos recientes por recuperar la historia de las mujeres en esta disciplina, su reconocimiento sigue siendo limitado frente al de sus colegas masculinos. Por ello, el análisis de la percepción estudiantil sobre la Bauhaus y sus diseñadoras es clave para evidenciar en qué medida estas estructuras de exclusión siguen vigentes en la educación arquitectónica contemporánea.

Metodología

El estudio sobre la percepción de los estudiantes de arquitectura respecto a la presencia y el reconocimiento de las mujeres de la Bauhaus se lleva a cabo mediante un enfoque metodológico que combina técnicas cualitativas y cuantitativas. Este estudio es de tipo descriptivo y exploratorio, ya que busca analizar el grado de conocimiento y percepción que tiene la comunidad estudiantil sobre la contribución de las mujeres en la Bauhaus y su representación en la enseñanza de la arquitectura.

En cuanto al aspecto exploratorio, pretende indagar sobre una problemática poco abordada en la formación arquitectónica y en la percepción estudiantil sobre la presencia de las mujeres en la historia de la arquitectura. En cuanto a la parte descriptiva, busca identificar patrones, tendencias y brechas en la enseñanza de la arquitectura respecto a la visibilización de las mujeres de la Bauhaus.

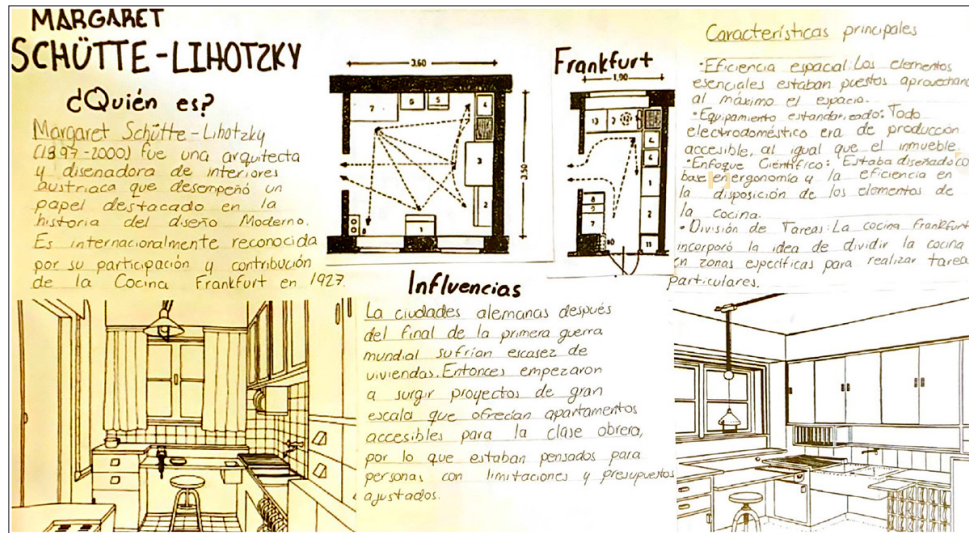
El estudio también tiene un enfoque predominantemente cualitativo, ya que se centra en la interpretación de discursos y en la percepción estudiantil. No obstante, incluye elementos cuantitativos para medir la frecuencia de ciertos patrones en las respuestas obtenidas.

El diseño de la investigación sigue un modelo de estudio de caso, en el cual se analiza la percepción de un grupo específico de 32 estudiantes de tercer semestre de la Licenciatura en Arquitectura de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM).

Se realiza un análisis del plan de estudios para identificar qué referencias a la Bauhaus y las mujeres en la arquitectura están presentes, así como una revisión de materiales didácticos y la construcción del marco teórico con base en estudios previos sobre género y arquitectura.

Se procede a la aplicación de encuestas con el fin de obtener datos cuantificables sobre el nivel de conocimiento del estudiantado en torno a la Bauhaus y las arquitectas que formaron parte de ella. Paralelamente, se llevan a cabo entrevistas semiestructuradas para profundizar en sus percepciones y reflexiones, así como un análisis visual de las infografías elaboradas.

Figura 1
Aportación de las mujeres al diseño de cocinas funcionales



Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, se realiza la sistematización de las respuestas obtenidas, lo que permite obtener conclusiones y formular recomendaciones orientadas a fortalecer la enseñanza de la arquitectura desde una perspectiva inclusiva.

Dentro del análisis visual de las infografías se considera la metodología de Gillian Rose (2001), quien propone una metodología crítica para analizar imágenes considerando tres niveles: el sitio de producción, la imagen misma y su recepción. Su enfoque permite entender cómo las infografías estudiantiles no sólo reflejan conocimientos, sino también ideologías, valores y estructuras de poder. Rose también enfatiza la necesidad de incorporar un enfoque feminista visual en el análisis de materiales visuales, lo cual es relevante en particular para interpretar cómo el alumnado representa a las mujeres de la Bauhaus.

Nicholas Mirzoeff (1999), desde la cultura visual crítica, analiza cómo las imágenes no sólo muestran sino que también ordenan el mundo y naturalizan jerarquías. Su concepto de cultura visual permite entender las infografías como parte de una práctica cultural que construye discursos sobre lo visible y lo invisible, lo central y lo periférico. Aplicado a este estudio, ayuda a develar cómo las imágenes producidas por los estudiantes pueden contribuir a desafiar o reforzar la invisibilización histórica de las mujeres arquitectas.

Estos enfoques teóricos permiten analizar no sólo el contenido explícito de las infografías, sino también los marcos simbólicos, ideológicos y de género que las estructuran. Así, se integran a la propuesta metodológica como herramientas interpretativas que profundizan el análisis visual y su dimensión crítica.

Figura 2

Aportación de las mujeres al diseño de juguetes y mobiliario para infantes



Fuente: elaboración propia.

Cabe mencionar que antes de la aplicación de los instrumentos —encuesta, entrevista semiestructurada y análisis de infografías—, se hizo una revisión interna por parte del equipo docente responsable de la asignatura. Esta revisión tuvo como propósito garantizar la pertinencia de las preguntas en relación con los objetivos del estudio, así como asegurar un lenguaje accesible y comprensible para el nivel formativo del estudiantado.

Sin embargo, no se llevó a cabo un pilotaje formal previo con un grupo externo al de estudio, por lo que no fue posible hacer ajustes validados empíricamente antes de su aplicación. Esta ausencia de pilotaje constituye una limitación metodológica que se reconoce como parte del proceso exploratorio de esta investigación.

Resultados

La primera categoría de análisis corresponde al nivel de conocimiento sobre la Bauhaus y las mujeres que formaron parte de su historia. Uno de los hallazgos más relevantes del estudio es el desconocimiento generalizado entre los estudiantes de arquitectura sobre las figuras femeninas de esta institución.

Figura 3
Aportación de las mujeres al diseño de textiles



Fuente: elaboración propia.

A partir de las encuestas aplicadas se obtuvo lo siguiente:

- El 95% de los estudiantes afirmó haber escuchado sobre la participación de mujeres en la Bauhaus durante su formación académica.
- Sin embargo, sólo el 3% pudo mencionar al menos un nombre femenino vinculado a este movimiento.
- En contraste, el 80% identificó únicamente a figuras masculinas, como Walter Gropius, Mies van der Rohe, Marcel Breuer e incluso Le Corbusier.
- Al indagar sobre el papel de las mujeres, el 90% de las respuestas fueron vagas o se limitaron a reconocer su participación en áreas como el diseño textil y la decoración.

Estos datos muestran que, a pesar de que la Bauhaus es enseñada ampliamente, su historia sigue centrada en las contribuciones masculinas. Las mujeres, aunque fundamentales, permanecen invisibilizadas o relegadas a un segundo plano en la narrativa académica.

La segunda categoría analiza la percepción sobre la representación de las mujeres en la historia de la arquitectura. A partir de las entrevistas se identificaron tres patrones principales:

- El 92% de los estudiantes señaló la ausencia de referentes femeninos en su formación académica y afirmó que los arquitectos estudiados son hombres predominantemente.

Tabla 1

Resultados del análisis visual de las infografías

Criterio de análisis	Nicholas Mirzoeff: Cultura visual crítica	Gillian Rose: Metodología crítica visual
<i>Visibilidad/ invisibilidad</i>	Identifica qué mujeres son representadas y cuáles siguen ausentes. El 70% perpetúa omisiones históricas, mientras que el 30% busca romper con la narrativa canónica.	Se observa que en el 60% el foco está en figuras masculinas, aun cuando el ejercicio era sobre mujeres, lo cual revela patrones de producción visual anclados en discursos dominantes.
<i>Construcción del discurso visual</i>	Las imágenes reproducen jerarquías al asociar a las mujeres con ámbitos decorativos o domésticos. Sólo una minoría desafía esta distribución de papeles.	En el análisis de la imagen misma se identifican estructuras compositivas que refuerzan estereotipos: centralidad masculina, marginalidad de lo femenino.
<i>Lugar de enunciación</i>	Las infografías reflejan la mirada aprendida del canon arquitectónico, que aún legitima ciertos saberes por encima de otros.	El sitio de producción (estudiantes formados bajo ciertos materiales) condiciona la forma en que se representa la historia visual de la Bauhaus.
<i>Narrativas de género</i>	La mayoría de las infografías presenta a las mujeres como complementarias, no protagonistas. Se requiere una ruptura en el modo de narrar la historia del diseño.	En la entrevista se revela que el alumnado comienza a cuestionar los relatos visuales una vez que reflexiona críticamente sobre ellos.
<i>Potencial crítico de la imagen</i>	El 30% de las infografías muestra una agencia visual emergente: visibilizan contribuciones ignoradas y desafían los límites disciplinares.	Se identifican ejercicios que problematizan la ausencia femenina en los materiales de estudio y que abren el camino hacia una alfabetización visual con perspectiva de género.

Fuente: elaboración propia.

- Sólo el 8% recordó haber visto referencias femeninas en algún curso y citó en particular a Zaha Hadid como una figura destacada.

La tercera categoría se relaciona con la asociación de las mujeres con papeles tradicionales dentro del diseño. En las discusiones grupales, varios estudiantes mencionaron que las mujeres de la Bauhaus fueron orientadas a disciplinas consideradas femeninas, como la textil, la cerámica y la decoración. Esta observación abrió debates sobre el estatus jerárquico de estas áreas frente a otras, como la arquitectura y la construcción, percibidas como más relevantes.

Finalmente, en el análisis de las infografías realizadas en clase sobre mujeres representativas de la Bauhaus, el 40% de los estudiantes destacó a Margarete Schütte-Lihotzky por su diseño de cocinas funcionales, en particular la cocina de Frankfurt, desarrollada en 1927. Este resultado evidencia una mayor visibilidad de aquellas contribuciones femeninas vinculadas a ámbitos domésticos y de cuidado, lo que reafirma las asociaciones tradicionales de género en el imaginario estudiantil (figura 1, p. 7).

En la segunda posición, con el 32% de las infografías realizadas, se identifica la aportación en el diseño de muebles para infantes, donde destaca el uso del mobiliario como elementos

para el juego, la aplicación de colores primarios, planos y vivos, donde se fusiona la comodidad con la funcionalidad, con representantes como Alma Siedhoff-Buscher (figura 2, p. 8).

En la tercera posición, con el 28% de las infografías realizadas, se identifica la colaboración de las arquitectas, como Gunta Stölzl, en el diseño y la producción textil. Ella desarrolló el bordado, tapetes, alfombras, e introdujo el arte abstracto en sus tejidos (figura 3, p. 9).

En la tabla 1 (p. 10) se muestran los resultados del análisis visual del total de las infografías; además se obtuvieron los siguientes datos:

- El 75% de los estudiantes afirma que aún existe la percepción de que la arquitectura es un campo predominantemente masculino, mientras disciplinas como el diseño de interiores continúan asociándose a lo femenino. En este sentido, las áreas donde se reconocen las aportaciones de las mujeres arquitectas vinculadas a la Bauhaus suelen estar relacionadas con actividades de cuidado, lo que refleja cómo los papeles de género se manifiestan también en el arte y la arquitectura.
- En cuanto a la falta de cuestionamiento sobre esta exclusión, antes de participar en el estudio, el 98% del estudiantado no había reflexionado sobre la ausencia de mujeres en la historia de la arquitectura ni sobre el impacto de esa omisión en su formación académica. Sin embargo, tras las entrevistas y la elaboración de infografías, el 75% expresa interés en conocer más sobre arquitectas y diseñadoras invisibilizadas históricamente.
- Como parte de la investigación se revisan los materiales utilizados en cursos de historia y teoría de la arquitectura con el propósito de identificar la representación de las mujeres en la Bauhaus. En el 90% de los libros y artículos consultados las referencias se centran en arquitectos masculinos. Las mujeres, cuando aparecen, lo hacen de forma marginal: en notas al pie o en secciones secundarias, fuera del núcleo del contenido.
- No se identifican materiales que aborden la Bauhaus desde una perspectiva de género ni que cuestionen la exclusión histórica de las mujeres, salvo dos publicaciones recientes: *Las mujeres de la Bauhaus: de lo bidimensional al espacio total*, de Hervás y Heras (2021), y *Heroínas del espacio. Mujeres arquitectas en el Movimiento Moderno*, de Carmen Espiegel (2021).

Estos hallazgos indican que la invisibilización de las mujeres no sólo es perceptible en el alumnado, sino que responde a una forma estructural de enseñar la historia de la arquitectura.

Las entrevistas revelan que esta exclusión se mantiene vigente en diversos ámbitos, los cuales se detallan a continuación:

- El 80% de los estudiantes considera que, aunque la carrera ha avanzado hacia una mayor equidad, aún existen prejuicios sobre qué tipos de proyectos o especializaciones se consideran más *adecuados* para mujeres y para hombres.

- El 75% señala que, en el campo profesional, las mujeres tienden a ser orientadas hacia áreas como el diseño de interiores, la restauración o el urbanismo, mientras que los hombres dominan en construcción y dirección de obra.
- El 90% manifiesta interés en que los cursos incluyan más referencias a mujeres arquitectas y diseñadoras.

Ante ello, se sugiere que las asignaturas de historia de la arquitectura incorporen análisis críticos con enfoque de género y visibilicen de manera activa las contribuciones de las mujeres, para fomentar una formación más equitativa e inclusiva.

Conclusiones

A pesar de los avances en el debate sobre género y equidad, la enseñanza de la arquitectura sigue reproduciendo narrativas centradas en figuras masculinas. La Bauhaus, aunque abordada ampliamente en los planes de estudio, continúa asociándose en su mayoría a sus protagonistas hombres, mientras que las mujeres que formaron parte de esta escuela permanecen ausentes o relegadas a ámbitos considerados menores.

Existe un desconocimiento generalizado entre los estudiantes sobre las mujeres que participaron en la Bauhaus. Si bien la mayoría ha escuchado sobre su existencia, muy pocos pueden identificar nombres específicos o describir sus aportes. Esta omisión refleja una formación académica que no ha incorporado de manera sustantiva las contribuciones femeninas al diseño y la arquitectura moderna.

Las representaciones estudiantiles refuerzan la idea de que las mujeres han sido históricamente vinculadas a disciplinas como el diseño textil, la cerámica o el mobiliario. Estas áreas, aunque fundamentales, son consideradas secundarias dentro del canon arquitectónico, lo que perpetúa jerarquías simbólicas basadas en el género.

Tras participar en entrevistas y elaborar infografías, la mayoría del estudiantado expresa un interés genuino en conocer más sobre arquitectas invisibilizadas. Este proceso demuestra el potencial de los ejercicios pedagógicos visuales y reflexivos para cuestionar las narrativas dominantes e impulsar una mirada más crítica sobre la historia de la disciplina.

La revisión de libros, artículos y programas de estudio revela una escasa presencia de mujeres en los contenidos centrales. Sólo publicaciones recientes comienzan a abordar de manera explícita la exclusión de las mujeres en la Bauhaus, lo que evidencia la necesidad de actualizar los materiales académicos con perspectiva de género.

Es fundamental integrar en los cursos de historia y teoría de la arquitectura contenidos que visibilicen las aportaciones de las mujeres, acompañados de enfoques críticos que cuestionen las jerarquías disciplinarias. Sólo así será posible avanzar hacia una formación más equitativa, inclusiva y representativa de la diversidad histórica del diseño y la arquitectura.

Aunque el estudio se basa en una muestra reducida de 32 estudiantes de tercer semestre, sus hallazgos ofrecen indicios significativos sobre las formas en que la enseñanza de la arquitectura reproduce narrativas de género excluyentes. Esta investigación, por su diseño metodológico y enfoque visual, puede ser replicada en otros contextos académicos para comparar resultados, ampliar la muestra y enriquecer el diagnóstico sobre la representación de las mujeres en la formación arquitectónica. Su potencial radica en que propone una herramienta pedagógica accesible para visibilizar las desigualdades y fomentar una reflexión crítica en futuras generaciones de arquitectos y arquitectas.

Referencias

- Bourdieu, P. (1988). Espacio social y poder simbólico. *Revista de Occidente*, (81), 97-119.
- Colomina, B. (2019). *Arquitectura de rayos x*. Lars Müller Publishers.
- Espiegel, C. (2021). *Heroínas del espacio. Mujeres arquitectas en el Movimiento Moderno*. Nobuko. https://books.google.com.mx/books?id=nMhDEAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=o#v=onepage&q&f=false
- Hayden, D. (1980). What would a non-sexist city be like? Speculations on housing, urban design, and human work. *Sigms: Journal of Women in Culture and Society*, 5(3), 170-187.
- Hervás y Heras, J. (2021). *Las mujeres de la Bauhaus: de lo bidimensional al espacio total*. Diseño. https://books.google.com.mx/books?hl=en&lr=&id=IBhIEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA8&dq=info:gxj2Htr8kWMJ:scholar.google.com&ots=d1wv7WPFJ6&sig=n8Qn3jYnEbnZMOOYiQ71F56uo&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Mirzoeff, N. (1999). *An introduction to visual culture*. Routledge. https://books.google.com.mx/books?id=hhajBEomUfwC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=o#v=onepage&q&f=false
- Rose, G. (2001). *Visual methodologies. An introduction to the interpretation of visual materials*. SAGE Publications. <https://teddykw2.files.wordpress.com/2012/07/visual-methodologies.pdf>
- Scott, J. W. (1986). Gender: a useful category of historical analysis. *The American Historical Review*, 91(5), 1053-1075. <https://doi.org/10.2307/1864376>
- Stratigakos, D. (2016). *Where are the women architects?* Princeton University Press. <https://www.are.na/block/1196285>

ARTÍCULOS

Modelación matemática en el diseño de bioprocesos sostenibles

Mathematical modeling in the design of sustainable bioprocesses

Ana Guadalupe Hernández Acevedo

ORCID: 0009-0005-6539-0403, anahdz@tese.edu.mx

Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec (TESE)

María Aurora Martínez Trujillo

ORCID: 0000-0001-9890-0506, amartinez@tese.edu.mx

Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec (TESE)

Martín Rogelio Cruz Díaz

ORCID: 0000-0002-4765-1850, cdmrmartin@hotmail.com

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FES Cuautitlán),

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Recepción: 11/02/25. Aceptación: 25/06/25. Publicación: 12/02/26.

RESUMEN

La modelación matemática de bioprocesos es una herramienta que permite estimar parámetros, simular, optimizar, escalar y desarrollar estrategias de control, combinando principios de ingeniería, biotecnología y avances computacionales. El presente trabajo explora las características de los modelos mecanicistas, probabilísticos e híbridos, y destaca sus aplicaciones en la industria biotecnológica. El artículo presenta conceptos esenciales de cada uno de los modelos descritos, además de ejemplos relevantes que ilustran su impacto económico e industrial en la biotecnología. La modelación no sólo impulsa una biomanufactura más eficiente, sino que también contribuye a enfrentar los retos ambientales y económicos actuales.

PALABRAS CLAVE

bioprocesos, modelo matemático, modelos mecanicistas, modelo probabilístico, modelo híbrido

ABSTRACT

Mathematical modeling of bioprocesses is a tool that allows for parameter estimation, simulation, optimization, scaling, and development of control strategies, combining engineering principles, biotechnology, and computational advances. This study explores the characteristics of mechanistic, probabilistic, and hybrid models and highlights their applications in the biotechnology industry. The article presents essential concepts from each of the described models, along with relevant examples that illustrate their economic and industrial impact on biotechnology. Modeling not only drives more efficiency biomanufacturing but also contributes to addressing current environmental and economic challenges.

KEYWORDS

bioprocesses, mathematical model, mechanistic models, probabilistic model, hybrid model

Introducción

Un bioproceso es una forma en que la ingeniería bioquímica aprovecha los organismos vivos, como bacterias, hongos, levaduras, microalgas, células e incluso sus componentes, para transformar materias primas en compuestos que pueden significar un beneficio en la vida diaria. Métodos tradicionales, como la elaboración de pan, cerveza o queso, son ejemplos cotidianos de bioprocesos, ya que la reacción principal de transformación está determinada por la acción de los microorganismos. Estos procesos aplican los principios de la biología y la ingeniería en entornos controlados, como laboratorios o plantas de producción, para resolver problemas o satisfacer necesidades humanas. La ingeniería bioquímica moderna ha permitido perfeccionar y escalar algunas de estas técnicas. Así, en los últimos años, se han desarrollado soluciones innovadoras en áreas como la salud, la industria y la sostenibilidad ambiental.

En términos generales, la ingeniería de bioprocesos es un área de la ingeniería bioquímica que integra el conocimiento de la biotecnología con herramientas propias de la ingeniería química, como el diseño, control y optimización de sistemas, con el objetivo de hacer más eficiente la elaboración de diversos productos a gran escala. Por ejemplo, las bacterias, hongos y levaduras se emplean en la fabricación de medicamentos, alimentos fermentados y biocombustibles, mientras que las microalgas pueden producir suplementos nutricionales. Lo fascinante es cómo estas diminutas formas de vida, combinadas con principios de ingeniería, pueden ofrecer soluciones prácticas con un impacto positivo en la calidad de vida de las personas.

Según datos de Montoya (2021), el mercado mundial de bioproductos se estima en setecientos mil millones de dólares aproximadamente, y uno de los principales mercados es Norteamérica. Asimismo, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2024) resalta la importancia de desarrollar nuevos negocios sostenibles que aprovechen los residuos agrícolas e incorporen bioprocesos para la producción de bienes innovadores.

El desarrollo de bioprocesos es fundamental para enfrentar retos globales, como la sostenibilidad, de manera innovadora y eficiente. Sin embargo, esta tarea no es sencilla, ya que implica considerar múltiples factores biológicos, químicos y operativos. Analizar todos estos elementos de manera simultánea puede ser una tarea compleja y en ocasiones resultar imposible. En estos casos, las herramientas matemáticas se vuelven indispensables, ya que permiten predecir y entender cómo se comportará el proceso a lo largo del tiempo. Gracias a eso también es posible optimizar el bioproceso, diseñarlo y operarlo.

La modelación matemática permite predecir el comportamiento de un bioproceso sin necesidad de realizar costosos y complejos experimentos. Mediante el uso de herramientas de este tipo y computacionales es posible simular y optimizar sistemas biotecnológicos bajo ciertas consideraciones. Esta práctica no sólo reduce los riesgos y recursos necesarios en la fase experimental, sino que también proporciona una comprensión profunda de los procesos involucrados, lo que facilita su escalado industrial y asegura la calidad del producto final.

El desarrollo de modelos matemáticos permite generar y organizar información, así como establecer estrategias de control del bioproceso.

Este artículo tiene el objetivo de presentar de forma clara y sencilla los distintos tipos de modelos matemáticos aplicados al diseño de bioprocesos. Está fundamentado en una revisión estructurada de literatura especializada, con el propósito de mostrar el marco teórico que sustenta los modelos matemáticos aplicados en los bioprocesos. A lo largo del texto se presentan y analizan distintos enfoques de modelado —mecanicistas, probabilísticos e híbridos—, lo cual refuerza su importancia para el escalamiento, la optimización y el control de procesos industriales.

Tipos de modelos en bioprocesos

Los modelos de bioprocesos se clasifican de varias formas. Una de ellas es clasificarlos en: mecanísticos, que se basan en representaciones abstractas de un mecanismo a través de un conjunto de ecuaciones, y probabilísticos, que se basan en la probabilidad y el análisis estadístico de datos. Asimismo, se pueden combinar ambas estrategias para generar modelos híbridos. Cada uno tiene aplicaciones específicas y ventajas únicas para enfrentar los retos de la biomanufactura moderna. A continuación se explora cómo estos modelos han transformado el desarrollo de bioprocesos y sus aplicaciones en la industria.

Modelos mecanicistas

Imaginemos que se tiene una receta para hornear un pastel. Se sabe cuánto tiempo debe estar en el horno, a qué temperatura, y las cantidades exactas de harina, azúcar y huevos que deberán usarse para formularlo. Los modelos mecanísticos son como esa receta detallada: utilizan ecuaciones matemáticas para describir paso a paso cómo funciona el bioproceso. Estos modelos se basan en leyes cinéticas, como la ley de velocidad de reacción, y describen el crecimiento celular y la producción de metabolitos mediante ecuaciones diferenciales fundamentadas en principios físico-químicos (Solle et al., 2017).

Por ejemplo, si se está produciendo ácido láctico en un biorreactor, este tipo de modelo puede predecir cómo el pH, la temperatura o la concentración de nutrientes afectará el crecimiento de los microorganismos y la producción del compuesto deseado. Es como ajustar el horno y los ingredientes para garantizar que el pastel salga perfecto cada vez.

Ahora bien, los enfoques de modelado mecanístico se clasifican en cuatro tipos principales, según dos criterios: la estructura celular y la homogeneidad de la población, como se muestra en la figura 1 (p. 5).

- *Modelos no estructurados y no segregados.* Estos modelos son los más simples. Consideran que todas las células dentro del sistema son iguales —en tamaño, edad y estado metabólico— y no incluyen detalles sobre la estructura interna de las células.

Son ideales para describir procesos con dinámica sencilla, como la fermentación por lotes de una sola especie microbiana (figura 1a, p. 5).

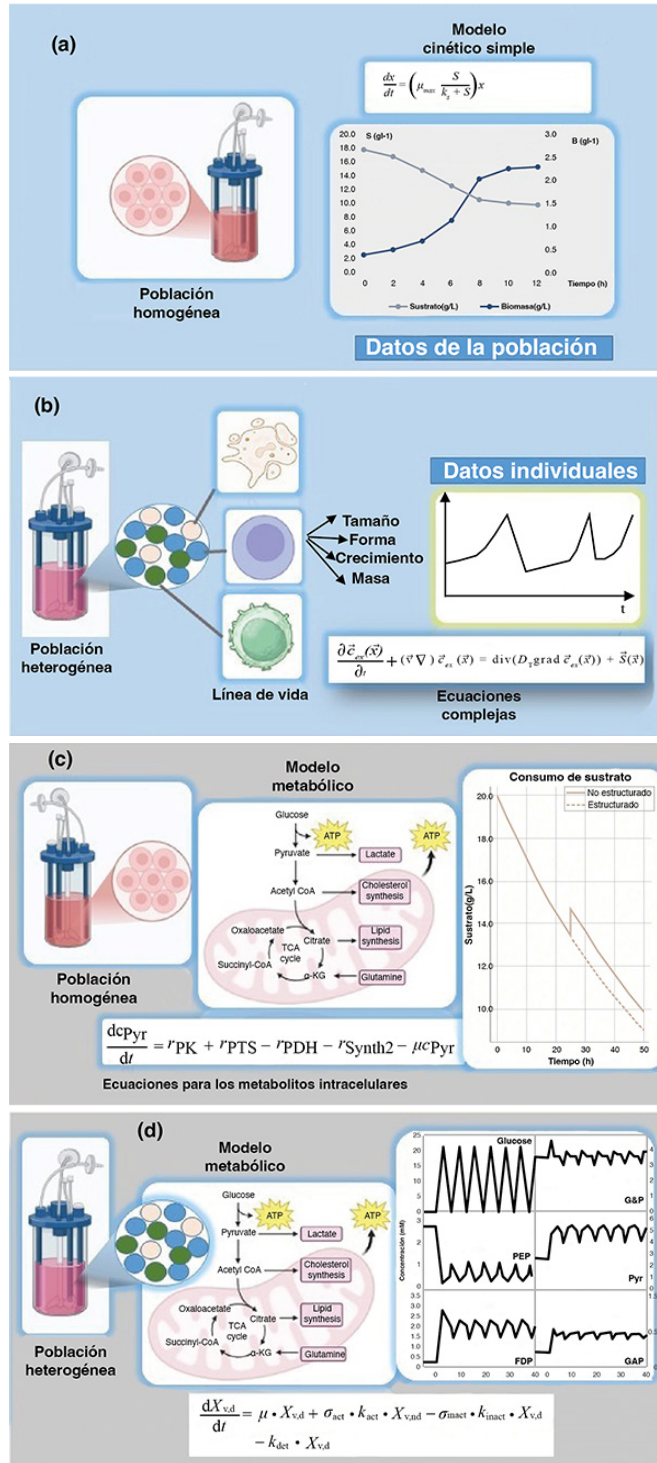
- *Modelos no estructurados y segregados.* Aunque estos modelos tampoco incluyen detalles internos de las células, sí consideran que dentro de una población puede haber diferencias importantes, como variaciones en el tamaño o la edad. Usan funciones matemáticas más complejas para describir estas diferencias y son útiles en sistemas donde estas características tienen un impacto significativo, pero no es necesario modelar el metabolismo intracelular (figura 1b, p. 5).
- *Modelos estructurados y no segregados.* En este enfoque se incorporan detalles sobre la estructura celular, como compartimentos internos o rutas metabólicas; pero asumen que todas las células tienen una forma y tamaño homogéneos. Estos modelos permiten un mayor nivel de detalle sobre los procesos metabólicos y son adecuados para sistemas complejos, como la producción de proteínas recombinantes en biorreactores (figura 1c, p. 5).
- *Modelos estructurados y segregados.* Este es el nivel más complejo de modelado mecanístico. Estos modelos consideran tanto la estructura interna de las células como las diferencias entre ellas, como edad, tamaño o estado metabólico. Este enfoque es ideal para describir poblaciones celulares heterogéneas o sistemas biológicos con múltiples especies, como cultivos mixtos (figura 1d, p. 5).

Diversos trabajos han desarrollado modelos no estructurados y no segregados para describir procesos de producción de metabolitos. Ejemplo de ello son los estudios de Jinescu et al. (2014) y Sharma y Mishra (2014), en los que se proponen modelos para la producción de ácido láctico.

El primero describe que el modelo de elaboración de ácido láctico es una cinética de orden cero, donde el sistema produce este ácido a una tasa constante, sin evidencias de disminución de velocidad por agotamiento de sustrato (lactosa) o inhibición por el propio ácido. A partir de ello se plantean ecuaciones de balance de masa que consideran tanto la transferencia de masa en el sistema como la cinética de producción del ácido. En el segundo se utiliza el modelo de Gompertz modificado, que describe la evolución de la biomasa a partir del logaritmo del cociente entre la población celular en un tiempo dado y la inicial, así como el modelo de Luedeking-Piret para describir la producción de ácido láctico.

En ambos estudios se evaluó el efecto de algunos factores, como el pH y la temperatura, en las tasas de crecimiento microbiano y en la producción de metabolitos. Estos estudios mostraron una buena concordancia con los datos experimentales y simulados, por lo que pueden emplearse para predecir la dinámica de la fermentación láctica en lotes con variables de proceso dentro de los rangos estudiados. Cabe destacar que estos modelos no consideran el metabolismo ni la existencia de subpoblaciones —por ejemplo, células vivas/muertas

Figura 1
Clasificación de los modelos mecánicos



Fuente: elaboración propia.

o activas/inactivas— como variables dependientes, por lo cual se clasifican como no estructurados y no segregados.

Un enfoque de modelo no estructurado y segregado para la producción de ácido láctico es descrito por Spann et al. (2019). Este modelo permite el monitoreo preciso y en tiempo real del cultivo de *Streptococcus thermophilus*. Emplea la ecuación de Monod modificada con inhibición para describir el crecimiento; un modelo químico que considera la disociación de ácidos y bases débiles en el medio de cultivo, y simulaciones de Monte Carlo, utilizadas para evaluar la incertidumbre en los parámetros del modelo y calcular el riesgo de no alcanzar la producción deseada de biomasa. Con ese modelo se pudieron describir las variaciones en la concentración de sustrato, biomasa y pH en diferentes regiones del biorreactor.

El enfoque del modelamiento realizado fue no estructurado, porque no describe detalles del metabolismo intracelular; pero sí es segregado, dado que se modelan variaciones en la concentración de sustrato, biomasa y pH en diferentes regiones del biorreactor, lo que genera un comportamiento diferenciado en la población de células dependiendo de su localización. En este caso, no todas las células están en las mismas condiciones debido a los gradientes de pH y sustrato, lo que implica segregación en función del ambiente de cultivo.

La elección del tipo de modelo depende del propósito y las necesidades del estudio. Si se necesita rapidez y simplicidad, los modelos no estructurados y no segregados pueden ser suficientes. En cambio, si se busca una representación detallada y precisa del sistema, los modelos estructurados y segregados serán la mejor opción. Sin embargo, éstos son más demandantes en términos de información y capacidad computacional, y a veces los recursos computacionales con los que se cuenta limitan su uso. Un ejemplo de ello es el modelo desarrollado por Oliveira et al. (2021), enfocado en el metabolismo central del carbono de *Escherichia coli*, el cual simula la producción de ácido acrílico (AA) a través de tres rutas heterólogas: glicerol, malonil-CoA y β -alanina. Utilizando el *software* copasi, se evaluó el rendimiento de cada ruta con glucosa o glicerol como fuente de carbono.

En cualquiera de los casos, los modelos mecanísticos son herramientas valiosas para comprender y optimizar los bioprocesos.

Modelos basados en datos (probabilísticos)

Ahora imaginemos que no se tiene una receta exacta, pero se ha recopilado información de cientos de recetas de pasteles. A partir de ello, se sabe el tiempo de horneado, las temperaturas de cocción y la proporción de los ingredientes, y se puede tener un buen análisis de los resultados obtenidos en cada caso. Con esta información se puede usar inteligencia artificial para encontrar patrones y determinar qué combinaciones funcionan mejor para conseguir un pastel muy rico. Así funcionan los modelos basados en datos: se apoyan en técnicas estadísticas, probabilísticas y de aprendizaje automático para analizar grandes cantidades

de datos y predecir resultados sin necesidad de comprender todos los detalles del proceso (Narayanan et al., 2019).

En el desarrollo de los bioprocesos este tipo de modelos es muy útil cuando el sistema es tan complejo que no se puede modelar fácilmente con principios mecanicistas. Por ejemplo, es posible optimizar la producción de un biocompuesto ajustando parámetros con base en las predicciones de un modelo entrenado con datos experimentales previos. Aunque estos modelos no explican el proceso, son herramientas rápidas y efectivas para explorar condiciones óptimas y mejorar el rendimiento del proceso en tiempo real.

García-Camacho et al. (2016) modelaron el crecimiento de la microalga *Karlodinium veneticum* en cultivos por lotes, mediante el uso de redes neuronales artificiales (ANN), utilizando en específico redes de retropropagación y avance, que sirven para capturar las interacciones de nutrientes altamente no lineales en cultivos. Este tipo de modelo sirve cuando los tradicionales, como el de Monod y sus variantes, son insuficientes para capturar las interacciones no lineales de múltiples nutrientes.

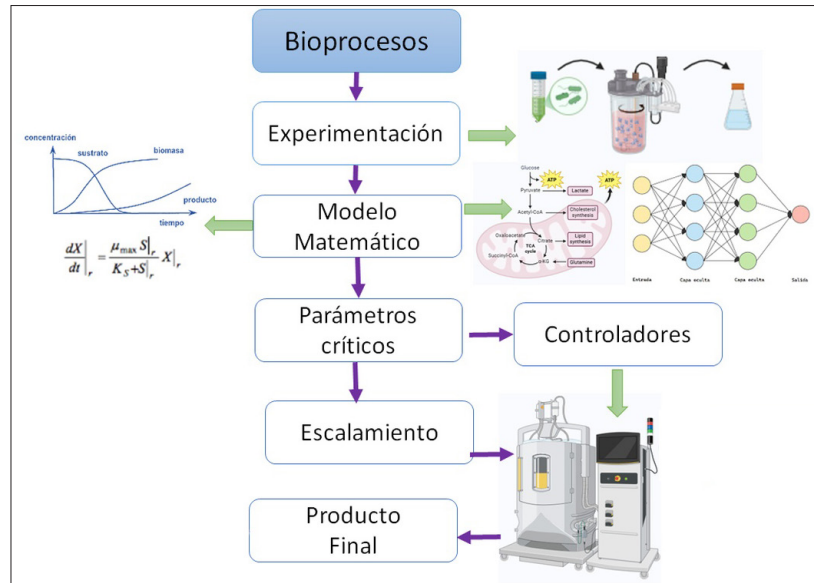
Un enfoque diferente para los modelos basados en datos es el modelamiento de aprendizaje automático estadístico —llamado en inglés *statistical machine learning*—, el cual requiere para su aplicación tan sólo una pequeña cantidad de datos experimentales. Este enfoque tiene una perspectiva flexible basada en aprendizaje profundo para modelar relaciones no lineales. En el trabajo presentado por Sun et al. (2022), el enfoque del modelamiento está basado en un proceso de regresión gaussiana —*gaussian process regression*—, que permite integrar información de múltiples fuentes con distintos niveles de fidelidad, lo cual optimiza la predicción en escenarios donde la adquisición de datos experimentales es costosa y limitada.

Se analizaron dos variantes del modelo: el Linear Autoregressive Gaussian Process (LARGP) y el Nonlinear Autoregressive Gaussian Process (NARGP). Los resultados demostraron que para el escalado de biorreactores, donde los datos presentan alta variabilidad, LARGP ofrece un mejor desempeño, mientras que, en la transferencia de conocimiento entre líneas celulares, NARGP es más adecuado, ya que permite capturar relaciones no lineales entre los datos. Comparado con métodos tradicionales, este tipo de modelos mejoró de forma significativa la precisión predictiva, en particular en condiciones de datos escasos. Los hallazgos reportados destacan el potencial del aprendizaje automático en biomanufactura para mejorar la eficiencia y confiabilidad en el modelado de bioprocesos.

Modelos híbridos

Los modelos híbridos combinan los métodos mecanicistas y los basados en datos para ofrecer lo mejor de ambos enfoques. Conocidos también como modelos de caja gris, permiten interpretar los resultados en términos de mecanismos biológicos, físicos y químicos mientras

Figura 2
Modelación en bioprocesos



Fuente: elaboración propia.

aprovechan la flexibilidad del aprendizaje automático; son especialmente útiles en situaciones donde una comprensión parcial del sistema es suficiente para optimizar el proceso.

En el trabajo de Narayanan et al. (2020) se desarrolló un modelo híbrido en arquitectura serial, que combina un marco mecanicista basado en balances de masa con un componente estadístico —una red neuronal artificial, ANN—, el cual estima las tasas específicas de consumo/producción de metabolitos y células. Este tipo de modelo se denomina modelo híbrido serial, ya que las ANN alimentan de forma directa las ecuaciones diferenciales de balance. La ANN se entrena para predecir las tasas, y luego éstas alimentan los balances de masa, que son integrados para predecir la evolución del sistema.

En ese caso, se evaluó cuantitativamente la respuesta de modelos híbridos en comparación con modelos estadísticos en la producción de proteínas terapéuticas en cultivos celulares de mamíferos. El modelo híbrido predijo con mayor precisión la densidad celular, la concentración de lactato y el título de proteína. A diferencia de los tradicionales, el modelo híbrido puede adaptarse y predecir escenarios no experimentados, con lo cual se reduce el número de ensayos necesarios en el laboratorio.

Aplicaciones de los modelos en la industria biotecnológica

La modelación en bioprocesos ha revolucionado la forma en que se diseñan y controlan los procesos industriales, como se describe en la figura 2. Desde la producción de medicamentos,

como antibióticos y vacunas, hasta la de bioplásticos y biocombustibles, los productos derivados de bioprocesos abarcan una amplia gama de aplicaciones industriales y comerciales.

Herramientas avanzadas de control de bioprocesos con base en modelos predictivos (MPC, por sus siglas en inglés) han permitido un salto importante en el monitoreo y la optimización. Para ello se desarrollan representaciones matemáticas que describen el comportamiento del sistema, las cuales se emplean para diseñar controladores que ajustan las variables del sistema en tiempo real. Con ello se aseguran condiciones óptimas durante la operación. Este enfoque incluye pasos esenciales, como el modelado, la simulación y el diseño del controlador antes de su implementación en el sistema real.

Por su parte, el MPC introduce un nivel de sofisticación adicional, al anticipar el comportamiento futuro del sistema mediante algoritmos predictivos. Esto resulta especialmente valioso en procesos dinámicos, ya que permite realizar ajustes proactivos para optimizar el rendimiento y prevenir desviaciones. Ambas herramientas contribuyen a mejorar la calidad del producto final, reducir costos operativos y garantizar la sostenibilidad de los procesos.

Por ejemplo, en la producción de compuestos farmacéuticos, como la L-carnitina, se han desarrollado modelos como el descrito por Ilkova et al. (2015). En ese trabajo se desarrolló un modelo para describir la producción de carnitina a partir del aminoácido L-lisina, considerando las condiciones de operación, el balance de masa y el uso de programación neurodinámica. Como objetivo se planteó utilizar un modelo que representara la complejidad del sistema y la optimización del proceso.

También se ha reportado el empleo del modelamiento de bioprocesos para la obtención de productos farmacéuticos, como la luteína. En ese sentido, se desarrolló un modelo de redes neuronales artificiales que resultó muy eficiente para predecir la producción de luteína en sistemas fotobiológicos, con aplicaciones potenciales en la optimización y el control de bioprocesos (Del Río-Chanona et al., 2017).

Asimismo, en la industria alimentaria, el modelamiento de los bioprocesos se aplica en el desarrollo de enzimas y probióticos, para asegurar productos de alta calidad con menor impacto ambiental. Tal es el caso del estudio llevado a cabo por Hernández-Acevedo et al. (2024), donde se realizó un modelamiento hidrodinámico y cinético de producción de pectinasas, enzimas de interés industrial para diferentes fines, entre ellos, el procesamiento de jugos y vinos.

En este estudio se confirmó la eficacia del modelo de n tanques en serie para representar la producción de pectinasas en un cultivo fúngico dentro de un biorreactor de transporte aéreo. El modelo logró integrar de manera precisa parámetros hidrodinámicos, de transferencia de masa y cinéticos para predecir la dinámica del crecimiento del hongo, así como el consumo de oxígeno y pectina, y la síntesis de exopectinasas y endopectinasas. Los resultados mostraron una alta concordancia con los datos experimentales, donde destacó el

impacto de la tasa de transferencia de oxígeno y la concentración de pectina en la producción inicial de estas enzimas.

Otra aplicación clave de los modelos durante el desarrollo de un bioproceso es la utilización de sensores virtuales. Estos elementos requieren modelos matemáticos para monitorear variables críticas en tiempo real sin necesidad de equipos costosos. Lo anterior facilita el cumplimiento de estándares de calidad para el producto y reduce el riesgo de fallos durante su elaboración. Baronas et al. (2016) emplearon un biosensor amperométrico basado en la glucosa deshidrogenasa, enzima que cataliza la conversión de glucosa en especies que generan una señal eléctrica e interactúan con mediadores electroquímicos. Su comportamiento se modela a través de ecuaciones diferenciales parciales que describen la difusión y reacción de los compuestos, lo que permite optimizar su diseño en modelos matemáticos.

Finalmente, los modelos híbridos han permitido integrar datos experimentales con principios teóricos, lo cual hace posible una biomanufactura más eficiente y sostenible.

Desafíos y oportunidades en el modelado de bioprocesos

A pesar del desarrollo que ha logrado la ciencia en el modelado de bioprocesos, éste aún enfrenta varios desafíos clave. Uno de los mayores es comprender y representar tanto lo que ocurre dentro de las células como los procesos que tienen lugar en el medio donde éstas se desarrollan (modelos mecanicistas).

Por un lado, dentro de las células se llevan a cabo reacciones complejas, como la producción de energía o la síntesis de compuestos importantes. Por otro lado, en el medio de cultivo se dan fenómenos como la distribución de nutrientes, la formación de gradientes químicos y el intercambio de gases. Lograr que un modelo matemático combine ambos aspectos de manera precisa es una tarea difícil, sobre todo porque los datos necesarios para describir estos procesos no siempre son fáciles de obtener o interpretar. Además, los sistemas biológicos son de naturaleza compleja y pueden presentar comportamientos no lineales, lo que complica aún más su modelado.

Otro desafío es el escalamiento: los modelos diseñados para entender un bioproceso en laboratorio no siempre funcionan igual en aplicaciones industriales. Las condiciones cambian cuando se pasa a una escala mayor, lo que puede afectar tanto los microorganismos como los resultados del proceso. Así que los modelos que describen el proceso deben ser lo suficientemente robustos para entender de forma adecuada lo que puede cambiar debido al cambio en la escala. En este contexto, el fortalecimiento y la optimización de los bioprocesos dependen de una comprensión profunda de las leyes e interacciones que los rigen, lo cual puede lograrse mediante la integración de métodos innovadores de medición, control y modelado (Becker, 2023).

A pesar de estos retos, las oportunidades que ofrece el modelado son inmensas. Por un lado, los avances en herramientas computacionales y técnicas de aprendizaje automático han facilitado el desarrollo de modelos más precisos y flexibles. Por otro lado, los modelos híbridos combinan lo mejor de los enfoques mecanicista y probabilístico, lo que permite un balance entre interpretabilidad y predicción.

Las predicciones no sólo ayudan a reducir costos, sino que también son esenciales para garantizar la sostenibilidad de los procesos industriales. Por ejemplo, al modelar la producción de bioplásticos se pueden ajustar de forma dinámica las condiciones del cultivo para maximizar el rendimiento y minimizar el impacto ambiental. En la industria farmacéutica, la modelación permite predecir y ajustar la síntesis de compuestos esenciales, lo cual asegura productos de alta calidad en tiempos más cortos.

Estos avances subrayan cómo la modelación no sólo supera desafíos técnicos, sino que también abre nuevas oportunidades para la innovación y la competitividad en el sector biotecnológico. Para los estudiantes y profesionales que se especializan en este campo, la capacidad de desarrollar y aplicar modelos en bioprocesos no sólo mejora su comprensión de los sistemas biológicos, sino que también los posiciona como líderes en un mercado laboral que valora la eficiencia y la sostenibilidad.

Conclusión

La modelación en bioprocesos no sólo representa una herramienta de optimización, sino una pieza central para el desarrollo de procesos más seguros, eficientes y sostenibles. A pesar de las dificultades, el campo ofrece grandes posibilidades. Nuevas tecnologías, como herramientas computacionales avanzadas y técnicas experimentales más detalladas, permiten entender mejor los procesos biológicos y mejorarlos. Además, se están desarrollando enfoques más flexibles que combinan modelos simples con otros más detallados, lo que ayuda a resolver problemas específicos y aplicar soluciones en distintos contextos.

Estas mejoras no sólo facilitan la comprensión de los bioprocesos, sino que también ayudan a optimizar su funcionamiento, lo que abre caminos nuevos para su uso en áreas como la salud, la producción de alimentos y el cuidado del medio ambiente. A medida que las tecnologías de modelado avanzan, el impacto de estos enfoques en la biotecnología industrial es cada vez más significativo, al impulsar la innovación y asegurar la competitividad de esta industria clave en la economía global.

Referencias

- Baronas, R., Žilinskas, A. y Litvinas, L. (2016). Optimal design of amperometric biosensors applying multi-objective optimization and decision visualization. *Electrochimica Acta*, 211, 586-594. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2016.06.101>
- Becker, L., Sturm, J., Eiden, F. y Holtmann, D. (2023). Analyzing and understanding the robustness of bioprocesses. *Trends in Biotechnology*, 41(8), 1013-1026. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2023.03.002>
- Del Río-Chanona, E. A., Fiorelli, F., Zhang, D., Ahmed, N. R., Jing, K. y Shah, N. (2017). An efficient model construction strategy to simulate microalgal lutein photo-production dynamic process. *Biotechnology and Bioengineering*, 114(11), 2518-2527. <https://doi.org/10.1002/bit.26373>
- García-Camacho, F., López-Rosales, L., Sánchez-Mirón, A., Belarbi, E. H., Chisti, Y. y Molina-Grima, E. (2016). Artificial neural network modeling for predicting the growth of the microalga *Karlodinium veneticum*. *Algal Research*, 14, 58-64. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2016.01.002>
- Hernández-Acevedo, A. G., Membrillo-Venegas, I.-L., Arcos-Casarrubias, J. A., Aguilar-Osorio, G., Martínez Trujillo, M. A. y Cruz Díaz, M. R. (2024). Experimental study and mathematical modeling of the pectinases production by *Aspergillus flavipes* FP-500 in an airlift bioreactor. *Biochemical Engineering Journal*, 211, 109472. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2024.109472>
- Ilkova, T. S., Petrov, M. M. y Roeva, O. (2015). Carnitine role in human diseases - pharmaceutical ways, optimization and generalized net description. *Materials, Methods & Technologies*, 9, 585-597. <https://www.scientific-publications.net/en/article/1000813/>
- Jinescu, C., Aruş, V. A., Pârvulescu, O. C. y Nistor, I. D. (2014). Modelling of batch lactic acid fermentation in the presence of anionic clay. *Food Technology and Biotechnology*, 52(4), 448-458. <https://doi.org/10.17113/ftb.52.04.14.3553>
- Montoya, M. (3 de junio de 2021). Desarrollo de bioproductos para favorecer la transición hacia la Bioeconomía. *Codesin*, sp. <https://codesin.mx/articulos/desarrollo-de-bioproductos-para-favorecer-la-transicion-hacia-la-bioeconomia>
- Narayanan, H., Luna, M. F., Von Stosch, M., Cruz Bournazou, M. N., Polotti, G., Morbidelli, M., Butté, A. y Sokolov, M. (2020). Bioprocessing in the digital age: the role of process models. *Biotechnology Journal*, 15(1), 1900172. <https://doi.org/10.1002/biot.201900172>
- Narayanan, H., Sokolov, M., Morbidelli, M. y Butté, A. (2019). A new generation of predictive models: the added value of hybrid models for manufacturing processes of therapeutic proteins. *Biotechnology and Bioengineering*, 116(10), 2540-2549. <https://doi.org/10.1002/bit.27097>

- Oliveira, A., Rodrigues, J., Ferreira, E. C., Rodrigues, L. y Dias, O. (2021). A kinetic model of the central carbon metabolism for acrylic acid production in *Escherichia coli*. *PLoS Computational Biology*, 17(3), e1008704. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1008704>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (17 de julio de 2024). Bioeconomía agrícola: oportunidades y desafíos para las y los productores. Gobierno de México, sp. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/bioeconomia-agricola-oportunidades-y-desafios-para-las-y-los-productores?idiom=es>
- Sharma, V. y Mishra, H. N. (2014). Unstructured kinetic modeling of growth and lactic acid production by *Lactobacillus plantarum* NCDc 414 during fermentation of vegetable juices. *LWT Food Science and Technology*, 59(2), parte 1, 1123-1128. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.05.039>
- Solle, D., Hitzmann, B., Herwig, C., Pereira Remelhe, M., Ulonska, S., Wuerth, L., Prata, A. y Steckenreiter, T. (2017). Between the poles of data-driven and mechanistic modeling for process operation. *Chemie Ingenieur Technik*, 89(5), 542-561. <https://doi.org/10.1002/cite.201600175>
- Spann, R., Gernaey, K. V. y Sin, G. (2019). A compartment model for risk-based monitoring of lactic acid bacteria cultivations. *Biochemical Engineering Journal*, 151, 107293. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2019.107293>
- Sun, Y., Nathan-Roberts, W., Pham, T. D., Otte, E. y Aickelin, U. (2022). Multi-fidelity gaussian process for biomanufacturing process modeling with small data [preprint]. arXiv, 2211.14493v1. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2211.14493>

ARTÍCULOS

La transformación tecnológica como motor del futuro en la industria química

Technological transformation as a driver of the future in the chemical industry

Gabriel Alonso Gallardo

CORREO: ag223470618@alm.buap.mx

Maestría en Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería Química (FIQ),
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)

Jesús Andrés Arzola Flores

ORCID: [0009-0008-7356-8592](https://orcid.org/0009-0008-7356-8592), jesus.arzolaflores@correo.buap.mx

Facultad de Ingeniería Química (FIQ),
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)

María Fernanda Saviñón Flores

ORCID: [0009-0005-9242-0655](https://orcid.org/0009-0005-9242-0655), maria.savinson@alumno.buap.mx

Doctorado en Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería Química (FIQ),
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)

Miguel Ángel García-Castro

ORCID: [0000-0003-4459-873X](https://orcid.org/0000-0003-4459-873X), miguel.garciacastro@correo.buap.mx

Facultad de Ingeniería Química (FIQ),
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)

Juana Deisy Santamaría Juárez

ORCID: [0000-0003-0935-5468](https://orcid.org/0000-0003-0935-5468), deisy.santamaria@correo.buap.mx

Facultad de Ingeniería Química (FIQ),
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)

Recepción: 14/01/25. Aceptación: 25/06/25. Publicación: 18/05/26

RESUMEN

En la industria química, sector encargado de convertir materias primas en productos mediante procesos químicos y físicos, la innovación está presente a través de la síntesis de sustancias naturales, el reemplazo de procesos ineficientes y la producción de nuevas sustancias. Las industrias químicas han buscado alternativas que permitan tomar decisiones más rápidas, como la identificación de rutas de procesos y el diseño de plantas, que garanticen un funcionamiento óptimo y ciclos de desarrollo cortos para los nuevos procesos. El uso de nuevas herramientas de inteligencia artificial puede ayudar a resolver diversas problemáticas y a generar nuevas ideas y predicciones significativas en los procesos.

PALABRAS CLAVE

inteligencia artificial, industria química, innovación, industria 4.0, procesos químicos y físicos

ABSTRACT

Within the chemical industry, a sector in charge of converting raw materials into chemical products through chemical and physical processes, innovation is present through the synthesis of natural chemical substances, the replacement of inefficient processes and the production of new substances. Chemical industries have sought alternatives that allow for faster decision making, such as the identification process routes and plant design, guarantee optimal performance and short development cycles for new processes. The use of new artificial intelligence tools can help solve various problems, generate new ideas insights and make meaningful predictions in processes.

KEYWORDS

artificial intelligence, chemical industry, innovation, industry 4.0, chemical and physical processes

Evolución-revolución en la industria química

Antes del gran salto digital, la industria química estaba regida por el desarrollo de la tecnología de la época que gobernaba las áreas de primera necesidad social y política. La introducción de máquinas mecánicas impulsadas por vapor entre los siglos XVIII y XIX marcó la etapa conocida como primera revolución industrial o industria 1.0. La industria química tuvo sus inicios en la producción inicial del ácido sulfúrico con procesos como la cámara de plomo y el desarrollo de materiales esenciales para la industria textil y de construcción (Smil, 2004).

A finales del siglo XIX y principios del XX, con avances en la electrificación, los motores de combustión interna y las líneas de ensamblaje, se abrió paso la llamada segunda revolución industrial o industria 2.0. Aquí los avances en la industria química tuvieron cabida con el proceso de Haber-Bosch para la síntesis del amoníaco, que revolucionó la elaboración de fertilizantes y productos petroquímicos, plásticos, colorantes sintéticos, así como con la introducción de la electroquímica en la producción de aluminio y cloro (Smil, 2004).

No obstante, la llegada de la computación, la electrónica y la automatización de procesos a mitad del siglo XX dio paso a la tercera revolución industrial o industria 3.0. En este periodo ocurre la integración de simulaciones digitales y el desarrollo de modelos computacionales para optimizar la operación de reactores químicos. La implementación de sistemas para la automatización y el control de procesos, así como el desarrollo de nuevos polímeros y nanomateriales, tuvieron un gran auge a esta etapa.

Tan sólo una década atrás, con la adición de la inteligencia artificial (IA), el internet de las cosas (IIOT) y la manufactura aditiva (impresión 3D), surgió la cuarta revolución industrial o industria 4.0. Con el objetivo de aplicar mejor las bases de la ingeniería química, se implementó el monitoreo en tiempo real y la predicción de fallos en reactores mediante el IIOT y el aprendizaje automático (*machine learning*), el diseño de procesos químicos avanzados con ayuda de gemelos digitales buscando la máxima eficiencia con un enfoque sostenible, y la aplicación de la tecnología de impresión 3D para el diseño de dispositivos químicos específicos (Schwab, 2016).

Actualmente, la colaboración entre humanos y máquinas buscando la sostenibilidad en la industria química persigue lo que está dando lugar a la quinta revolución industrial o industria 5.0, con el desarrollo de la industria química basada en la economía circular —reciclaje avanzado—, procesos de materiales biodegradables, carbono neutral, uso de robótica colaborativa, entre otros.

Primeros pasos de la industria química

A lo largo de la historia, la industria química ha pasado por tres tipos de innovaciones (Murmann, 2002). El primer tipo fue la creación de procesos para la fabricación de sustancias químicas que también se encuentran en la naturaleza pero en cantidades limitadas o que es más

barato producirlas en una planta industrial. El proceso Haber-Bosch de fijación del nitrógeno (Ramos Robles, 2015) y el proceso sintético del índigo (Kumar, 2007) son ejemplos del primer tipo de innovación.

El segundo tipo abarca la sustitución de procesos industriales existentes por otros más eficientes mediante el uso de materias primas más baratas o la obtención de productos secundarios más valiosos en el mercado. El proceso de sosa amoniacal Solvay para la obtención de carbonato de sodio para la sustitución del proceso de sosa Leblanc (Rodríguez Guarnizo y Rodríguez Barrantes, 1999) es un ejemplo que se ubica en este tipo de innovación.

Finalmente, el tercer tipo consiste en la creación de sustancias químicas que no existen en la naturaleza. La mayoría de los tintes sintéticos (Al-Sheikh et al., 2014), así como de los productos farmacéuticos modernos (Majee et al., 2023), entran en esta categoría.

La innovación y su importancia en la industria química

Los 118 elementos químicos encontrados en la Tierra hasta la fecha pueden formar muchas más combinaciones estables, comúnmente llamadas moléculas, que las que existían antes de que el ser humano adquiriera conocimientos químicos suficientes para crear compuestos sintéticos de forma deliberada. Este número ilimitado de moléculas posibles es lo que ha dado lugar a continuas innovaciones en la industria química (Murmann, 2002).

En los últimos años, la incorporación de tecnologías digitales, como la IA y el *big data*, ha revolucionado la forma en que se diseñan y optimizan los procesos químicos. Estas tecnologías no sólo han mejorado la eficiencia operativa, sino que también han permitido una mayor precisión en la predicción y el control del comportamiento de las reacciones químicas, lo que ha llevado a una producción más segura y con menos residuos.

La evolución de la industria química también ha estado marcada por un enfoque creciente en la sostenibilidad. El desarrollo de procesos químicos más limpios y la adopción de prácticas de economía circular son ejemplos de cómo los avances en tecnología están ayudando a la industria a reducir su impacto ambiental negativo.

A medida que la industria química continúa integrando tecnologías avanzadas, como la manufactura aditiva y la biotecnología, se espera que éstas sigan impulsando el desarrollo de nuevos materiales y procesos, posicionando así a la industria en la vanguardia de la innovación tecnológica en el siglo XXI.

Desafíos actuales de la industria química

La tendencia actual en la industria química se dirige hacia el uso de energías renovables, la disminución en el uso de materias primas y la reutilización de desechos reciclados o de reuso en las cadenas de suministro de materias primas, ya que, de lo contrario, sucederá lo inevitable: la industria química podría convertirse en el mayor promotor en la emisión

de gases de efecto invernadero para el 2030 (Artz et al., 2017; Kätelhön et al., 2019; Lapkin, 2018; Sass et al., 2018). Sin embargo, los recursos renovables varían con respecto al tiempo y el espacio, lo que exige un funcionamiento flexible y nuevos paradigmas para identificar nuevas rutas de procesos y diseño de plantas híbridas (Sass et al., 2018).

Al mismo tiempo, las empresas químicas se enfrentan a una competencia cada vez mayor y deben garantizar su funcionamiento óptimo y ciclos de desarrollo cortos para los nuevos procesos (Schweidtmann et al., 2021). Facilitar este cambio implica diversas dificultades, ya que los métodos convencionales de síntesis y operación de procesos pueden no ser suficientes. Para tomar mejores decisiones en entornos complejos se desarrollan y optimizan modelos basados en la comprensión de mecanismos (Schweidtmann et al., 2021). Sin embargo, el desarrollo de modelos físicos y químicos es costoso y muchos fenómenos no pueden describirse en su totalidad a través de modelos computacionalmente manejables (Schweidtmann et al., 2021).

En la actualidad muchas empresas de la industria química están conscientes del impacto de estos retos de diferentes maneras, pero comparten la preocupación por eliminar los cuellos de botella en la producción, con el fin de reducir el tiempo de inactividad en una planta química, la incidencia de fallos en los equipos y los costos de mantenimiento, así como ampliar la disponibilidad de la planta y, en general, mejorar la eficiencia y visibilidad (Linchevski, 2021).

Es aquí donde las nuevas herramientas de IA, aún en desarrollo, pueden ayudar a resolver estos problemas. Las plantas químicas ya disponen de una gran cantidad de datos gracias a sensores, dispositivos inteligentes e informes periódicos de toda la planta. Ahora están adquiriendo herramientas basadas en IA que les ayuden a saber cómo usar de mejor manera los datos para poder generar nuevas ideas y predicciones significativas en los procesos (Linchevski, 2021).

Las soluciones de aprendizaje automático (ML) y aprendizaje profundo pueden hacer uso de conjuntos de datos masivos, que son demasiado grandes para las capacidades humanas. Éstos permiten detectar patrones antes de que una persona sea capaz de identificarlos, los cuales pueden ser utilizados para tomar decisiones o hacer predicciones precisas sobre tendencias futuras, posibles incidentes en las plantas, así como riesgos y oportunidades emergentes dentro del mercado o del proceso con el que se esté trabajando (Linchevski, 2021).

Industria 4.0: metamorfosis entre industria química e IA

La cuarta revolución industrial, que actualmente la industria química está adoptando, se suele denominar *industria 4.0* o la *era de internet*, la cual se define como una combinación de tecnología electrónica, información, comunicación y lo digital que impulsa la intensidad de la producción industrial (Dadhaneeya et al., 2023). La robótica, la IA, el IoT, la realidad aumentada, el

big data, el cómputo en la nube, la ciberseguridad y el GPS (*global positioning system*) son algunas de las tecnologías que figuran en la industria 4.0 (Bai et al., 2020).

Hoy en día, la adopción de diversas tecnologías avanzadas, como la IA, el IoT, el *big data* y la robótica, se ha utilizado en diferentes sectores de la industria química con el objetivo de automatizar procesos. Las máquinas inteligentes con capacidades de IA y ML ejecutan muchas tareas, incluidas la clasificación, el envasado y el control de calidad (Dadhaneeya et al., 2023). Esto garantiza una producción uniforme y segura al aumentar la productividad, reducir los costos laborales e incrementar la precisión. El avance en la industria 4.0 ofrece grandes oportunidades para establecer una producción sostenible (Manavalan y Jayakrishna, 2019).

Tradicionalmente, la IA ha significado la imitación de la inteligencia humana mediante ordenadores; sin embargo, el término ha empezado a abarcar el *big data*, el cual consiste en una gran cantidad de datos con una alta variedad y complejidad que se recopilan y analizan de forma masiva (Olsen y Tomlin, 2019). Las aplicaciones de la IA en la industria química pueden clasificarse en tres categorías:

El primer tipo es la *IA descriptiva*, la cual consiste en el reconocimiento de imágenes u objetos. Permite aumentar las habilidades de categorización de los trabajadores o, alternativamente, que los robots automaticen este tipo de tareas de reconocimiento de patrones (Olsen y Tomlin, 2019). Las operaciones con sensores que generan grandes cantidades de datos son utilizadas con técnicas de IA para descubrir relaciones desconocidas hasta ahora entre las condiciones de procesamiento y los resultados, y esta información es utilizada para mejorar el diseño y el control de los procesos. Algunos casos similares entran en esta categoría en la descripción de algún estado existente.

El segundo tipo es la *IA predictiva*. Cuando se comprenden las relaciones causa-efecto se obtienen beneficios al predecir resultados futuros y prescribir acciones actuales basadas en esas predicciones (Olsen y Tomlin, 2019). Las operaciones con sensores que envían datos continuamente a un ordenador, pero también algoritmos avanzados que predicen la vida útil restante basándose en las lecturas actuales y pasadas de los sensores, entran en esta segunda categoría.

Finalmente, el tercer tipo es la *IA prescriptiva*. Las acciones operativas son generadas por un *software* capaz de recomendar acciones específicas para alcanzar un objetivo determinado (Olsen y Tomlin, 2019). Las operaciones donde el ordenador utiliza datos de entrenamiento y técnicas estadísticas para aprender a tomar buenas decisiones sin depender de un modelo específico se ubican en esta última categoría.

Nuevo paradigma de la industria química en el siglo XXI

Los expertos anticipan el inicio de la quinta revolución industrial, que integra diversas técnicas en una única infraestructura. Esta revolución es radicalmente diferente, ya que es más

que un mero cambio tecnológico. Devuelve al humano al centro de operaciones a través de un sistema humano-cibernético-físico para la creación de valor (Xu et al., 2019).

La aparición de la industria 5.0 surge de la observación o la creencia de que la industria 4.0, aunque se centra en gran medida en la digitalización y las tecnologías basadas en IA para impulsar la eficiencia y la adaptabilidad de la producción, descuida en cierta medida los principios fundamentales de la equidad social y la sostenibilidad (Attaran et al., 2024). En consecuencia, la noción de la industria 5.0 presenta una alternativa en enfoque y en perspectiva, subrayando la importancia de la investigación y la innovación para ayudar a la industria a servir a la humanidad de forma sostenible dentro de los límites del planeta (European Commission y Directorate-General for Research and Innovation, 2021).

Esta iniciativa aborda objetivos contemporáneos de la Unión Europea, como la mitigación de la crisis climática, la gestión de emergencias planetarias y la lucha contra las tensiones sociales. El principal objetivo de la industria 5.0 es que la industria pase de centrarse en el crecimiento impulsado por la tecnología a una economía sostenible cuyo núcleo sea el progreso y el bienestar humano (Panter et al., 2024). Este cambio pretende equilibrar el desarrollo económico y la responsabilidad social (European Commission y Directorate-General for Research and Innovation, 2022).

Mientras que la industria 4.0 se centra más en la computación de punta, la industria 5.0 hace hincapié en la colaboración entre humanos y robots para la eficiencia de la producción. La nueva tendencia ha evolucionado hacia un modo de trabajo más centrado en el ser humano y personalizado, en lugar de sustituirlo (European Commission y Directorate-General for Research and Innovation, 2021; Nahavandi, 2019).

Comprender los factores que incitan la transición de la industria 5.0 no sólo es revelador, sino una necesidad crucial para las empresas que buscan mantenerse competitivas y posicionadas de manera estratégica. Desafortunadamente, este conocimiento está muy poco desarrollado, lo que resulta en la pérdida de oportunidades de inversión informada, innovación estratégica y mitigación proactiva de riesgos durante la transformación digital industrial (Ghobakhloo et al., 2024). En otras palabras, la escasez de información en esta área representa un desafío significativo para las empresas que buscan el éxito sostenido en un panorama empresarial dinámico y en constante evolución. En consecuencia, este desafío pone en peligro la capacidad de las empresas para adaptar sus estrategias de digitalización a la industria futura prevista por la industria 5.0, lo que dificulta el progreso hacia un panorama transformador y armonizado.

Referencias

- Al-Sheikh, M., Medrasi, H. Y., Usef Sadek, K. y Mekheimer, R. A. (2014). Synthesis and spectroscopic properties of new azo dyes derived from 3-ethylthio-5-cyanomethyl-4-phenyl-1,2,4-triazole. *Molecules*, 19(3), 2993-3003. <https://doi.org/10.3390/molecules19032993>
- Artz, J., Müller, T. E., Thenert, K., Kleinekorte, J., Meys, R., Sternberg, A., Bardow, A. y Leitner, W. (2017). Sustainable conversion of carbon dioxide: an integrated review of catalysis and life cycle assessment. *Chemical Reviews*, 118(2), 434-504. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.7b00435>
- Attaran, S., Attaran, M. y Celik, B. G. (2024). Digital twins and industrial Internet of Things: uncovering operational intelligence in industry 4.0. *Decision Analytics Journal*, 10, 100398. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2024.100398>
- Bai, C., Dallasega, P., Orzes, G. y Sarkis, J. (2020). Industry 4.0 technologies assessment: a sustainability perspective. *International Journal of Production Economics*, 229, 107776. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107776>
- Dadhaneeya, H., Nema, P. K. y Arora, V. K. (2023). Internet of things in food processing and its potential in industry 4.0 era: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 139, 104109. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.07.006>
- European Commission y Directorate-General for Research and Innovation (2022). *Industry 5.0, a transformative vision for Europe. Governing systemic transformations towards a sustainable industry*. ESIR Policy Brief No. 3. Publications Office of the European Union. <https://op.europa.eu/en/web/eu-law-and-publications/publication-detail/-/publication/38a2fa08-728e-11ec-9136-01aa75ed71a1>
- European Commission y Directorate-General for Research and Innovation (2021). *Industry 5.0. Towards a sustainable, human-centric, and resilient European industry*. Publications Office of the European Union. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/468a892a-5097-11eb-b59f-01aa75ed71a1>
- Ghobakhloo, M., Mahdiraji, H. A., Iranmanesh, M. y Jafari-Sadeghi, V. (2024). From Industry 4.0 digital manufacturing to Industry 5.0 digital society: a roadmap toward human-centric, sustainable, and resilient production. *Information Systems Frontiers*, 1-33. <https://doi.org/10.1007/s10796-024-10476-z>
- Kätelhön, A., Meys, R., Deutz, S., Suh, S. y Bardow, A. (2019). Climate change mitigation potential of carbon capture and utilization in the chemical industry. *Proceedings of the National Academy Sciences*, 116(23), 11187-11194. <https://doi.org/10.1073/pnas.1821029116>
- Kumar, P. (2007). Plantation science: improving natural indigo in colonial India, 1860-1913. *The British Journal for the History of Science*, 40(4), 537-565. <https://doi.org/10.1017/S0007087407000027>

- Lapkin, A. A. (2018). Chemical engineering science and green chemistry – the Challenge of Sustainability. En A. Lapkin (ed.), *Handbook of Green Chemistry* (vol. 12: Green Chemical Engineering, pp. 1-16). Wiley-VCH. https://books.google.com.mx/books?id=7ExjDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=o#v=onepage&q&f=false
- Linchevski, C. (2021). How to leverage AI to benefit the chemical industry. *Chemie Ingenieur Technik*, 93(12), 2040-2044. <https://doi.org/10.1002/cite.202100099>
- Majee, S., Shilpa, Sarav, M., Banik, B. K. y Ray, D. (2023). Recent advances in the green synthesis of active N-heterocycles and their biological activities. *Pharmaceuticals*, 16(6), 873. <https://doi.org/10.3390/ph16060873>
- Manavalan, E. y Jayakrishna, K. (2019). A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements. *Computers & Industrial Engineering*, 127, 925-953. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.11.030>
- Sass, S., Faulwasser, T., Hollermann, D. E., Kappatou, C. D., Sauer, D., Schütz, T., Shu, D. Y., Bardow, A., Gröll, L., Hagenmeyer, V., Müller, D. y Mitsos, A. (2018). Model compendium, data, and optimization benchmarks for sector-coupled energy systems. *Computers & Chemical Engineering*, 113, 106760. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2020.106760>
- Murmann, J. P. (2002). Chemical industries after 1850. *Oxford Encyclopedia of Economic History*. Oxford University Press. <https://www.alexandria.unisg.ch/entities/publication/aabb2c3a-69e9-4afo-95a3-b64e112e0d9b>
- Nahavandi, S. (2019). Industry 5.0—A human-centric solution. *Sustainability*, 11(16), 4371. <https://doi.org/10.3390/su11164371>
- Olsen, T. L. y Tomlin, B. (2019). Industry 4.0: opportunities and challenges for operations management. *Manufacturing & Service Operations Management*, 22(1), 113-122. <https://doi.org/10.1287/msom.2019.0796>
- Panter, L., Leder, R., Keiser, D. y Freitag, M. (2024). Requirements for human-machine interaction applications in production and logistics within Industry 5.0 – a case study approach. *Procedia Computer Science*, 232, 1164-1171. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.01.114>
- Ramos Robles, M. D. (2015). Proceso de Haber-Bosch. Síntesis de amoníaco. *MoleQla: revista de Ciencias de la Universidad Pablo de Olavide*, (17), 7-3. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5015875>
- Rodríguez Guarnizo, J. y Rodríguez Barrantes, D. (1999). Los procedimientos clásicos de fabricación de la sosa. *Ensayos. Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, (14), 293-310. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2292804>
- Schwab, K. (2016). The fourth industrial revolution. *World Economic Forum*, sp. <https://www.weforum.org>

- Schweidtmann, A. M., Esche, E., Fischer, A., Kloft, M., Repke, J.-U., Sager, S. y Mitsos, A. (2021). Machine learning in chemical engineering: a perspective. *Chemie Ingenieur Technik*, 93(12), 2029-2039. <https://doi.org/10.1002/cite.202100083>
- Smil, V. (2004). *Enriching the earth. Fritz Haber, Carl Bosch, and the Transformation of World Food Production*. MIT Press.
- Xu, Y., Sun, Y., Liu, X. y Zheng, Y. (2019). A digital-twin-assisted fault diagnosis using deep transfer learning. *IEEE Access*, 7, 19990-19999. <https://doi.org/10.1109/access.2018.2890566>

ARTÍCULOS

Ser joven hoy en Morelos: entre la precariedad y la violencia

Youth in Morelos today: navigating precarity and violence

Luz Marina Ibarra Uribe

ORCID: 0000-0002-0808-5518, marina.ibarra@uaem.mx

Facultad de Estudios Superiores de Cuautla (FESC),

Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)

César Darío Fonseca Bautista

ORCID: 0000-0001-5308-1295, cesarfonseca@uaem.mx

Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 76 (CBTIS)

Recepción: 03/05/25. Aceptación: 12/08/25. Publicación: 04/05/26

RESUMEN

La juventud en el estado de Morelos enfrenta una situación crítica marcada por la desigualdad educativa, la exclusión social y la violencia estructural. A través del análisis de datos, este artículo analiza cómo los rezagos persistentes en la educación media superior (EMS), el abandono escolar y la limitada oferta laboral formal generan un escenario de alta vulnerabilidad para miles de jóvenes. La inseguridad, la corrupción institucional y la falta de oportunidades han contribuido a normalizar entornos de violencia en comunidades escolares y espacios públicos. A esta realidad se suman fenómenos como el reclutamiento de menores por parte de grupos criminales, la naturalización de la violencia y la descomposición del tejido social.

PALABRAS CLAVE

juventud, abandono escolar, violencia estructural, educación media superior, tejido social

ABSTRACT

Young people in the state of Morelos face a critical situation marked by educational inequality, social exclusion, and structural violence. Through data analysis, this article examines how persistent shortcomings in upper secondary education, school dropout rates and limited formal employment opportunities create a highly vulnerable situation for thousands of young people. Insecurity, institutional corruption and a lack of opportunities have contributed to normalizing environments of violence in school communities and public spaces. Also, added to this reality are phenomena such as the recruitment of minors by criminal groups, the normalization of violence, and the breakdown of the social fabric.

KEYWORDS

youth, school dropout, structural violence, upper secondary education, social fabric

Introducción

De acuerdo con la Secretaría de Educación Pública (SEP), la educación media superior (EMS) ofrece una formación que promueve la reflexión, la búsqueda de información y la apropiación del conocimiento en múltiples espacios de desarrollo. Este tipo educativo, que incluye el bachillerato en sus diferentes modalidades y el profesional técnico, debe formar personas autónomas, con conocimientos y habilidades que les permitan transitar a estudios terciarios e incorporarse al mercado de trabajo, según el artículo 44, capítulo III, de la Ley General de Educación (2019).

Para lograr este objetivo, la EMS debe dotar a los estudiantes de herramientas para tomar decisiones que mejoren su calidad de vida, por lo cual se promueve el desarrollo de habilidades cognitivas, sociales y emocionales que los orienten para descubrir sus intereses, talentos y aptitudes. Al ser un tipo formativo, también inculca valores éticos y cívicos, y fomenta el pensamiento crítico, reflexivo y responsable, con el fin de desarrollar sus potencialidades y prepararlos para adaptarse a los cambios sociales, económicos y políticos de los diversos contextos en los que se desenvuelvan. En términos generales, se espera que los jóvenes influyan positivamente en su comunidad y en la sociedad. En pocas palabras, aspira a formarlos para la vida.

En México, la EMS ha sido históricamente el tipo educativo con mayores rezagos dentro del sistema nacional, que abarca la educación básica, la EMS y la educación superior. En la última década esto ha llamado la atención tanto de especialistas como de la sociedad en general, debido a sus pobres resultados y al atraso que reflejan varios de sus principales indicadores, como los bajos niveles de cobertura y los altos índices de reprobación y desafiliación escolar.

En este contexto, la situación de las y los jóvenes en Morelos que cursan —o deberían estar cursando— la EMS se vuelve especialmente preocupante. Además de enfrentar los desafíos propios del sistema educativo, muchos de ellos viven en entornos marcados por la inseguridad, la exclusión, y por la falta de oportunidades y espacios tanto de formación como laborales.

Este artículo analiza cómo la cobertura educativa limitada y los altos niveles de desafiliación escolar en la EMS colocan a cientos de jóvenes en Morelos en una situación de alta vulnerabilidad. A través de cifras oficiales se muestran los riesgos asociados a la exclusión educativa y cómo éstos se agravan en un contexto de violencia social creciente. En este marco, el análisis se orienta por las siguientes preguntas: ¿cómo impactan la exclusión educativa y el abandono escolar en la vulnerabilidad de las y los jóvenes en Morelos frente al crimen organizado y la violencia estructural?, ¿de qué manera la normalización del crimen y la debilidad institucional agravan los riesgos sociales para las juventudes en contextos escolares y comunitarios?, ¿qué respuestas ha dado el Estado mexicano ante esta problemática?,

y por último, ¿qué limitaciones enfrenta la Nueva Escuela Mexicana (NEM) para atender de forma estructural las condiciones de riesgo juvenil?

La EMS en Morelos: cifras y desafíos

En el estado de Morelos, para el año 2025, se registró una matrícula de 83,245 jóvenes en EMS, distribuidos en 287 planteles ubicados en los 36 municipios de la entidad. De esta matrícula, el 47.9% cursaba el bachillerato general, mientras que el 47.4% asistía a bachilleratos tecnológicos. El porcentaje restante corresponde a jóvenes que estaban inscritos en programas terminales de tipo técnico profesional (Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa [DGPPYEE], 2024). En total, esta población representa el 4.2% de la población estatal.

En cuanto a los indicadores educativos en la EMS, Morelos reporta una cobertura escolar del 75.7%, una tasa de reprobación de 10%, un abandono escolar de 12.6% y una eficiencia terminal del 67.9%. Si bien se ha logrado reducir gradualmente el abandono escolar —de 17.2% en el ciclo 2017-2018 a 12.6% en el periodo 2023-2024—, los resultados de avances en este rubro en la entidad siguen siendo inferiores al promedio nacional (DGPPYEE, 2024).

Lo más preocupante es que poco más de cuarenta mil jóvenes en edad de cursar el bachillerato no están inscritos en el sistema educativo ni integrados al ámbito laboral formal. Esto los coloca en una situación precaria, expuestos a riesgos derivados de la violencia social y la presencia del crimen organizado en la entidad.

Exclusión y abandono escolar: un camino al riesgo

Este fenómeno, si bien alarmante en Morelos, no es exclusivo de esta entidad. A nivel nacional, la EMS también enfrenta cifras preocupantes, no obstante los avances logrados. Para dimensionar el problema diremos que, para el ciclo escolar 2013-2014, alrededor de 650,000 jóvenes abandonaron las aulas del bachillerato. Esto equivale a que tres mil estudiantes dejaron de asistir a la escuela cada día, tomando como base el calendario escolar de doscientos días de clase. En el último registro emitido por la autoridad educativa federal, una década después, correspondiente al ciclo escolar 2023-2024 (DGPPYEE, 2024), el abandono escolar se redujo a 430,000 jóvenes. Aún con esa disminución, esto no deja de representar un grave problema educativo con profundas repercusiones sociales y económicas. La situación se agrava al considerar que, en México, la oferta de empleos formales es muy limitada y está distribuida de forma desigual en el territorio nacional.

Según las fuentes oficiales, entre 2019 y 2024, Morelos mantuvo una tasa de desempleo juvenil consistentemente inferior al promedio nacional, destacando por su baja desocupación en todos los grupos de edad; sin embargo, dentro del estado existen desigualdades regionales importantes. La región oriente, que incluye municipios como Cuautla, Ayala y

Yautepec, presenta menores niveles de desarrollo y oportunidades laborales formales. La ciudad de Cuautla, segunda en importancia a nivel estatal, concentra una parte significativa de la población desempleada, al ser un polo económico al que acuden las y los jóvenes de municipios aledaños en busca de empleo. Esta zona enfrenta desafíos, como la baja diversificación económica, migración laboral y problemas de seguridad, que afectan el acceso al empleo juvenil (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2020; Meza, 2024).

A lo anterior se suma un entorno social cada vez más violento, que desde hace dos décadas ha estado marcado por niveles de criminalidad nunca antes vistos, ni en el país ni en el estado de Morelos, con altas tasas de juvenicidios y feminicidios. Esta violencia es producto de las disputas entre grupos del crimen organizado por el control de territorios —pueblos, ciudades o regiones completas— y de actividades delictivas de alto impacto, como el narcotráfico, el secuestro, la extorsión, entre otros. Todo ello se ve facilitado por la ineficiencia del Estado para combatirlo, así como por la colusión de cuerpos policiacos y autoridades que, en muchos casos, actúan en contubernio con estas organizaciones delictivas.

De acuerdo con Macleod (2022), la impunidad, la corrupción y la colusión de las fuerzas de seguridad y justicia, en complicidad con el crimen organizado y los partidos políticos, han dado lugar a diversas formas de violencia cotidiana que afectan gravemente a la población morelense. Esta realidad se inserta en una espiral ascendente de violencia social, que ha colocado a México entre los países con el mayor número de ciudades violentas en América Latina. Tal contexto afecta también a las instituciones, incluidas las educativas, como advierten Garzón, De la Cruz y Nambo (2021).

Juventud bajo fuego: violencia estructural y crimen organizado

La Constitución establece que el Estado mexicano debe garantizar que las y los jóvenes egresados de la educación básica cuenten con un lugar asegurado en la EMS, y que la cursen y egresen con una formación académica pertinente y de excelencia que a su vez les permita incorporarse a la educación superior o al mercado laboral.

En la realidad, este precepto constitucional no se ha cumplido cabalmente desde 2012, lo que ha agudizado una situación ya de por sí crítica. La juventud queda entonces ubicada como un conglomerado de alto riesgo, frente a la ausencia del Estado, la falta de sensibilidad ante el problema y la inexistencia de políticas públicas estatales que atiendan, contengan o reviertan esta alarmante situación.

El panorama actual de México, y prácticamente de toda América Latina, muestra altos niveles de violencia y criminalidad, especialmente en las grandes ciudades, como lo reportan la Organización Mundial de la Salud y la Organización Panamericana de la Salud (2002). Los estudios en este campo han vinculado este fenómeno a múltiples causas. Algunos investigadores, como Gómez Hernández y Gómez-Maqueo (2016), encuentran su origen en

los procesos de exclusión social, pobreza y recesión económica, así como en los incipientes modelos democráticos que prevalecen en muchos países de la región.

Otros autores atribuyen esta situación a los procesos políticos de la globalización y a la ideología neoliberal que, al priorizar las leyes del mercado, provocan una transformación en las funciones del Estado. Esto ha derivado en la reducción del gasto social y la desatención —e incluso la desaparición— de servicios públicos esenciales, como la educación, lo que a su vez profundiza las tasas de desocupación y amplía los niveles de pobreza (Briceño, 2002; Vuanello, 2005).

En cualquiera de los casos, resulta indudable que, dentro del amplio espectro social de afectados, las y los adolescentes y jóvenes son, hoy por hoy, las principales víctimas de esta situación. Sus oportunidades de formación, desarrollo y movilidad social y económica se han visto canceladas, y en muchos casos estos jóvenes terminan incorporados o empleados por organizaciones criminales.

En el caso particular de México, y de acuerdo con datos del INEGI, desde 2006, cuando el Estado mexicano le declaró la guerra a los grupos de narcotraficantes, se registra un promedio de veintiséis jóvenes, con edades entre 15 y 29 años, asesinados cada día. Es decir, cada hora pierde la vida un joven, casi el doble de lo que ocurría en la década de 1990 (Arista, 2023).

Las y los jóvenes mexicanos se han convertido en un blanco prioritario para las organizaciones criminales: son reclutados para realizar actividades ilícitas, asesinados al ser confundidos con miembros de carteles rivales o simplemente desaparecidos.

A este fenómeno, Valenzuela lo ha denominado *juvencidio*, un concepto con el que explica la muerte sistemática, persistente y dirigida de jóvenes, especialmente de aquellos que viven en condiciones de exclusión social y económica. Según este autor, estos jóvenes son tratados como sujetos prescindibles, sin protección legal ni valor humano dentro del contexto del crimen organizado y la violencia estructural (Valenzuela, 2015).

Según datos de la Red por los Derechos de la Infancia en México (REDIM), aproximadamente 35,000 niñas, niños y adolescentes forman parte de grupos delictivos organizados, donde son utilizados para cometer delitos como secuestro, trata de personas, extorsión, contrabando y corrupción.

A dos décadas de que la violencia social y criminal comenzara a mostrar en México rostros inéditos, muchas de las actividades de los grupos criminales, como el tráfico de drogas, el cobro de piso, los secuestros, la extorsión, el tráfico de personas y la prostitución forzada se han ido naturalizando. En algunos casos incluso se justifican socialmente, dejando de sorprender y asombrar a la sociedad de forma alarmante.

La exposición constante a estos actos violentos, la pasividad de las fuerzas de seguridad, la falta de estrategias institucionales dentro de los centros educativos para prevenir, inhibir y contener la violencia y los altos niveles de desafiliación escolar en la EMS en Morelos no sólo

refuerzan esta normalización, sino que erosionan la cultura de la legalidad y desalientan la denuncia. Como resultado, muchos jóvenes quedan a merced de las redes del crimen organizado, a las que terminan integrándose de manera voluntaria o forzada.

Actualmente, ser joven en un país como México y particularmente en Morelos no es fácil. Ni la educación, ni el empleo formal, ni las condiciones de seguridad ofrecen un entorno propicio para desarrollarse de forma integral hacia la vida adulta.

La población adolescente en Morelos, en especial la comprendida entre los quince y diecinueve años, enfrenta múltiples formas de violencia que comprometen gravemente su desarrollo integral. Entre 2019 y 2023 se reportaron más de 280 homicidios de niñas, niños y adolescentes en la entidad, con un claro sesgo de género: la mayoría de las víctimas varones murieron por heridas de arma de fuego, mientras que, en el caso de mujeres adolescentes, muchas desapariciones concluyeron en feminicidios (Diario de Morelos, 2024; INEGI, 2021; Observatorio Nacional Ciudadano, 2024; REDIM, 2023).

La violencia homicida contra menores de edad en Morelos ha mostrado niveles preocupantes. Entre 2019 y 2022, las defunciones por homicidio de personas de cero a diecisiete años aumentaron de 52 casos en 2019 a un pico de sesenta casos en 2021, con una ligera disminución a 57 casos en 2022 (INEGI, 2023, p. 8). Estos hechos violentos afectaron desproporcionadamente a varones adolescentes. Por ejemplo, en 2021, de las 55 víctimas mortales menores de dieciocho años reportadas, 49 fueron hombres y seis mujeres (REDIM, 2022).

En 2023, la cifra permaneció elevada, con reportes de 58 menores de cero a diecisiete años asesinados en Morelos. Gran parte de estos homicidios de jóvenes se cometen con armas de fuego: en 2021, cerca de la mitad de las víctimas menores fueron ultimadas por disparos, lo que refleja la exposición de los adolescentes —en particular hombres— a la violencia delictiva ligada a la inseguridad y el crimen organizado (REDIM, 2022).

En un informe de la Secretaría de Educación de Morelos (2022), el cual cita datos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), se subraya la importancia de prevenir la deserción escolar para mejorar el tejido social. El informe señala que impedir el abandono escolar temprano genera entornos más sanos, libres de violencia y delincuencia, mientras que “quienes no concluyen la Educación Media Superior quedan expuestos a un alto grado de vulnerabilidad social... y tendrán un elevado riesgo de transformarse en jóvenes excluidos del desarrollo”. En el contexto de Morelos, donde la tasa de abandono escolar ha sido superior al promedio nacional, esta vulnerabilidad social se vincula con un mayor riesgo de que los jóvenes sin bachillerato caigan en conductas delictivas.

Por su parte, el desaparecido Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE, 2017) reconoce en uno de sus documentos oficiales el impacto de la inseguridad en el abandono del bachillerato y advierte que los jóvenes que abandonan la Educación Media Superior “tienen mayor riesgo de incorporarse a grupos delincuenciales” (2017, p. 52). En otras

palabras, dejar inconcluso el nivel medio superior aumenta la vulnerabilidad de los adolescentes de ser cooptados por organizaciones criminales.

Esta violencia letal coexiste con otras expresiones de agresión, como la violencia familiar, de pareja o institucional, que afecta de forma particular a las mujeres jóvenes, quienes presentan altos índices de abuso sexual, violencia emocional y falta de acceso efectivo a la justicia.

En este panorama, la exposición de adolescentes al crimen organizado es muy preocupante. Organizaciones como Reinserta (2021) han documentado cómo los grupos delictivos incorporan a menores por su condición de vulnerabilidad, facilidad de control y bajo perfil ante la ley. Esta realidad se ve agravada por la ausencia de programas públicos eficaces para prevenir el abandono escolar o proteger a quienes ya no están vinculados al sistema educativo. En Morelos estas fallas estructurales se traducen en un ciclo de exclusión, violencia e impunidad que atrapa a una generación en riesgo, sin garantías de formación, seguridad ni justicia.

Ante este panorama, hoy más que nunca la desafiliación escolar debe ser atendida de manera urgente y preventiva, ya que, más allá del derroche de recursos públicos invertidos en la formación de estos jóvenes, el hecho de que la escuela los expulse o los excluya —es decir, que los deje sin alternativas— implica colocarlos en una situación de alto riesgo, al quedar expuestos a dinámicas delictivas que los absorben con rapidez.

La normalización del crimen y el papel del Estado

La marginación, la falta de oportunidades, la pobreza, así como las presiones, amenazas o engaños para colaborar con organizaciones criminales o grupos violentos colocan a adolescentes y jóvenes en una situación por demás vulnerable. En este contexto son fácilmente cooptados por esas organizaciones o, en ocasiones, forzados a incorporarse a ellas.

En el desarrollo de niños y adolescentes interviene la familia como el primer agente socializador y formador del nuevo ser humano en crecimiento. Posteriormente, la escuela se convierte en el segundo agente de socialización. A ello se suman otros entornos influyentes, como las amistades u otros contactos, los cuales adquieren relevancia cuando ocurre un hecho delictivo. Esta realidad nos obliga también a observar de manera crítica la dinámica familiar, pues muchas veces ahí se incuban factores de riesgo que facilitan la vulnerabilidad.

Según el estudio *Niñas, niños y adolescentes reclutados por la delincuencia organizada*, de la organización Reinserta (2021), los grupos criminales incorporan a menores debido a su disponibilidad y maleabilidad: acatan órdenes sin cuestionarlas, exigen menos que los adultos y manejan armas y municiones con facilidad.

Por su parte, en 2022, en un informe publicado por la organización Tejiendo Redes Infancia en América Latina y el Caribe, se señala que en el país había al menos treinta mil niños y adolescentes menores de dieciocho años colaborando de manera activa con la delincuencia organizada (Tejiendo Redes Infancia en América Latina y el Caribe, 2021).

Morelos: vivir con miedo siendo joven

El escenario nacional descrito encuentra en Morelos una de sus expresiones más críticas. La entidad no sólo presenta indicadores escolares alarmantes, sino que enfrenta un contexto de inseguridad creciente que agrava la vulnerabilidad juvenil. Actualmente operan en Morelos cinco carteles y grupos del crimen organizado. Entre los de mayor presencia se encuentran: el Cartel Jalisco Nueva Generación, Guerreros Unidos, Familia Michoacana, Los Rojos, Los Tlahuicas y Los Mayas (Espino, 2020).

Los datos de la Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública 2024 (INEGI, 2024a) revelan un panorama alarmante: más del 75% de los mexicanos considera peligroso caminar por las calles de su localidad durante la noche. Esta percepción es aún más aguda en zonas urbanas, donde el 82% de la población se siente insegura, frente al 62% en áreas rurales.

Además, según el INEGI, los grupos que más miedo experimentan al transitar por sus localidades son las mujeres, las y los jóvenes y las personas mayores. Así, el espacio público, y en particular las calles, deja de ser un lugar de convivencia para convertirse en un territorio percibido como hostil y peligroso, influido por factores estructurales, sociales y culturales.

Otros datos relevantes de la misma encuesta indican que el 40.2% de la población de 18 años y más se siente insegura en su colonia o localidad. Esta percepción varía por género: el 36.1% de los hombres así lo declara, frente al 43.7% de las mujeres, lo que evidencia una diferencia estadísticamente significativa y pone de manifiesto la mayor vulnerabilidad de las mujeres frente a la violencia urbana (INEGI, 2024b, p. 59).

Las entidades con mayor percepción de inseguridad al caminar de noche cerca de su vivienda son Morelos (73.63%), México (72.69%), Tabasco (64.36%), Zacatecas (64.04%) y Nuevo León (63.90%) (Fuentes, 2025, sp). En particular, Morelos se posiciona entre los estados con mayor sensación de inseguridad a nivel nacional, con el 90.1% de la población que así lo percibe, según la ENVIPE 2024, lo que representa un incremento del 3.6% respecto al año anterior (INEGI, 2024c). Esta percepción está estrechamente vinculada con las elevadas tasas de homicidios dolosos y otros delitos violentos, en especial en ciudades como Cautla y Jiutepec, donde la incidencia de homicidios supera el promedio nacional (INEGI, 2024c).

La Encuesta Nacional de Seguridad Pública Urbana (ENSU), realizada por el INEGI, también refleja esta situación: el 66.5% de los habitantes de Morelos reporta escuchar disparos con frecuencia (INEGI, 2024a, p. 94), y el 71.9% observa consumo de alcohol en las calles, lo que agrava la percepción de inseguridad y deteriora la calidad de vida (INEGI, 2024c).

En el ámbito escolar, la violencia también está presente. Según la Encuesta Nacional sobre la Dinámica de las Relaciones en los Hogares (ENDIREH) 2021, el 32% de las mujeres ha sufrido violencia en el contexto escolar, predominantemente de tipo psicológico y físico (INEGI, 2021, p. 33). La violencia estructural impacta de forma negativa en la percepción de seguridad

dentro de las escuelas, donde los casos de intimidación y acoso son frecuentes. Las condiciones escolares marcadas por la inseguridad desafían la integridad física y emocional de los estudiantes y plantean la necesidad de programas de prevención y protección en las instituciones educativas.

La actual crisis de violencia es el resultado de una compleja combinación de factores estructurales, sociales y económicos que han persistido durante décadas. La fragmentación del tejido social, provocada por la desintegración familiar y la debilidad de las redes comunitarias, junto con el avance del crimen organizado y su control del territorio, ha fomentado una cultura del miedo y la violencia en muchas comunidades.

Otro factor inquietante es la naturalización de las agresiones en la vida cotidiana escolar. Muchos estudiantes no identifican cuando están siendo víctimas de violencia. Esto ocurre porque las prácticas violentas se han integrado profundamente en la cultura escolar, transformándose en una forma habitual de interacción y convivencia (Del Tronco, 2013).

¿Una esperanza en el horizonte?: la Nueva Escuela Mexicana

El pasado 13 de enero de 2025, la Presidencia de la República dio a conocer públicamente la implementación del Plan Integral del Sistema Nacional de Bachillerato de la Nueva Escuela Mexicana (NEM), una reforma más dentro del ámbito educativo. Esta propuesta descansa en tres ejes:

El primer eje, denominado Fortalecimiento Integral, incluye la actualización de los programas de estudio, la mejora de la infraestructura física de los planteles, la implementación de programas de integración e inclusión comunitaria y el fortalecimiento de las trayectorias hacia la educación superior.

El segundo eje plantea la integración de los 31 subsistemas de EMS en sólo dos opciones curriculares: bachillerato general y bachillerato tecnológico, con modalidades escolarizada, no escolarizada, mixta y dual. También se contempla la actualización de programas de formación profesional y técnica en áreas estratégicas, como ciberseguridad, agroindustria sustentable, robótica, desarrollo comunitario, promotor deportivo, electromovilidad, animación digital, semiconductores e inteligencia artificial, entre otros.

Finalmente, el tercer eje, quizá el más relevante en relación con el tema abordado en este artículo, propone la creación de doscientos mil nuevos lugares en la EMS a nivel nacional, comenzando en 2025 con cuarenta mil espacios. La meta sexenal del gobierno federal es alcanzar una cobertura del 85% en el bachillerato para el año 2030 (SEP, 2025).

Para lograrlo se requerirá la creación de nuevas escuelas, la ampliación de infraestructura en planteles existentes y el aprovechamiento de la capacidad instalada y subutilizada de escuelas secundarias, así como su equipamiento. Además, se anunció que se mejorarán las condiciones laborales del personal docente, un aspecto clave para el éxito de cualquier política educativa.

Sin embargo, esta nueva reforma genera escepticismo. En primer lugar, porque se siguen realizando cambios sin una evaluación rigurosa de lo que se ha implementado previamente. Aún no se ha concluido el plan de estudios anterior a la Reforma Educativa de 2023 y ya se proyectan nuevas transformaciones curriculares que, una vez más, no parten de un diagnóstico evaluado ni compartido.

Por otra parte, la pretendida ampliación de la cobertura es una respuesta del Estado mexicano a destiempo, que sin duda es bienvenida, aunque ya reiterada por anteriores administraciones y no realizada. Sin embargo, eso demandará una gran cantidad de recursos económicos, los cuales, en estos momentos de desaceleración del crecimiento económico del país y de cara a probables efectos geopolíticos que impactarán a México económicamente durante el presente año, hacen dudar del cumplimiento de estas metas.

En suma, aunque el plan propone una ruta institucional para mejorar el acceso a la EMS, su viabilidad dependerá no sólo de su ejecución técnica, sino de la voluntad política, la continuidad institucional y una visión de Estado comprometida con el bienestar de las y los jóvenes, más allá de sexenios y discursos.

Referencias

- Arista, L. (23 de agosto de 2023). Juventud en riesgo: 153,000 jóvenes asesinados desde la "guerra contra el narco". *Expansión Política*, sp. <https://politica.expansion.mx/mexico/2023/08/23/jovenes-asesinados-guerra-contra-el-narcotrafico>
- Briceño-León, R. (comp.) (2002). *Violencia, sociedad y justicia en América Latina*. FLACSO. <https://biblioteca-repositorio.clacso.edu.ar/bitstream/CLACSO/12182/1/BricenoViolencia.pdf>
- Del Tronco, J. (coord.) (2013). *La violencia en las escuelas secundarias en México. Una exploración de sus dimensiones*. FLACSO México. https://www.researchgate.net/publication/266001138_La_violencia_en_las_escuelas_secundarias_de_Mexico_Una_exploracion_de_sus_dimensiones
- Diario de Morelos (5 de febrero de 2024). Adolescentes, las más desaparecidas en Morelos: Morelos Rinde Cuentas alerta sobre violencia de género. *Diario de Morelos*, sp.
- Dirección General de Planeación, Programación y Estadística Educativa (2024). *Principales cifras del sistema educativo nacional 2023-2024*. SEP. https://www.planeacion.sep.gob.mx/Doc/estadistica_e_indicadores/principales_cifras/principales_cifras_2023_2024_bolsillo.pdf
- Espino, M. (9 de septiembre de 2020). Células entrenadas y alianzas locales, plan del CJNG para "conquistar" el centro del país. *El Universal*, sp. <https://www.eluniversal.com.mx/nacion/celulas-entrenadas-y-alianzas-locales-plan-del-cjng-para-conquistar-centro-del-pais>

- Fuentes, M. L. (7 de enero de 2025). Inseguridad en las calles de México; “urgen auténtico bienestar”. *Excelsior*, sp. <https://www.excelsior.com.mx/nacional/inseguridad-en-las-calles-de-mexico-urgen-autentico-bienestar/1692946#:~:text=EN%20MUJ%20MAL%20ESTADO.%20De%20acuerdo%20con.de%20M%C3%A9xico%20tiene%20aterrada%20a%20la%20poblaci%C3%B3n>
- Garzón González, D. V., De la Cruz Reyes, M. y Nambo de los Santos, J. S. (2021). Violencia escolar en estudiantes de nivel medio superior. *Inventio*, 17(41), 1-10. <https://doi.org/10.30973/inventio/2021.17.41/6>
- Gómez Hernández, H. L. y Gómez-Maqueo, E. L. (2016). Incidencia de exposición a la violencia en la comunidad en estudiantes adolescentes de la Ciudad de México. *Psicología y Salud*, 26(2), 217-224. <https://psicologiaysalud.uv.mx/index.php/psicysalud/article/view/2197>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), población de 15 años y más de edad. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/programas/enoe/15ymas/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2021). *Encuesta Nacional sobre la Dinámica de las Relaciones en los Hogares ENDIREH 2021*. Principales Resultados. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/endireh/2021/doc/endireh2021_presentacion_ejecutiva.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (25 de julio de 2023). Defunciones por homicidio. Enero a diciembre de 2022 (preliminar). *Comunicado de Prensa*, 418/23. <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/DH/DH2022.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2024a). Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE) 2024. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/programas/envipe/2024/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2024b). *Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE) 2024*. Principales Resultados. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/envipe/2024/doc/envipe2024_presentacion_nacional.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2024c). *Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE) 2024. Principales Resultados. Morelos*. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/envipe/2024/doc/envipe2024_mor.pdf
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación México (2017). *Directrices para mejorar la permanencia escolar en la educación media superior*. INEE. <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2018/12/P1F105.pdf>
- Ley General de Educación (30 de septiembre de 2019). *DOF*, (23), ed. mat., 46-94. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGE.pdf>
- Macleod, M. (2022). Dinámicas del crimen organizado en Morelos. *Inventio*, 18(44), 1-11. <http://doi.org/10.30973/inventio/2022.18.44/2>

- Meza, C. V. (16 de julio de 2024). En Morelos, 15 mil personas no tienen empleo, 22 de julio de 2025. *La Jornada Morelos*, sp. <https://www.lajornadamorelos.mx/sociedad/en-morelos-15-mil-personas-no-tienen-empleo/#:~:text=Cabe%20destacar%20que%20de%20acuerdo,de%20su%20poblaci%C3%B3n%20sin%20empleo>
- Observatorio Nacional Ciudadano (2024). Observatorio interactivo de incidencia delictiva. *Observatorio Nacional Ciudadano. Seguridad, Justicia y Legalidad*, sp. <https://delitosmexico.onc.org.mx/>
- Organización Mundial de la Salud y Organización Panamericana de la Salud (2002). *Informe Mundial sobre la Violencia y la Salud*. Organización Panamericana de la Salud para la Organización Mundial de la Salud. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43431/9275324220_spa.pdf
- Red por los Derechos de la Infancia en México (2022). Violencia contra infancia y adolescencia en Morelos (1 de julio de 2022). *Blog de datos e incidencia política de REDIM*, sp. <https://blog.derechosinfancia.org.mx/2022/07/01/violencia-contrainfancia-y-adolescencia-en-morelos-julio-2022/#:~:text=2022%29%20blog,aumento%20con%20respecto%20a>
- Red por los Derechos de la Infancia en México (2023). *Informe 2023. La situación de los derechos de la infancia en México*. REDIM. <https://derechosinfancia.org.mx/informes/>
- Reinserta (2021). *Niñas, niños y adolescentes reclutados por la delincuencia organizada*. Reinserta. <https://reinserta.org/wp-content/uploads/2023/10/ESTUDIO-RECLUTADOS-POR-LA-DELINCUENCIA-ORGANIZADA.pdf>
- Secretaría de Educación de Morelos (2022). *Programas Presupuestales 2022 – Gobierno del Estado de Morelos*. (Informe estatal).
- Secretaría de Educación Pública (13 de enero de 2025). Boletín 12. Implementación del Plan Integral del Sistema Nacional de Bachillerato de la NEM se hará de la mano del magisterio: Mario Delgado. *Gobierno de México*, sp. <https://www.gob.mx/sep/prensa/boletin-12-implementacion-del-plan-integral-del-sistema-nacional-de-bachillerato-de-la-nem-se-hara-de-la-mano-del-magisterio-mario-delgado>
- Tejiendo Redes Infancia en América Latina y el Caribe (2021). *Violencia armada y afectaciones a la niñez y la adolescencia*. Tejiendo Redes Infancia en América Latina y el Caribe. <https://infancia-latina.org/file/2022/07/violencia-armada-y-afectaciones-a-la-nin%C3%83ez-y-adolescencia.pdf>
- Vuanello, R. (2005). Violencia e inseguridad urbana: la victimización en los jóvenes. *Fundamentos en Humanidades*, vi(11), 137-160. <https://www.redalyc.org/pdf/184/18411608.pdf>
- Valenzuela, J. M. (2015). Remolinos de viento: juvenicidio e identidades desacreditadas. En J. M. Valenzuela (coord.), *Juvenicidio: Ayotzinapa y las vidas precarias en América Latina y España* (pp. 15-58). NED Ediciones/ITESO/COLEF. <https://books.google.com.mx/books?id=zH8ACwAAQBAJ&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>

ARTÍCULOS

Estrategias alternativas contra la reprogramación metabólica y la síntesis de proteínas en el cáncer

Alternative strategies against metabolic reprogramming and protein synthesis in cancer

Alejandro Schcolnik-Cabrera

ORCID: 0000-0001-7734-3253, schcolni@ualberta.ca

Investigador posdoctoral, Departamento de Microbiología Médica e Inmunología,
Facultad de Medicina y Odontología, Universidad de Alberta, Canadá

Recepción: 24/03/25. Aceptación: 12/08/25. Publicación: 09/12/25.

RESUMEN

Este artículo examina la reprogramación metabólica en el cáncer y cómo la síntesis de proteínas está interconectada en este proceso, destacando estrategias alternativas que podrían ayudar a interrumpir estos ejes y ofrecer tratamientos más efectivos y específicos. Al centrarse en el metabolismo oncológico, es posible abrir la puerta a terapias menos invasivas sin afectar significativamente la salud sistémica, lo cual ocurre comúnmente con terapias habituales. Aunque aún se requiere más investigación al respecto, la inhibición conjunta de estas rutas promete ser una vía satisfactoria para el tratamiento contra el cáncer, en particular para las formas resistentes a terapias convencionales.

PALABRAS CLAVE

cáncer, síntesis de proteínas, reprogramación metabólica, energía, metabolismo oncológico

ABSTRACT

This article examines metabolic reprogramming in cancer, and how protein synthesis is interconnected in this process, highlighting alternative strategies that could help disrupt these axes and offer more effective and targeted treatments. By aiming to oncological metabolism, it is possible to open the door to less invasive therapies without significantly affecting systemic health, which commonly occurs when following standard treatments. Although further research is still required, the simultaneous inhibition of these pathways is a promising avenue for the treatment cancer, particularly for forms resistant to conventional therapies.

KEYWORDS

cancer, protein synthesis, metabolic reprogramming, energy, oncology metabolism

Características generales del cáncer

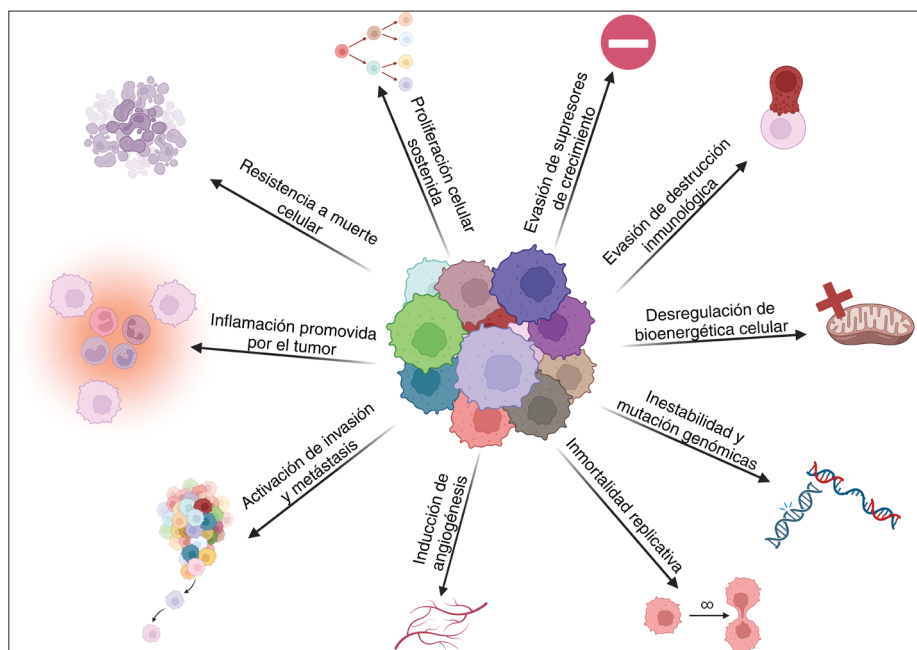
En los tiempos de rápidos avances en que vivimos es fácil olvidar que existen padecimientos crónicos de los cuales debemos cuidarnos. Entre ellos, las enfermedades como el cáncer aquejan sin distinción y la posibilidad de que nos afecte una condición de este tipo requiere de nuestra preparación, tratarnos en caso de ser necesario y, muy importante, conocer qué es el cáncer para saber a qué nos enfrentamos.

Desde tiempos inmemoriales, la palabra *cáncer* ha infundido temor a familiares y amistades de la persona afectada, así como para ella misma. El registro más antiguo de pacientes con esta enfermedad se remonta a cinco mil años en Egipto, aproximadamente. En el papiro de Edwin Smith se registraron ocho casos de tumores mamarios y se indicó que “no había tratamiento para este padecimiento” (Hadju, 2011); sin embargo, lo más probable es que el cáncer haya acompañado a la humanidad desde mucho tiempo antes.

De manera sencilla, el término *cáncer* engloba aquellas enfermedades en las que las células se dividen de forma anormal y sin control, con el potencial de invadir otros tejidos — conjuntos de células— en un proceso conocido como *metástasis*. A diferencia de las células normales, cuyo crecimiento está controlado y las cuales tienen un periodo de vida definido, las células cancerosas *se rebelan* y continúan creciendo a voluntad. El cáncer no aqueja solamente a humanos, ya que todos los integrantes del reino animal, desde perros hasta demonios de Tasmania, son proclives a desarrollarlo. Incluso algunos investigadores del Centro para la Artritis del Noreste de Ohio, en Estados Unidos, en 2003 reportaron evidencias de tumores de tipo hemangioma, fibroma y osteoblastoma en vértebras de diferentes familias de dinosaurios (Rothschild et al., 2003). Por lo tanto, parece que el cáncer ha acompañado a la vida misma a través de la evolución.

En el año 2000, Douglas Hanahan y Robert A. Weinberg publicaron un artículo que bien podría ser considerado de lectura obligada para toda persona estudiosa del cáncer. En este trabajo, los autores resumen seis características biológicas que se adquieren durante el desarrollo de tumores: proliferación celular permanente; capacidad de evadir los supresores tumorales, los cuales evitan que las células sanas se conviertan en células malignas; resistencia a un tipo de muerte celular conocida como *apoptosis*, en la cual, en condiciones normales, las células dañadas se destruyen a sí mismas; potencial ilimitado para replicarse; formación de nuevos vasos sanguíneos para otorgar nutrientes de manera continua, y activación de metástasis (Hanahan y Weinberg, 2000). Aunque su trabajo fue muy amplio, en 2011 se publicó una versión actualizada donde se incluyeron dos características adicionales, las cuales son ahora el centro de ávidas investigaciones para proveer terapias novedosas y altamente selectivas contra las células malignas: la resistencia a la destrucción por parte de las células del sistema inmunitario y la reprogramación metabólica (Hanahan y Weinberg, 2011) (figura 1, p. 3).

Figura 1
Características del cáncer



Representación de las propiedades celulares elementales de las células malignas.

Fuente: Basado en Hanahan y Weinberg, 2011. Creado con BioRender.

Reprogramación metabólica

La reprogramación metabólica puede entenderse como aquellos cambios que realizan las células para adaptarse a nuevas condiciones energéticas (Faubert et al., 2020). Dicho de otra forma, si una célula consume algún azúcar de manera habitual, como la glucosa, para obtener energía a través del proceso celular conocido como *glucólisis*, al reprogramarse es posible que prefiera utilizar grasas, como el palmitato, o aminoácidos, como la glutamina, a través del proceso mitocondrial llamado *fosforilación oxidativa* (OXPHOS, en inglés) (figura 2, p. 5).

El proceso de reprogramación metabólica es normal en determinadas condiciones, como cuando las células T pertenecientes al sistema inmunitario se activan rápidamente para destruir agentes extraños, como parásitos y hongos, e infectan al organismo; sin embargo, las células tumorales suelen utilizar esta estrategia para ajustarse a limitaciones en sus fuentes de energía. Al igual que las células sanas, las células malignas dependen de energía para subsistir (Schcolnik-Cabrera et al., 2021); sin embargo, ya que estas últimas se replican de manera constante y sin control, su consumo energético es aún mucho mayor. El hambre por obtener nutrientes en el cáncer es responsable, en parte, de redirigir nuevos

vasos sanguíneos hacia sí para que, de esta manera, las moléculas energéticas que viajan por la circulación puedan llegar en cantidades mayores al tumor (Jiménez-Valerio y Casanovas, 2017; Pinheiro et al., 2015). Esto, sin embargo, deja sin energía al resto de las células sanas del organismo y limita su capacidad de destruir al tumor.

En algún momento es posible que se agoten las fuentes de nutrientes en el paciente con cáncer, y no sólo para las células sanas sino para las malignas también. Las células malignas, que tal vez estén acostumbradas a su dieta favorita de glucosa, deben tomar una elección: adaptarse o morir. Las células que consiguen ser *flexibles* en su alimentación y que aceptan consumir fuentes alternativas, como grasas y aminoácidos, amplían sus posibilidades de obtener energía (Morandi e Indraccolo, 2017). Con más energía se replican más, se hacen más resistentes a los tratamientos habituales, como las quimioterapias, y tienen mayor éxito para diseminarse en el cuerpo.

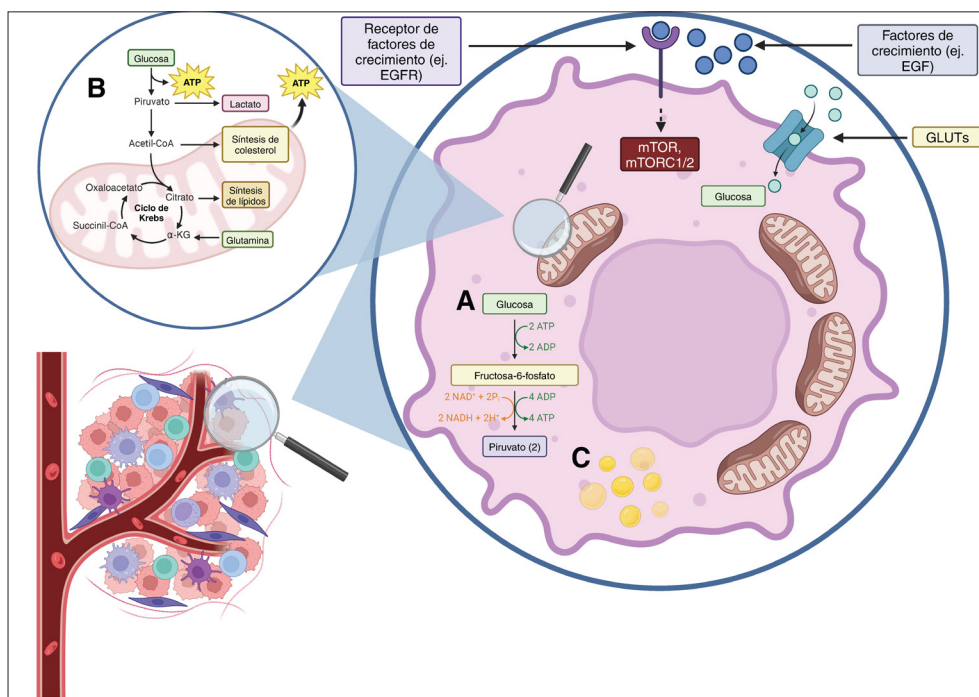
De manera general, las adaptaciones asociadas a la reprogramación metabólica pueden englobarse a continuación.

Glucólisis aeróbica

Independientemente del nivel de oxigenación en el microambiente tumoral, las células tumorales suelen preferir la glucólisis, que es un proceso celular que normalmente no requiere oxígeno y que se realiza en el citosol. Este fenómeno, en el cual las células malignas consumen glucosa aun cuando hay oxígeno en su microambiente, es conocido como *glucólisis aeróbica* o *efecto Warburg*, en honor a su descubridor (Liberti y Locasale, 2016). La glucólisis es un proceso rápido y otorga energía fácilmente a la célula cancerosa mediante la captación y el metabolismo de glucosa extracelular, además de proveer diversas moléculas indispensables para sintetizar otros intermediarios de importancia para fomentar la división celular, por ejemplo, nucleótidos, a través de la vía de pentosa fosfato (Patra y Hay, 2014).

Por tal motivo, para asegurar un flujo continuo de glucosa y su metabolismo, las células malignas pueden incrementar la expresión de enzimas clave en el proceso glucolítico, como las hexoquinasas (HK) y los transportadores de glucosa (GLUT), e incluso hacerse independientes del efecto de insulina y su receptor para asegurar una entrada permanente de glucosa y asegurar la generación de la *moneda energética* trifosfato de adenosina (ATP), requerida para sostener la mayoría de las reacciones celulares dependientes de energía (Yadav et al., 2024); sin embargo, el proceso de glucólisis sólo genera de dos a cuatro moléculas de ATP por molécula de glucosa metabolizada (Yetkin-Arik et al., 2019). Adicionalmente, las células madre cancerosas, que son las principales responsables de la división celular infinita en tumores, suelen utilizar la glucólisis aeróbica como su fuente energética preferida, como en el caso del tumor cerebral glioblastoma multiforme, altamente maligno (Hawly et al., 2024).

Figura 2
Rutas metabólicas habituales en cáncer



Representación de una célula cancerígena dentro del microambiente tumoral, alrededor de un vaso sanguíneo, a través del cual puede recibir múltiples nutrientes. La célula cancerígena puede reaccionar a estímulos externos, como factores de crecimiento, a través de sus receptores en la membrana; sin embargo, es igualmente posible que la célula maligna no requiera de factores de crecimiento y se active por sí sola. Río abajo de los receptores, mTOR y sus complejos (mTORC1 y mTORC2) pueden activarse, modulando a su vez rutas metabólicas, como la glucólisis y la fosforilación oxidativa. Dentro de las rutas metabólicas, la célula puede captar glucosa a través de los transportadores GLUT y llevar a cabo la glucólisis en el citoplasma (A), o utilizar diferentes metabolitos para nutrir el ciclo de Krebs y realizar la fosforilación oxidativa (OXPHOS) en la mitocondria (B). A través de la ruta mitocondrial, la célula puede sintetizar más metabolitos dependiendo de sus necesidades, como colesterol y lípidos. Todas las rutas metabólicas pueden generar energía en forma de trifosfato de adenosina (ATP), indispensable para todas las actividades celulares. Adicionalmente, algunas células malignas pueden tener gotas lipídicas (C), donde almacenan lípidos para usos futuros.

Fuente: Akram, 2013; Cluntun et al., 2017; Gatenby y Gillies, 2004; Mossmann et al., 2018;

Paul et al., 2022; Santos et al., 2012. Creado con BioRender.

Metabolismo lipídico

En el contexto tumoral, el metabolismo lipídico se reprograma de manera sustancial para satisfacer las necesidades bioenergéticas y estructurales de las células malignas. A diferencia de los 36-38 ATP que se pueden obtener a partir de una molécula de glucosa, mediante el proceso completo de glucólisis-ciclo de Krebs-OXPPOS, la oxidación de una molécula de palmitato por medio del proceso conocido como β -oxidación es energéticamente más favorable, pues provee a la célula de 108 moléculas de ATP (Chandel, 2021; Hawly et al., 2024; Yetkin-Arik et al., 2019). Las células cancerosas incrementan tanto la captación como la síntesis de ácidos grasos, esencialmente mediante la sobreexpresión de transportadores clave, como CD36, y de enzimas cruciales, como la sintasa de ácidos grasos (FASN) y la acetil-CoA carboxilasa (ACC) (Bian et al., 2021; Chen et al., 2023; Flavin et al., 2010; Schcolnik-Cabrera et al., 2018).

Los lípidos, además de ser utilizados como fuentes alternativas de energía, son componentes estructurales para membranas celulares, los cuales permiten el crecimiento rápido y la división celular. Adicionalmente, su almacenamiento en forma de gotas lipídicas ofrece una reserva energética estratégica (Basso et al., 2025), esencial en ambientes tumorales con fluctuaciones nutricionales, como en el cáncer de mama resistente a quimioterapia (Ward et al., 2025). En efecto, el fenómeno de reprogramación lipídica está asociado con la resistencia terapéutica: las células tumorales cargadas de lípidos muestran una mayor capacidad de sobrevivir frente a tratamientos convencionales, en parte por la disponibilidad inmediata de energía y en parte por su capacidad de modular el estrés oxidativo, esencial en el arsenal inmunitario contra las células malignas (Petan, 2020).

Metabolismo de aminoácidos

El consumo de aminoácidos es una característica esencial del metabolismo tumoral. De todos ellos, la glutamina destaca como el aminoácido más relevante para las células malignas. A través de un proceso conocido como *glutaminólisis*, la glutamina se desamina para producir el aminoácido glutamato y, posteriormente, α -ketoglutarato (α -KG), un intermediario del ciclo de Krebs que sostiene la producción de energía y los precursores biosintéticos para múltiples vías celulares (Jin et al., 2023).

El proceso del metabolismo de la glutamina para nutrir el ciclo de Krebs es conocido como *anaplerosis*, y es muy común en tumores como el cáncer de páncreas y el melanoma (Gonçalves et al., 2020; Li et al., 2021; Scott et al., 2011), donde de manera habitual se complementa con glucólisis aeróbica: mientras que la glucosa se metaboliza en el citosol, sin ser procesada en la mitocondria a través del ciclo de Krebs y OXPPOS, la glutamina mantiene activo al ciclo de Krebs y, por lo tanto, realiza la función energética mitocondrial que la glucosa tendría en células sanas (Chen et al., 2018).

Además de la glutamina, otros aminoácidos, como la serina, glicina, leucina y arginina, desempeñan funciones específicas en el crecimiento tumoral. La serina y la glicina alimentan rutas metabólicas, como la vía de un carbono, crítica para la síntesis de nucleótidos y la metilación del ácido desoxirribonucleico (DNA, en inglés), mientras que la arginina contribuye a la síntesis de poliaminas, esenciales para la proliferación celular (Pan et al., 2020; Zhu et al., 2025).

Más allá de su función como precursores biosintéticos, los aminoácidos también regulan de forma directa rutas de señalización. Por ejemplo, su disponibilidad, como en el caso de la leucina, es esencial para la movilización de la diana de rapamicina en células de mamíferos (mTOR) y para su activación en la forma de mTORC1 (complejo de mTOR 1), que coordina la síntesis proteica en respuesta a nutrientes y a la situación energética no sólo en células sanas, sino también en cáncer y otras enfermedades, como diabetes y Alzheimer (Son et al., 2019). De esta manera, los aminoácidos no sólo nutren físicamente la célula maligna, sino que actúan como señales moleculares que impulsan su crecimiento. Por todo lo anterior, la investigación centrada en entender y detener la reprogramación metabólica en el cáncer es un importante objeto de estudio en la actualidad.

Conviene preguntarse ahora para qué necesita una célula tanta energía. Uno de los procesos celulares que consume más energía en todas las células, tanto en las sanas como en las malignas, es la formación de nuevas proteínas, evento conocido como *síntesis proteica* (Lindqvist et al., 2018). Las proteínas, que se conforman por aminoácidos, son las moléculas con mayor variedad de funciones en el cuerpo. Pueden servir como estructuras para mantener la forma de la célula, para transportar oxígeno, para reparar tejido dañado, para defendernos frente a agentes nocivos, para fungir como hormonas, entre otras. Y las células tumorales, al replicarse más, necesitan más proteínas que sus contrapartes sanas (Lee et al., 2021). Es esperable, entonces, que el mecanismo de síntesis proteica en las células sanas sea fuertemente regulado, ya que, si no se requiere crear nuevas proteínas, no se producen. En cambio, en las células malignas las regulaciones quedan de lado, por lo que se producen nuevas proteínas de forma constante, con las que se pueden realizar todas las funciones que se requieran.

Producción de proteínas

De acuerdo con el dogma central de la biología, la síntesis proteica sigue el camino DNA-ácido ribonucleico (RNA, en inglés)-proteína. Así, la información contenida en nuestros genes en el DNA señala qué RNA debe producirse. Finalmente, este RNA indica qué proteína se debe sintetizar. De acuerdo con Brandon Ho, quien en 2018 publicó un artículo en el que calculó cuántas proteínas suele haber en promedio en cada célula, usando la levadura de la cerveza como modelo de estudio, suelen existir mil y diez mil proteínas por célula en condiciones de máxima tasa de crecimiento (Ho et al., 2018). Para que el paso final en la síntesis proteica

pueda darse, y para que este número sea alcanzable, es necesario que el RNA indique claramente qué proteína se necesita producir en cada momento.

Existen tres principales tipos de RNA: el RNA mensajero (mRNA), el RNA de transferencia (tRNA) y el RNA ribosomal (rRNA). El mRNA es el encargado de llevar la información desde el núcleo celular, que es donde se encuentra contenido el DNA, hacia los ribosomas, sitio donde se realiza la síntesis de proteínas. Los ribosomas se encuentran en el citoplasma de la célula, ya sea formando complejos por sí mismos o adheridos a otras estructuras subcelulares, como las mitocondrias (Kim et al., 2017), y se conforman por múltiples subunidades de rRNA. A su llegada al ribosoma, el mRNA le muestra qué proteína se debe formar y el tRNA va añadiendo uno por uno cada aminoácido hasta que se haya creado la proteína necesaria (Vicens y Kieft, 2022).

Una vez que se ha formado la proteína, ésta es empleada en el proceso que se requiera en ese momento en la célula, y otra nueva proteína podrá formarse mientras tanto en el ribosoma (Jia et al., 2024; Tahmasebi et al., 2019). El proceso de síntesis proteica, desde la elongación ribosomal hasta el ensamblaje de proteínas, es altamente costoso desde el punto de vista energético, al requerirse altas cantidades de ATP y trifosfato de guanosina (GTP), el cual funge como otra fuente energética relevante en la célula (Abel y Jurnak, 1996; Jewett et al., 2009; Nagao et al., 2023). Ya que las células malignas se dividen constantemente, deben incrementar su maquinaria traduccional para sostener su crecimiento y evadir la muerte (Ebright et al., 2020), por lo que ser capaces de realizar la reprogramación metabólica les permite obtener energía de diversas fuentes en todo momento.

Una célula maligna con altas concentraciones de proteínas, y, por lo tanto, con una maquinaria de síntesis proteica muy eficiente, resulta difícil de destruir. Investigaciones dirigidas a estudiar las funciones de proteínas específicas nos han permitido entender mejor este fenómeno. Si al paciente oncológico le están aplicando un esquema quimioterapéutico para reducir el tamaño del tumor, eso no importa: la célula maligna produce nuevas proteínas en su membrana celular, en forma de bombas, para sacar el fármaco hacia el exterior y evitar ser atacada por él (Borst, 2012). Y si las células T del sistema inmunitario intentan matar a la célula tumoral, ella responde generando proteínas como el ligando 1 de muerte programada (PD-L1), que desactivan la célula T y, de esta manera, la célula maligna evade ser destruida (Shi et al., 2013).

¿Pero cómo impide la célula cancerosa su autodestrucción? El proceso de muerte celular programada, o *apoptosis*, es obligatorio para las células sanas que, por algún motivo, dejan de ser útiles para el funcionamiento del organismo. Para las células cancerosas, sortear la muerte celular programada es fácil: pueden sintetizar cantidades muy elevadas de proteínas de la familia proteína B cell lymphoma 2 (BCL-2), asociadas con mecanismos de supervivencia (Hardwick y Soane, 2013), y *olvidan* que deben destruirse a sí mismas. Si la célula maligna quiere seguirse dividiendo, basta con que incremente la cantidad de proteínas

que promueven la progresión del ciclo celular, como ciclina D3 (Wang et al., 2017), para dejar atrás a las células sanas en la carrera de la división celular. Y si la célula maligna busca metastatizar, al sintetizar altas concentraciones de proteínas como WNT o β -catenina se despiden de sus hermanas en el tumor y migra para buscar un nuevo hogar en el cuerpo donde pueda implantarse para continuar la progresión del cáncer (Zhang y Wang, 2020).

Mecanismos cruzados

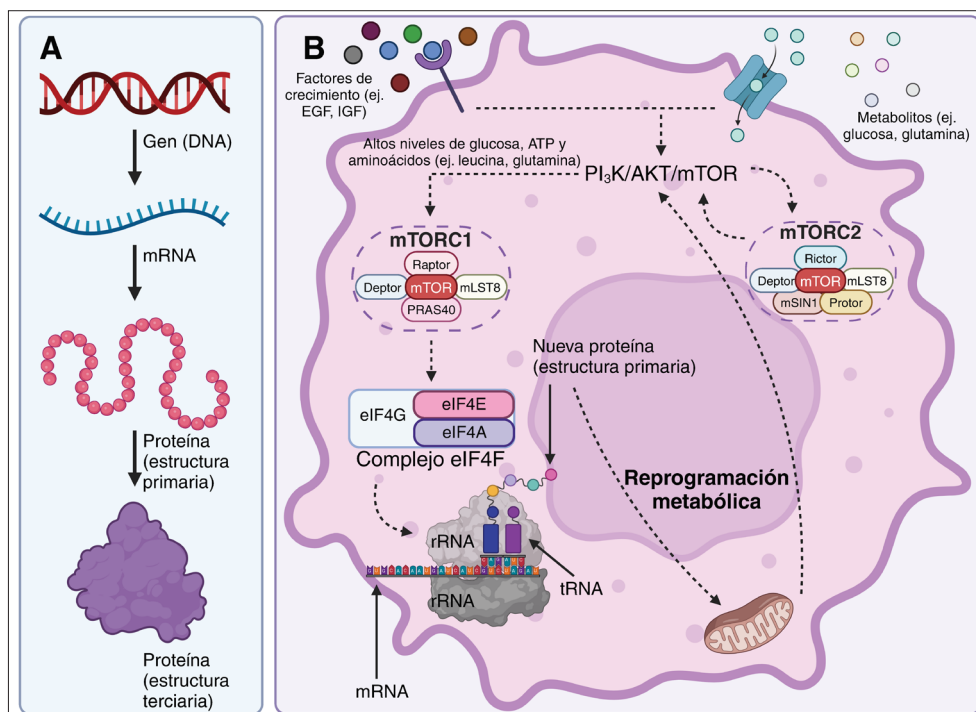
La relación entre el metabolismo celular y la síntesis de proteínas en el cáncer no es meramente secuencial, sino que responde a una compleja red de regulación cruzada que integra sensores energéticos, disponibilidad de nutrientes y factores oncogénicos. Entre los reguladores clave de esta interacción destacan las rutas asociadas a mTORC1, a las proteínas quinasa activada por AMP (AMPK) y quinasa no depresible de control general 2 (GCN2)/factor de iniciación eucarionte (eIF)2 α , así como a la acción de oncometabolitos, como 2-hidroxiglutarato (2-HG).

El complejo mTORC1 actúa como un regulador maestro que integra señales de nutrientes y energía. En condiciones de abundancia energética y con suficientes reservas de aminoácidos clave, como leucina y glutamina, promueve la síntesis proteica al activar factores de iniciación de la traducción, como el complejo eIF4F, mediante un proceso celular conocido como *fosforilación*. A través de la transferencia de fosfatos a las moléculas proteína de unión a eIF4E 1 (4E-BP1) y a la proteína ribosómica S6-quinasa (S6K), mTORC1 regula la síntesis global de proteínas en la célula. Además, facilita la captación de aminoácidos y estimula las rutas esenciales para el crecimiento tumoral, como la biosíntesis de lípidos y nucleótidos (Scholnik-Cabrera y Juárez-López, 2022). De esta manera, mTORC1 coordina la actividad biosintética de la célula maligna en función del entorno nutricional, como ocurre en tumores de estómago, esófago, páncreas y melanoma (Marques-Ramos y Cervantes, 2023; Yang et al., 2014; Wu et al., 2022).

En contraste, la quinasa AMPK se activa en condiciones de estrés energético, cuando los niveles de ATP son bajos. De hecho, normalmente pueden verse efectos contrarios entre mTORC1 y AMPK: mientras uno está activado, el otro está inhibido. La activación de AMPK induce un metabolismo de tipo catabólico, lo que favorece la generación de ATP y no su consumo, por lo que los procesos anabólicos, como la síntesis proteica —y, por lo tanto, la actividad de mTORC1—, se ven restringidos (Al-Kuraishy et al., 2025). Esto se logra mediante la inhibición de mTORC1, que limita el ensamblaje del complejo de iniciación de la traducción y reduce la capacidad proliferativa de la célula tumoral.

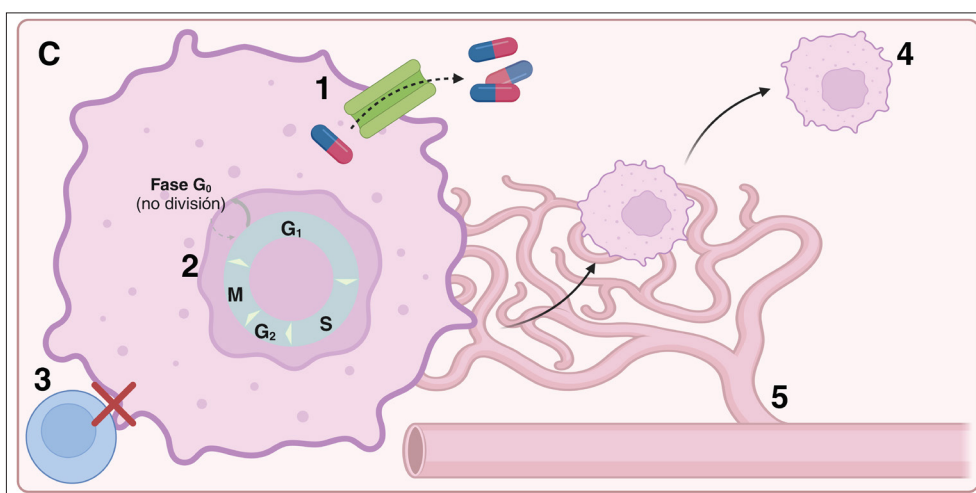
Otro mecanismo fundamental es el eje GCN2/eIF2 α . eIF2 es indispensable para los pasos iniciales de la síntesis de mRNA, necesaria para traducir las señales del DNA a proteínas. En condiciones de limitación de aminoácidos, el sensor GCN2 se activa y fosforila a eIF2 α , lo que

Figura 3
Asociación entre la síntesis de proteínas y el metabolismo del cáncer



Representación de la central de la biología donde el DNA se transcribe a mRNA, el cual se traduce a una secuencia de aminoácidos (proteína, estructura primaria) y, finalmente, esa secuencia adquiere una estructura tridimensional funcional (proteína, estructura terciaria) (A). Cuando la célula cancerígena adquiere energía, ya sea por estímulo de factores de crecimiento o por la internalización de metabolitos en el microambiente tumoral, se activa la cascada de señalización intracelular $PI_3K/AKT/mTOR$. Cuando la célula censa que tiene suficientes niveles de glucosa, energía en forma de ATP y aminoácidos específicos, como leucina y glutamina, activa la maquinaria transcripcional precipitada por el complejo mTORC1 y los factores de iniciación eucarióticos (eIFs), los cuales forman el complejo eIF4F. Éste promueve la síntesis de proteína a través del ensamblaje de los diferentes RNA (tRNA, mRNA, rRNA, entre otros). Las proteínas nacientes son utilizadas, por ejemplo, para la reprogramación metabólica en la célula. Este proceso activa nuevamente la cascada $PI_3K/AKT/mTOR$. Dependiendo del estado nutricional de la célula, puede activarse el complejo mTORC2, el cual regula y puede limitar la síntesis de proteínas (B).

Continúa en la siguiente página...



Algunos efectos de la reprogramación metabólica en células cancerígenas (c) incluyen la resistencia a la quimioterapia (1); promoción de la división celular, inestabilidad genómica, inmortalidad y resistencia a la apoptosis (2); resistencia frente a la destrucción inmune y estímulo de la inflamación en el microambiente tumoral (3); migración y metástasis (4), y promoción de angiogénesis (5).

Fuente: Hao et al., 2020; Lindqvist et al., 2018; Pelletier et al., 2015;

Scholnik-Cabrera y Juárez-López, 2022; Tufail et al., 2024. Creado con BioRender.

lleva a una reducción global de la traducción proteica; no obstante, este mismo eje favorece la traducción selectiva de mRNA que codifican las proteínas adaptativas, lo que facilita la supervivencia celular bajo estrés nutricional en tumores como el prostático (Cordova et al., 2022).

Adicionalmente, existen moléculas conocidas como *oncometabolitos*, que son metabolitos que pueden contribuir con el desarrollo maligno. Un caso muy conocido es 2-HG, el cual es estructuralmente similar a α -KG y, por lo tanto, puede interferir con el proceso habitual del ciclo de Krebs, al alterar la ruta de generación energética mitocondrial asociada con OXPHOS. Pero no sólo eso, sino que también genera alteraciones en la regulación epigenética y metabólica de la célula tumoral. Este compuesto inhibe enzimas dependientes de α -KG, lo cual modifica la expresión génica y la síntesis de proteínas, al afectar procesos como la metilación del DNA y la modificación de histonas. Tumores como la leucemia mieloide aguda y los gliomas suelen presentar mutaciones en la enzima isocitrato deshidrogenasa (IDH), con lo que se acumula 2-HG en la célula y se desatan esos efectos (Cohen et al., 2013; Raimondi et al., 2022).

En conjunto, estos mecanismos establecen un circuito de retroalimentación positiva en el cual el metabolismo energético y la maquinaria traduccional se potencian de forma mutua, con lo cual contribuyen al crecimiento, la supervivencia y la diseminación del cáncer.

Terapias futuras

La síntesis proteica, como se comentó en líneas previas, es un mecanismo celular que demanda un consumo de energía elevado. Por lo tanto, la síntesis proteica y el metabolismo energético son procesos altamente interrelacionados y uno no puede existir sin el otro. Esta premisa no es más cierta sino en el cáncer. En múltiples investigaciones se ha visto que, al bloquear la síntesis de proteínas en el ribosoma, y en particular al dirigirse contra elementos reguladores de la actividad del mRNA, como los eIFs, se impide que la célula maligna pueda generar energía (Chan et al., 2019; Ruan et al., 2020; Webb et al., 2020).

Pero no sólo esto: también se limita su reprogramación metabólica. De esta forma, se bloquea su capacidad de captar nutrientes para continuar en crecimiento y se evita que pueda buscar fuentes alternas de alimento. Sin los nutrientes necesarios la célula cancerosa no se divide, no hace metástasis, y es blanco fácil para ser destruida; sin nutrientes, la célula maligna es incapaz de evadir mecanismos de daño celular, y, eventualmente, un tratamiento adicional, como el quimioterapéutico, puede destruirla. Incluso sin agregar quimioterapia es posible que el propio sistema inmunitario ataque de manera eficaz la célula cancerosa, ya que ésta no podrá contar con reservas energéticas suficientes para esquivar la acción inmune (Schcolnik-Cabrera et al., 2019).

Por otro lado, también se ha demostrado lo opuesto: al inhibir de manera directa la reprogramación metabólica, la célula maligna no sólo cursa con un bloqueo energético (Schcolnik-Cabrera et al., 2020), sino que además es incapaz de generar nuevas proteínas (Fooks et al., 2022). Una célula tumoral sin más proteínas es fácilmente atacable. Al final, el evento síntesis proteica-reprogramación-más síntesis proteica es un círculo sin fin, y el bloqueo de cada elemento facilita la destrucción del cáncer (figura 3, pp. 10-11).

Aquí surge la pregunta sobre si es posible dirigir la investigación no sólo contra la síntesis proteica o contra la reprogramación metabólica, sino contra los dos a la vez. En 2018 se publicó un trabajo amplio donde se demostró que el abordaje dual, es decir, la inhibición de la síntesis de proteínas y el bloqueo energético, constituye una estrategia muy eficaz para acorralar al cáncer y dejarlo sin opciones para continuar en su proceso eterno de malignización (Hulea et al., 2018).

Aunque en este trabajo se utilizaron fármacos experimentales dirigidos contra la actividad del mRNA, el cual es necesario para la síntesis proteica, también se emplearon medicamentos tan comunes como la metformina. Este fármaco regula los niveles de glucosa en pacientes diabéticos, al reducir su producción en el hígado —proceso conocido como *gluconeogénesis*— y promover la sensibilidad de los tejidos a la acción de la insulina, por lo que la glucosa circulante puede ser captada por las células (Rena et al., 2017).

En el cáncer, además, la metformina activa AMPK, con lo cual se limita el empleo de glucosa por las células malignas y su reprogramación metabólica. Con ello se reducen los posibles

nutrientes que esas células pueden usar (Mostafavi et al., 2022) mientras, de forma simultánea, se bloquea su capacidad de síntesis proteica (Shen et al., 2018). Algunos tratamientos experimentales han utilizado compuestos derivados de la soya, como la genisteína, para limitar de manera satisfactoria el uso de ácidos grasos y la supervivencia en el cáncer de mama (Tobón-Cornejo et al., 2025). Otros tipos de cáncer, como el prostático, también son muy dependientes de las grasas (Kridel et al., 2004), y el bloqueo del metabolismo lipídico inhibe la traducción proteica en el cáncer prostático resistente a la castración (Zadra et al., 2019).

Ya que los linfocitos inmaduros y las células blásticas halladas en leucemias son habitualmente incapaces de sintetizar el aminoácido asparagina, se han utilizado con éxito terapias basadas en la enzima asparaginasa en cánceres como la leucemia linfoblástica aguda infantil, lo cual no sólo compromete la síntesis proteica en los linfoblastos malignos (Offman et al., 2011), sino que además ha demostrado mejorar las tasas de cura en pacientes y prolongar su supervivencia (Butler et al., 2021). Además, en lugar de emplear tratamientos farmacológicos dirigidos, es posible limitar el consumo de ciertos aminoácidos en la dieta del paciente con cáncer para reducir su disponibilidad para la célula maligna (Kang, 2020).

Algunos tumores, como el melanoma, son ávidos consumidores de glutamina, así que con menos aminoácidos específicos la célula cancerosa tendrá menos elementos para sintetizar proteínas y sobrevivir (Ratnikov et al., 2015). El caso particular del melanoma es interesante, ya que, a diferencia de los melanocitos —células cutáneas sanas—, las células del melanoma no pueden proliferar en ausencia de glutamina (Ratnikov et al., 2015). Las posibilidades de investigación son infinitas. Un resumen de los efectos de la terapia antimetabólica en la síntesis proteica maligna se muestra en la tabla 1 (pp. 14-15).

Conclusiones y perspectivas

Aunque parece muy prometedor, se necesita continuar investigado sobre el tratamiento dirigido contra la reprogramación metabólica y la síntesis de proteínas como una solución lógica e integrativa en oncología. Es cierto que las células malignas son adictas a la energía y a la síntesis de proteínas y que, por ello, esta terapia es, en cierta medida, más selectiva y menos agresiva contra las células sanas, pero no conocemos por completo lo que puede pasar en todos los tipos de cáncer. Por ejemplo, si se comportará igual un cáncer de mama que una leucemia.

Adicionalmente, la mayoría de estos estudios se han centrado en células y animales en el laboratorio y no se ha probado de manera extensa la eficacia en pacientes con tumor. Por tal motivo, es necesario avanzar en nuestras investigaciones para asegurar la implementación de estos estudios en pacientes con cáncer, los cuales podrían beneficiarse con una terapia efectiva, más selectiva y, por lo tanto, con menos efectos adversos que mejoren su calidad de vida.

Lo cierto es que, como decimos siempre en la ciencia para sugerir el siguiente paso en la investigación, “estudios adicionales son necesarios”...

Tabla 1
Ejemplos de tratamientos dirigidos contra la síntesis de proteínas y el metabolismo en el cáncer

Nivel de evidencia	Tipo de cáncer	Modelo de estudio	Tratamiento	Blanco farmacológico	Efectos globales	Efectos proteico-metabólicos	Referencias
Estudios <i>in vitro</i> e <i>in vivo</i> con fármacos experimentales	Próstata	Línea celular PC3 (<i>in vitro</i> e <i>in vivo</i>)	Silvestrol	EIF4A	Muerte celular mediada por apoptosis y menor crecimiento tumoral.	Reducción global en síntesis de proteínas.	Cencic et al. (2009).
	Mama	Línea celular MDA-MB-231 (<i>in vitro</i> e <i>in vivo</i>)	Silvestrol	EIF4A	Muerte celular mediada por apoptosis y menor crecimiento tumoral. Efecto sinérgico al combinarse con el quimioterapéutico doxorubicina, regulador de la síntesis de DNA.	Reducción global en síntesis de proteínas.	Cencic et al. (2009).
	Leucemia	Línea celular MOLM-14 (<i>in vitro</i> e <i>in vivo</i>)	CR-1-31b	EIF4A	Sinergia entre CR-1-31b y venetoclax (inhibidor de BCL2, molécula antiapoptótica), y entre CR-1-31b y citarabina (quimioterapéutico inhibidor de la síntesis de DNA). Menor crecimiento tumoral. Apoptosis mediada por daño oxidativo.	Menor tasa de síntesis de energía (ATP) de glucólisis y fosforilación oxidativa y menor cantidad de metabolitos del ciclo de Krebs. Reducción global en síntesis de proteínas.	Fooks et al. (2022); Gife et al. (2023).
	Glioblastoma	Células madre derivadas de especímenes cerebrales de pacientes con glioblastoma	INK128 + radiación	mTORC1 y mTORC2	Muerte celular mediada por apoptosis y fragmentación del aparato de Golgi.	Reducción global en síntesis de proteínas y alteración de la masa y del DNA mitocondrial.	Wahba et al. (2016).
Terapias aprobadas con efectos metabólicos observados	Melanoma	Línea celular A375 (<i>in vitro</i>)	Vemurafenib	Inhibidor de tirosín cinasas	Menor número celular y muerte celular por apoptosis. Reducción en volumen tumoral.	Reprogramación metabólica: reducción de glucólisis e incremento en fosforilación oxidativa. Reducción global en síntesis de proteínas.	Smith et al. (2022).
	Hígado	Líneas celulares HEP3B, PLC/PRF/5, HUH1, HEPG2, HLE, HLF, HUH7, SNU475, SNU398 y SNU449. Muestras derivadas de especímenes hepáticos de pacientes con carcinoma hepatocelular (<i>in vitro</i> e <i>in vivo</i>)	Deprivación de glutamina + inhibidores de cinasas (ej. sorafenib, erlotinib)	ERK	Reducción en proliferación celular, inducción de vías inflamatorias, por ejemplo, interacción citocina-receptor, TNF- α .	Reducción en niveles de piruvato y lactato, así como de α -ketoglutarato y malato, indicativo de menor glucólisis y ciclo de Krebs, respectivamente. Menor cantidad en intermediarios del metabolismo de glutamina, como glutamato, aspartato y alanina.	Nwosu et al. (2020).

Intervenciones nutricionales	Melanoma	Línea celular LU1205 (<i>in vitro</i>)	Deprivación de glutamina	Metabolismo de glutamina	Limitación en proliferación celular.	Menor presencia de metabolitos del ciclo de Krebs y derivados de glutamina.	Ratnikov et al. (2015).
	Múltiples tipos de cáncer (cervical, mama, ovárico, prostático, colorrectal, pulmón, osteosarcoma, glioma, melanoma, leucemia premielocítica y linfoblástica)	Múltiples líneas celulares (HeLa, MCF7, PEO, PC3, WiDr, A549, U2OS, U-870-MG, HL60, MOLT4, B16-F10) (<i>in vitro</i>)	Deprivación de arginina	Metabolismo de arginina	Limitación en proliferación celular, muerte celular, arresto de ciclo celular.	Disrupción en los ciclos de la urea y de Krebs, en la producción de óxido nítrico y en la síntesis de proteínas.	Scott et al. (2000).

Fuente: elaboración propia.

Glosario de siglas

- OXPPOS: fosforilación oxidativa
- HK: hexoquinasas
- GLUT: transportadores de glucosa
- ATP: trifosfato de adenosina
- FASN: sintasa de ácidos grasos
- ACC: acetil-coA carboxilasa
- α -KG: α -ketoglutarato
- mTOR: diana de rapamicina en células de mamífero
- mTORC1: complejo de mTOR 1
- DNA: ácido desoxirribonucleico
- RNA: ácido ribonucleico
- mRNA: RNA mensajero
- tRNA: RNA de transferencia
- rRNA: RNA ribosomal
- GTP: trifosfato de guanosina
- PD-L1: ligando 1 de muerte programada
- BCL-2: proteína B cell lymphoma 2
- WNT: acrónimo de los nombres Wingless e Int-1
- AMPK: proteína quinasa activada por AMP
- GCN2: proteína quinasa no depresible de control general 2
- eIF: factor de iniciación eucarionte
- 2-HG: 2-hidroxiglutarato
- 4E-BP1: proteína de unión a eIF4E 1
- S6K. proteína ribosómica S6-quinasa
- IDH: isocitrato deshidrogenasa
- ERK: cinasa regulada por señales extracelulares
- TNF- α : factor de necrosis tumoral- α

Referencias

- Abel, K. y Jurnak, F. (1996). A complex profile of protein elongation: translating chemical energy into molecular movement. *Structure*, 4(3), 229-238. [https://doi.org/10.1016/S0969-2126\(96\)00027-5](https://doi.org/10.1016/S0969-2126(96)00027-5)
- Akram, M. (2013). Mini-review on glycolysis and cancer. *Journal of Cancer Education*, 28(3), 454-457. <https://doi.org/10.1007/s13187-013-0486-9>
- Al-Kuraishy, H. M., Sulaiman, G. M., Mohsin, M. H., Mohammed, H. A., Dawood, R. A., Albuhadily, A. K., Al-Gareeb, A. I., Albukhaty, S. y Abomughaid, M. M. (2025). Targeting of AMPK/MTOR signaling in the management of atherosclerosis: outmost leveraging. *International Journal Biological Macromolecules*, 309, parte 2, 142933. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.142933>
- Basso, P. J., Schcolnik-Cabrera, A., Zhu, M., Strachan, E., Clemente-Casares, X. y Tsai, S. (2025). Weight loss-associated remodeling of adipose tissue immunometabolism. *Obesity Reviews*, 26(12), e13975. <https://doi.org/10.1111/obr.13975>
- Bian, X., Liu, R., Meng, Y., Xing, D., Xu, D. y Lu, Z. (2021). Lipid metabolism and cancer. *Journal of Experimental Medicine*, 218(1), e20201606. <https://doi.org/10.1084/jem.20201606>
- Borst, P. (2012). Cancer drug pan-resistance: pumps, cancer stem cells, quiescence, epithelial to mesenchymal transition, blocked cell death pathways, persists or what? *Open Biology*, 2(5), 120066. <https://doi.org/10.1098/rsob.120066>
- Butler, M., Van der Meer, L. T. y Van Leeuwen, F. N. (2021). Amino acid depletion therapies: starving cancer cells to death. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, 32(6), 367-381. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2021.03.003>
- Cencic, R., Carrier, M., Galicia-Vázquez, G., Bordeleau, M.-E., Sukarieh, R., Bourdeau, A., Brem, B., Teodoro, J. G., Greger, H., Tremblay, M. L. Porco Jr., J. A. y Pelletier, J. (2009). Antitumor activity and mechanism of action of the cyclopenta[b]benzofuran, silvestrol. *PLoS One*, 4(4), e5223. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0005223>
- Chan, K., Robert, F., Oertlin, C., Kapeller-Libermann, D., Avizonis, D., Gutiérrez, J., Handly-Santana, A., Doubrovin, M., Park, J., Schoepfer, C., Da Silva, B., Yao, M., Gorton, F., Shi, J., Thomas, C. J., Brown, L. E., Porco Jr., J. A., Pollak, M., Larsson, O., Pelletier, J. y Chio, I. C. (2019). eIF4A supports an oncogenic translation program in pancreatic ductal adenocarcinoma. *Nature Communications*, 10(1), 5151. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13086-5>
- Chandel, N. S. (2021). Lipid metabolism. *Cold Spring Harbor Perspectives Biology*, 13(9). <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a040576>
- Chen, G., Bao, B., Cheng, Y., Tian, M., Song, J., Zheng, L. y Tong, Q. (2023). Acetyl-coA metabolism as a therapeutic target for cancer. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 168, 115741. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2023.115741>

- Chen, Q., Kirk, K., Shurubor, Y. I., Zhao, D., Arreguin, A. J., Shahi, I., Valsecchi, F., Primiano, G., Calder, E. L., Carelli, V., Denton, T. T., Beal, M. F., Gross, S. S., Manfredi, G. y D'Aurelio, M. (2018). Rewiring of glutamine metabolism is a bioenergetic adaptation of human cells with mitochondrial DNA mutations. *Cell Metabolism. A Cell Press Journal*, 27(5), 1007-1025. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2018.03.002>
- Cluntun, A. A., Lukey, M. J., Cerione, R. A. y Locasale, J. W. (2017). Glutamine metabolism in cancer: understanding the heterogeneity. *Trends Cancer*, 3(3), 169-180. <https://doi.org/10.1016/j.trecan.2017.01.005>
- Cohen, A. L., Holmen, S. L. y Colman, H. (2013). IDH1 and IDH2 mutations in gliomas. *Current Neurology and Neuroscience Reports*, 13(5), 345. <https://doi.org/10.1007/s11910-013-0345-4>
- Cordova, R. A., Misra, J., Amin, P. H., Klunk, A. J., Damayanti, N. P., Carlson, K. R., Elmendorf, A. J., Kim, H.-G., Mirek, E. T., Elzey, B. D., Miller, M. J., Dong, X. C., Cheng, L., Anthony, T. G., Pili, R., Wek, R. C. y Staschke, K. A. (2022). GCN2 eIF2 kinase promotes prostate cancer by maintaining amino acid homeostasis. *eLife*, 11, e81083. <https://doi.org/10.7554/eLife.81083>
- Ebright, R. Y., Lee, S., Wittner, B. S., Niederhoffer, K. L., Nicholson, B. T., Bardia, A., Truesdell, S., Wiley, D. F., Wesley, B., Li, S., Mai, A., Aceto, N., Vincent-Jordan, N., Szabolcs, A., Chirn, B., Kreuzer, J., Comaills, V., Kalinich, M., Haas, W., ... y Micalizzi, D. (2020). Deregulation of ribosomal protein expression and translation promotes breast cancer metastasis. *Science* 2020, 367(6485), 1468-1473. <https://doi.org/10.1126/science.aay0939>
- Faubert, B., Solmonson, A. y DeBerardinis, R. J. (2020). Metabolic reprogramming and cancer progression. *Science*, 368(6487), eaaw5473. <https://doi.org/10.1126/science.aaw5473>
- Flavin, R., Peluso, S., Nguyen, P. L. y Loda, M. (2010). Fatty acid synthase as a potential therapeutic target in cancer. *Future Oncology*, 6(4), 551-562. <https://doi.org/10.2217/fon.10.11>
- Fooks, K., Galicia-Vázquez, G., Gife, V., Schcolnik-Cabrera, A., Nouhi, Z., Poon, W. W. L., Luo, V., Rys, R. N., Aloyz, R., Orthwein, A., Johnson, N. A., Hulea, L. y Mercier, F. E. (2022). EIF4A inhibition targets bioenergetic homeostasis in AML MOLM-14 cells *in vitro* and *in vivo* and synergizes with cytarabine and venetoclax. *Journal of Experimental & Clinical Cancer Research*, 41(1), 340. <https://doi.org/10.1186/s13046-022-02542-8>
- Gatenby, R. A. y Gillies, R. J. (2004). Why do cancers have high aerobic glycolysis? *Nature Reviews Cancer*, 4(11), 891-899. <https://doi.org/10.1038/nrc1478>
- Gife, V., Fooks, K., Berthelemy, J., Schcolnik-Cabrera, A., Galicia-Vázquez, G., Nouhi, Z., Aloyz, R., Rys, R. N., Johnson, N. A., Mercier, F. E. y Hulea, L. (2023). mRNA translation inhibition targets bioenergetic homeostasis in AML cells *in vitro* and *in vivo* and synergizes with cytarabine and venetoclax. *Blood*, 142, suplement. 1, 5742. <https://doi.org/10.1182/blood-2023-186142>

- Gonsalves, W. I., Jang, J. S., Jessen, E., Hitosugi, T., Evans, L. A., Jevremovic, D., Pettersson, X. M., Bush, A. G., Gransee, J., Anderson, E. I., Kumar, S. K. y Nair, K. S. (2020). *In vivo* assessment of glutamine anaplerosis into the TCA cycle in human pre-malignant and malignant clonal plasma cells. *Cancer & Metabolism*, 8(1), 29. <https://doi.org/10.1186/540170-020-00235-4>
- Hajdu, S. I. (2011). A note from history: landmarks in history of cancer, part 1. *Cancer*, 117(5), 1097-1102. <https://doi.org/10.1002/cncr.25553>
- Hanahan, D. y Weinberg, R. A. (2000). The hallmarks of cancer. *Cell*, 100(1), 57-70. [https://doi.org/10.1016/S0092-8674\(00\)81683-9](https://doi.org/10.1016/S0092-8674(00)81683-9)
- Hanahan, D. y Weinberg, R. A. (2011). Hallmarks of cancer: the next generation. *Cell*, 144(5), 646-674. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2011.02.013>
- Hao, P., Yu, J., Ward, R., Liu, Y., Hao, Q., An, S. y Xu, T. (2020). Eukaryotic translation initiation factors as promising targets in cancer therapy. *Cell Communication and Signaling*, 18(1), 175. <https://doi.org/10.1186/s12964-020-00607-9>
- Hardwick, J. M. y Soane, L. (2013). Multiple functions of BCL-2 family proteins. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 5(2), a008722. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a008722>
- Hawly, J., Murcar, M. G., Schcolnik-Cabrera, A. e Issa, M. E. (2024). Glioblastoma stem cell metabolism and immunity. *Cancer and Metastasis Reviews*, 43(3), 1015-1035. <https://doi.org/10.1007/s10555-024-10183-w>
- Ho, B., Baryshnikova, A. y Brown, G. W. (2018). Unification of protein abundance datasets yields a quantitative *Saccharomyces cerevisiae* proteome. *Cell Systems*, 6(2), 192-205. <https://doi.org/10.1016/j.cels.2017.12.004>
- Hulea, L., Gravel, S.-P., Morita, M., Cargnello, M., Uchenunu, O., Im, Y. K., Lehuédé, C., Ma, E. H., Leibovitch, M., McLaughlan, S., Blouin, M.-J., Parisotto, M., Papavasiliou, V., Lavoie, C., Larsson, O., Ohh, M., Ferreira, T., Greenwood, C., Bridon, G., ... y Topisirovic, I. (2018). Translational and HIF-1 α -dependent metabolic reprogramming underpin metabolic plasticity and responses to kinase inhibitors and biguanides. *Cell Metabolism*, 28(6), 817-832. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2018.09.001>
- Jewett, M. C., Miller, M. L., Chen, Y. y Swartz, J. R. (2008). Continued protein synthesis at low [ATP] and [GTP] enables cell adaptation during energy limitation. *Journal of Bacteriology*, 191(3), 1083-1091. <https://doi.org/10.1128/JB.00852-08>
- Jia, X., He, X., Huang, C., Li, J., Dong, Z. y Liu, K. (2024). Protein translation: biological processes and therapeutic strategies for human diseases. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 9, 44. <https://doi.org/10.1038/s41392-024-01749-9>
- Jiménez-Valerio, G. y Casanovas, O. (2017). Angiogenesis and metabolism: entwined for therapy resistance. *Trends in Cancer*, 3(1), 10-18. <https://doi.org/10.1016/j.trecan.2016.11.007>

- Jin, J., Byun, J.-K., Choi, Y.-K. y Park, K.-G. (2023). Targeting glutamine metabolism as a therapeutic strategy for cancer. *Experimental & Molecular Medicine*, 55(4), 706-715. <https://doi.org/10.1038/s12276-023-00971-9>
- Kang, J.-S. (2020). Dietary restriction of amino acids for cancer therapy. *Nutrition & Metabolism*, 17, 20. <https://doi.org/10.1186/s12986-020-00439-x>
- Kim, H.-J., Maiti, P. y Barrientos, A. (2017). Mitochondrial ribosomes in cancer. *Seminars in Cancer Biology*, 47, 67-81. <https://doi.org/10.1016/j.semcan.2017.04.004>
- Kridel, S. J., Axelrod, F., Rozenkrantz, N. y Smith, J. W. (2004). Orlistat is a novel inhibitor of fatty acid synthase with antitumor activity. *Cancer Research*, 64(6), 2070-2075. <https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-03-3645>
- Lee, L. J., Papadopoli, D., Jewer, M., Del Rincon, S., Topisirovic, I., Lawrence, M. G. y Postovit, L. M. (2021). Cancer plasticity: the role of mRNA translation. *Trends in Cancer*, 7(2), 134-145. <https://doi.org/10.1016/j.trecan.2020.09.005>
- Li, T., Copeland, C. y Le, A. (2021). Glutamine metabolism in cancer. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1311, 17-38. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65768-0_2
- Liberti, M. V. y Locasale, J. W. (2016). The Warburg effect: how does it benefit cancer cells? *Trends in Biochemical Sciences*, 41(3), 211-218. <https://doi.org/10.1016/j.tibs.2015.12.001>
- Lindqvist, L. M., Tandoc, K., Topisirovic, I. y Furic, L. (2018). Cross-talk between protein synthesis, energy metabolism and autophagy in cancer. *Current Opinion in Genetics & Development*, 48, 104-111. <https://doi.org/10.1016/j.gde.2017.11.003>
- Marques-Ramos, A. y Cervantes, R. (2023). Expression of mTOR in normal and pathological conditions. *Molecular Cancer*, 22(1), 112. <https://doi.org/10.1186/s12943-023-01820-z>
- Morandi, A. y Indraccolo, S. (2017). Linking metabolic reprogramming to therapy resistance in cancer. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1868(1), 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.bbcan.2016.12.004>
- Mossmann, D., Park, S. y Hall, M. N. (2018). mTOR signalling and cellular metabolism are mutual determinants in cancer. *Nature Reviews Cancer*, 18(12), 744-757. <https://doi.org/10.1038/s41568-018-0074-8>
- Mostafavi, S., Zalpoor, H. y Hassan, Z. M. (2022). The promising therapeutic effects of metformin on metabolic reprogramming of cancer-associated fibroblasts in solid tumors. *Cellular & Molecular Biology Letters*, 27(1), 58. <https://doi.org/10.1186/s11658-022-00356-2>
- Nagao, A., Nakanishi, Y., Yamaguchi, Y., Mishina, Y., Karoji, M., Toya, T., Fujita, T., Iwasaki, S., Miyauchi, K., Sakaguchi, Y. y Suzuki, T. (2023). Quality control of protein synthesis in the early elongation stage. *Nature Communications*, 14, 2704. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-38077-5>

- Nwosu, Z. C., Piorońska, W., Battello, N., Zimmer, A. D., Dewidar, B., Han, M., Pereira, S., Blagojevic, B., Castven, D., Charlestin, V., Holenya, P., Lochead, J., De la Torre, C., Gretz, N., Sajjkulnukit, P., Zhang, L., Ward, M. H., Marquardt, J. U., Di Magliano, M. P., ... y Dooley, S. (2020). Severe metabolic alterations in liver cancer lead to ERK pathway activation and drug resistance. *EBioMedicine*, 54, 102699. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2020.102699>
- Offman, M. N., Krol, M., Patel, N., Krishnan, S., Liu, J., Saha, V. y Bates, P. A. (2011). Rational engineering of L-asparaginase reveals importance of dual activity for cancer cell toxicity. *Blood*, 117(5), 1614-1621. <https://doi.org/10.1182/blood-2010-07-298422>
- Pan, S., Fan, M., Liu, Z., Li, X. y Wang, H. (2020). Serine, glycine and one-carbon metabolism in cancer (Review). *International Journal of Oncology*, 58(2), 158-170. <https://doi.org/10.3892/ijo.2020.5158>
- Patra, K. C. y Hay, N. (2014). The pentose phosphate pathway and cancer. *Trends in Biochemical Sciences*, 39(8), 347-354. <https://doi.org/10.1016/j.tibs.2014.06.005>
- Paul, S., Ghosh, S. y Kumar, S. (2022). Tumor glycolysis, an essential sweet tooth of tumor cells. *Seminars in Cancer Biology*, 86, parte 3, 1216-1230. <https://doi.org/10.1016/j.semcancer.2022.09.007>
- Pelletier, J., Graff, J., Ruggero, D. y Sonenberg, N. (2015). Targeting the eIF4F translation initiation complex: a critical nexus for cancer development. *Cancer Res* 2015, 75(2), 250-263. <https://doi.org/10.1158/0008-5472.can-14-2789>
- Petan, T. (2020). Lipid droplets in cancer. *Reviews of Physiology, Biochemistry and Pharmacology*, 185, 53-86. https://doi.org/10.1007/112_2020_51
- Pinheiro, C., García, E. A., Morais-Santos, F., Moreira, M. A. R., Almeida, F. M., Jubé, L. F., Queiroz, G. S., Paula, É. C., Andreoli, M. A., Villa, L. L., Longatto-Filho, A. y Baltazar, F. (2015). Reprogramming energy metabolism and inducing angiogenesis: co-expression of monocarboxylate transporters with VEGF family members in cervical adenocarcinomas. *BMC Cancer*, 15, 835. <https://doi.org/10.1186/s12885-015-1842-4>
- Raimondi, V., Ciotti, G., Gottardi, M. y Ciccarese, F. (2022). 2-hydroxyglutarate in acute myeloid leukemia: a journey from pathogenesis to therapies. *Biomedicines*, 10(6), 1356. <https://doi.org/10.3390/biomedicines10061359>
- Ratnikov, B., Aza-Blanc, P., Ronai, Z. A., Smith, J. W., Osterman, A. L. y Scott, D. A. (2015). Glutamate and asparagine cataplerosis underlie glutamine addiction in melanoma. *Oncotarget*, 6(10), 7379-7389. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.3132>
- Rena, G., Hardie, D. G. y Pearson, E. R. (2017). The mechanisms of action of metformin. *Diabetologia*, 60(9), 1577-1585. <https://doi.org/10.1007/s00125-017-4342-z>
- Rothschild, B. M., Tanke, D. H., Helbling II, M. y Martin, L. D. (2003). Epidemiologic study of tumors in dinosaurs. *Naturwissenschaften*, 90(11), 495-500. <https://doi.org/10.1007/s00114-003-0473-9>

- Ruan, H., Li, X., Xu, X., Leibowitz, B. J., Tong, J., Chen, L., Ao, L., Xing, W., Luo, J., Yu, Y., Schoen, R. E., Sonenberg, N., Lu, X., Zhang, L. y Yu, J. (2020). eIF4E S209 phosphorylation licenses myc- and stress-driven oncogenesis. *eLife*, 9, e60151. <https://doi.org/10.7554/elife.60151>
- Santos, C. R. y Schulze, A. (2012). Lipid metabolism in cancer. *FEBS J*, 279(15), 2610-2623. <https://doi.org/10.1111/j.1742-4658.2012.08644.x>
- Scholnik-Cabrera, A., Chavez-Blanco, A., Dominguez-Gomez, G., Juarez, M., Lai, D., Hua, S., Tovar, A. R., Diaz-Chavez, J. y Duenas-Gonzalez, A. (2020). The combination of orlistat, lonidamine and 6-diazo-5-oxo-L-norleucine induces a quiescent energetic phenotype and limits substrate flexibility in colon cancer cells. *Oncology Letters*, 20(3), 3053-3060. <https://doi.org/10.3892/ol.2020.11838>
- Scholnik-Cabrera, A., Chávez-Blanco, A., Domínguez-Gómez, G., Juárez, M., Vargas-Castillo, A., Ponce-Toledo, R. I., Lai, D., Hua, S., Tovar, A. R., Torres, N., Pérez-Montiel, D., Díaz-Chávez, J. y Dueñas-González, A. (2021). Pharmacological inhibition of tumor anabolism and host catabolism as a cancer therapy. *Scientific Reports*, 11(1), 5222. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-84538-6>
- Scholnik-Cabrera, A., Chávez-Blanco, A., Domínguez-Gómez, G., Taja-Chayeb, L., Morales-Bárceñas, R., Trejo-Becerril, C., Pérez-Cárdenas, E., González-Fierro, A. y Dueñas-González, A. (2018). Orlistat as a FASN inhibitor and multitargeted agent for cancer therapy. *Expert Opinion Investigational Drugs*, 27(5), 475-489. <https://doi.org/10.1080/13543784.2018.1471132>
- Scholnik-Cabrera, A., Domínguez-Gómez, G., Chávez-Blanco, A., Ramírez-Yautentzi, M., Morales-Bárceñas, R., Díaz-Chávez, J., Taja-Chayeb, L. y Dueñas-González, A. (2019). A combination of inhibitors of glycolysis, glutaminolysis and de novo fatty acid synthesis decrease the expression of chemokines in human colon cancer cells. *Oncology Letters*, 18(6), 6909-6916. <https://www.spandidos-publications.com/10.3892/ol.2020.11303>
- Scholnik-Cabrera, A. y Juárez-López, D. (2022). Dual contribution of the mTOR pathway and of the metabolism of amino acids in prostate cancer. *Cellular Oncology*, 45(5), 831-859. <https://doi.org/10.1007/s13402-022-00706-4>
- Scott, D. A., Richardson, A. D., Filipp, F. V., Knutzen, C. A., Chiang, G. G., Ronai, Z. A., Osterman, A. L. y Smith, J. W. (2011). Comparative metabolic flux profiling of melanoma cell lines: beyond the Warburg Effect. *Journal of Biological Chemistry*, 286(49), 42626-42634. <https://doi.org/10.1074/jbc.M111.282046>
- Scott, L., Lamb, J., Smith, S. y Wheatley, D. N. (2000). Single amino acid (arginine) deprivation: rapid and selective death of cultured transformed and malignant cells. *British Journal of Cancer*, 83(6), 800-810. <https://doi.org/10.1054/bjoc.2000.1353>

- Shen, P., Reineke, L. C., Knutsen, E., Chen, M., Pichler, M., Ling, H. y Calin, G. A. (2018). Metformin blocks MYC protein synthesis in colorectal cancer via mTOR-4EBP-eIF4E and MNK1-eIF4G-eIF4E signaling. *Molecular Oncology*, 12(11), 1856-1870. <https://doi.org/10.1002/1878-0261.12384>
- Shi, L., Chen, S., Yang, L. y Li, Y. (2013). The role of PD-1 and PD-L1 in T-cell immune suppression in patients with hematological malignancies. *Journal of Hematology & Oncology*, 6(1), 74. <https://doi.org/10.1186/1756-8722-6-74>
- Smith, L. K., Parmenter, T., Kleinschmidt, M., Kusnadi, E. P., Kang, J., Martin, C. A., Lau, P., Patel, R., Lorent, J., Papadopoli, D., Trigos, A., Ward, T., Rao, A. D., Lelliott, E., Sheppard, K., Goode, D., Hicks, R. J., Tiganis, T., Simpson, K., ... y McArthur, G. A. (2022). Adaptive translational reprogramming of metabolism limits the response to targeted therapy in BRAF^{V600} melanoma. *Nature Communications*, 13(1), 1100. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-28705-x>
- Son, S. M., Park, S. J., Lee, H., Siddiqi, F., Lee, J. E., Menzies, F. M. y Rubinsztein, D. C. (2019). Leucine signals to mTORC1 via its metabolite acetyl-coenzyme A. *Cell Metabolism*, 29(1), 192-201. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2018.08.013>
- Tahmasebi, S., Sonenberg, N., Hershey, J. W. B. y Mathews, M. B. (2019). Protein synthesis and translational control: a historical perspective. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 11(9), a035584. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a035584>
- Tobón-Cornejo, S., Vargas-Castillo, A., Juárez, M., Acevedo-Carabantes, J. A., Noriega, L. G., Granados-Portillo, O., Chávez-Blanco, A., Morales-Bárceñas, R., Torres, N., Tovar, A. R. y Schcolnik-Cabrera, A. (2025). Metabolic reprogramming and synergistic cytotoxicity of genistein and chemotherapy in human breast cancer cells. *Life Sciences*, 370, 123562. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2025.123562>
- Tufail, M., Jiang, C.-H. y Li, N. (2024). Altered metabolism in cancer: insights into energy pathways and therapeutic targets. *Molecular Cancer*, 23(1), 203. <https://doi.org/10.1186/s12943-024-02119-3>
- Vicens, Q. y Kieft, J. S. (2022). Thoughts on how to think (and talk) about RNA structure. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(17), e2112677119. <https://doi.org/10.1073/pnas.2112677119>
- Wahba, A., Rath, B. H., Bisht, K., Camphausen, K. y Tofilon, P. J. (2016). Polysome profiling links translational control to the radioresponse of glioblastoma stem-like cells. *Cancer Research*, 76(10), 3078-3087. <https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-15-3050>
- Wang, H., Nicolay, B. N., Chick, J. M., Gao, X., Geng, Y., Ren, H., Gao, H., Yang, G., Williams, J. A., Suski, J. M., Keibler, M. A., Sicinska, E., Gerdemann, U., Haining, W. N., Roberts, T. M., Polyak, K., Gygi, S. P., Dyson, N. J. y Sicinski, P. (2017). The metabolic function of cyclin D3-CDK6 kinase in cancer cell survival. *Nature*, 546(7658), 426-430. <https://doi.org/10.1038/nature22797>

- Ward, A. V., Riley, D., Cospers, K. E., Finlay-Schultz, J., Brechbuhl, H. M., Libby, A. E., Hill, K. B., Varshney, R. R., Kabos, P., Rudolph, M. C. y Sartorius, C. A. (2025). Lipid metabolic reprogramming drives triglyceride storage and variable sensitivity to FASN inhibition in endocrine-resistant breast cancer cells. *Breast Cancer Research*, 27(1), 32. <https://doi.org/10.1186/s13058-025-01991-1>
- Webb, T. E., Davies, M., Maher, J. y Sarker, D. (2020). The eIF4A inhibitor silvestrol sensitizes T-47D ductal breast carcinoma cells to external-beam radiotherapy. *Clinical and Translational Radiation Oncology*, 24, 123-126. <https://doi.org/10.1016/j.ctro.2020.07.002>
- Wu, X., Xie, W., Xie, W., Wei, W. y Guo, J. (2022). Beyond controlling cell size: functional analyses of S6K in tumorigenesis. *Cell Death & Disease*, 13(7), 646. <https://doi.org/10.1038/s41419-022-05081-4>
- Yadav, D., Yadav, A., Bhattacharya, S., Dagar, A., Kumar, V. y Rani, R. (2024). GLUT and HK: Two primary and essential key players in tumor glycolysis. *Seminars in Cancer Biology*, 100, 17-27. <https://doi.org/10.1016/j.semcancer.2024.03.001>
- Yang, L., Miao, L., Liang, F., Huang, H., Teng, X., Li, S., Nuriddinov, J., Selzer, M. E. y Hu, Y. (2014). The mTORC1 effectors S6K1 and 4E-BP play different roles in CNS axon regeneration. *Nature Communications*, 5, 5416. <https://doi.org/10.1038/ncomms6416>
- Yetkin-Arik, B., Vogels, I. M. C., Nowak-Sliwinska, P., Weiss, A., Houtkooper, R. H., Van Noorden, C. J. F., Klaassen, I. y Schlingemann, R. O. (2019). The role of glycolysis and mitochondrial respiration in the formation and functioning of endothelial tip cells during angiogenesis. *Scientific Reports*, 9(1), 12608. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-48676-2>
- Zadra, G., Ribeiro, C. F., Chetta, P., Ho, Y., Cacciatore, S., Gao, X., Syamala, S., Bango, C., Photopoulos, C., Huang, Y., Tyekucheva, S., Bastos, D. C., Tchaicha, J., Lawney, B., Uo, T., D'Anello, L., Csibi, A., Kalekar, R., Larimer, B., ... y Loda, M. (2018). Inhibition of de novo lipogenesis targets androgen receptor signaling in castration-resistant prostate cancer. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(2), 631-640. <https://doi.org/10.1073/pnas.1808834116>
- Zhang, Y. y Wang, X. (2020). Targeting the Wnt/beta-catenin signaling pathway in cancer. *Journal of Hematology & Oncology*, 13(1), 165. <https://doi.org/10.1186/s13045-020-00990-3>
- Zhu, Y., Zhou, Z., Du, X., Lin, X., Liang, Z.-M., Chen, S., Sun, Y., Wang, Y., Na, Z., Wu, Z., Zhong, J., Han, B., Zhu, X., Fu, W., Li, H., Luo, M.-L. y Hu, H. (2025). Cancer cell-derived arginine fuels polyamine biosynthesis in tumor-associated macrophages to promote immune evasion. *Cancer Cell*, 43(6), 1045-1060. <https://doi.org/10.1016/j.ccell.2025.03.015>

ARTÍCULOS

Clínica de Trastornos del Sueño: contribución a la salud física y mental de la sociedad

Sleep Disorders Clinic: contributions to the physical and mental health of society

Carlos José Aragón Carrillo

ORCID: 0000-0001-7837-916X, junker.ju@gmail.com

Centro de Investigación Transdisciplinar en Psicología (CITPSI),
Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)

Fructuoso Ayala Guerrero

ORCID: 0000-0002-6029-3525, fayala@unam.mx

Facultad de Psicología (FP), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

Ma. de la Cruz Bernarda Téllez Alanís

ORCID: 0000-0003-2940-9283, btellez@uaem.mx

Centro de Investigación Transdisciplinar en Psicología (CITPSI),
Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM)

Recepción: 21/05/25. Aceptación: 12/08/25. Publicación: 19/02/26.

RESUMEN

El sueño es un proceso biológico esencial que influye en la salud física, mental y emocional. Su alteración se ha asociado con enfermedades crónicas y trastornos cognitivos, lo que destaca la necesidad de abordajes especializados. En 2004 se fundó la Clínica de Trastornos del Sueño, hoy Laboratorio del Sueño, en el Centro de Investigación Transdisciplinar en Psicología (CITPSI) de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM), el cual se consolidó como un espacio de atención clínica, investigación y formación académica. Este artículo examina la historia, el impacto y los desafíos enfrentados, resaltando la importancia de su papel en la salud pública y la necesidad de fortalecer su sostenibilidad mediante iniciativas innovadoras.

PALABRAS CLAVE

trastornos del sueño, medicina del sueño, salud pública, atención interdisciplinaria, perturbaciones del sueño

ABSTRACT

Sleep is an essential biological process that influences physical, mental, and emotional health. Its disruption has been linked to chronic illnesses and cognitive disorders, underscoring the need for specialized approaches. In 2004, the Sleep Disorders Clinic, now the Sleep Laboratory, was founded at the Transdisciplinary Research Center in Psychology of the Autonomous University of the State of Morelos, establishing itself as a space for clinical care, research and academic training. This article examines its history, impact and the challenges it has faced, highlighting the importance of its role in public health and the need to strengthen its sustainability through innovative initiatives.

KEYWORDS

sleep disorders, sleep medicine, public health, interdisciplinary care, sleep disturbances

Introducción

El sueño es una necesidad biológica esencial que trasciende el simple descanso. Es un estado activo del cerebro que regula funciones vitales para la salud física, mental y emocional. Está organizado de manera cíclica y constituido por diferentes etapas cuyo ciclo dura noventa minutos en promedio. Este ciclo se inicia en la etapa de *no movimientos oculares rápidos* (NOMOR) o sueño de ondas lentas, seguido de la etapa de *movimientos oculares rápidos* (MOR), donde se presenta la mayoría de las ensoñaciones.

Durante las etapas de sueño MOR y NOMOR, el organismo lleva a cabo procesos críticos, como la secreción de hormonas que promueven el crecimiento y la regulación metabólica. Estas fases permiten la restauración del equilibrio del organismo y, cuando se alteran, pueden surgir consecuencias negativas, como problemas de memoria, irritabilidad y fatiga crónica (Ramar et al., 2021).

Además, el sueño es indispensable para el desarrollo y la maduración del sistema nervioso central. En la infancia, contribuye a la formación de sinapsis y circuitos neuronales fundamentales para habilidades como la motricidad, el lenguaje y la socialización. Este impacto se extiende al aprendizaje, la memoria y la salud mental, áreas que pueden verse afectadas gravemente por la falta de un sueño adecuado durante etapas críticas del desarrollo (Navarro Vergara y González Rabelino, 2022).

Pero el impacto del sueño va más allá de lo fisiológico: regula la conducta, la emoción y la atención. Signos como la somnolencia, la dificultad para concentrarse, la apatía e incluso la irritabilidad suelen ser indicadores de un sueño insuficiente o inadecuado. Estas alteraciones no sólo afectan la calidad de vida individual sino también el bienestar colectivo, lo que evidencia la necesidad de fomentar hábitos saludables y crear espacios especializados, como laboratorios o clínicas del sueño, para abordar estas problemáticas de manera integral (Nazareno-Medranda y Moyano-Carrera, 2022).

En un contexto donde los trastornos del sueño se han relacionado con enfermedades crónicas, como la obesidad, la diabetes y las enfermedades cardiovasculares, así como con un aumento en los casos de ansiedad y depresión, resulta crucial priorizar la atención al sueño dentro de las estrategias de salud pública. La creación de laboratorios especializados es un paso necesario para atender este panorama y mejorar la calidad de vida de las personas afectadas (Organización Mundial de la Salud, 2022; Ramar et al., 2021).

Origen y desarrollo de la medicina del sueño en México

La medicina del sueño en México ha evolucionado de forma significativa desde mediados del siglo XX, por lo cual se ha consolidado como una especialidad interdisciplinaria esencial para la salud pública. Aunque las primeras investigaciones sobre el sueño en México se remontan

a 1948, fue en 1974 cuando se comenzaron a realizar esfuerzos formales para estudiar y abordar los trastornos relacionados con el sueño de manera integral.

Un momento clave en esta trayectoria fue la creación de la Clínica de Trastornos del Sueño de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) en 1997, la cual se ubica en el Hospital General de México. Este espacio no sólo marcó un antes y un después en el ámbito de la medicina del sueño en Latinoamérica, sino que también sentó las bases para que otros laboratorios y clínicas del país adoptaran un modelo interdisciplinario enfocado en la investigación, la formación y la atención clínica especializada (Poblano et al., 2024).

En este contexto, Morelos no fue la excepción. Con una creciente necesidad de servicios especializados y la urgencia de atender los trastornos del sueño en la región, la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) asumió un papel pionero al establecer su propia clínica del sueño.

La Clínica de Trastornos del Sueño de la UAEM: una historia de innovación y retos

En 2004, la UAEM, mediante la Unidad de Servicios Psicológicos, dio un paso significativo en el ámbito de la salud al establecer la Clínica de Trastornos del Sueño. Bajo la dirección de Fructuoso Ayala Guerrero, pionero en el estudio del sueño en México, este espacio se concibió como una respuesta a la creciente necesidad de diagnosticar y tratar los trastornos del sueño en el estado de Morelos, donde se ofrecen servicios accesibles y de alta calidad a la comunidad.

Desde su fundación, la clínica se pensó con un enfoque interdisciplinario, mediante el cual se fueron integrando a ella especialistas en psicología, neurología, neumología y otras especialidades médicas, para tratar los innumerables trastornos integrados en la Clasificación Internacional de los Trastornos del Sueño (ICSD) (American Academy of Sleep Medicine, 2014). Además, dada su importancia, se inició la formación de técnicos capacitados en polisomnografía, así como la elaboración de tesis profesionales de las facultades de Psicología y Medicina y la publicación de artículos en revistas especializadas tanto en español como en inglés y portugués (Ayala-Guerrero et al., 2009; Ayala-Guerrero et al., 2010; Ayala-Guerrero et al., 2014; Ayala-Guerrero et al., 2017). Asimismo, se impartieron cursos en esta última facultad.

Los estudios realizados en la clínica, bajo un ambiente controlado, permitieron evaluar parámetros clave, como la actividad cerebral, respiratoria y muscular durante el sueño. Un ambiente de este tipo implica mantener en las instalaciones las siguientes condiciones: una temperatura agradable entre 20 y 22 C°, aislamiento acústico para evitar ruidos externos y total oscuridad o luces atenuadas, según el momento del estudio. Además, el cuarto donde se realice el estudio debe contar con ventilación adecuada, una cama cómoda con ropa de cama limpia y equipamiento técnico, como cámaras infrarrojas y micrófonos para monitorear al paciente sin interrupciones.

Este proyecto fue posible gracias a las gestiones del entonces director de la Facultad de Psicología, Fernando Bilbao Marcos, y al respaldo institucional del rector René Santoveña Arredondo, quienes consiguieron los recursos necesarios para poner en marcha esta iniciativa en menos de un año (2004-2005).

Durante su primera etapa, la clínica combinó servicios clínicos, formación académica e investigación aplicada, y superó desafíos como la capacitación de personal y la adquisición de tecnología especializada. Además de su impacto clínico, desempeñó un papel crucial en la sensibilización de la población acerca de la importancia del sueño para la salud. Este esfuerzo permitió que la clínica se consolidara como un modelo de atención integral, con un enfoque humanista y académico que trascendió las fronteras del estado, al atender a personas de los estados de Puebla, Guerrero y de la Ciudad de México.

Reapertura de la Clínica de Trastornos del Sueño y su transformación en el Laboratorio del Sueño

En septiembre de 2018, la Clínica de Trastornos del Sueño de la UAEM inició una nueva etapa con su reapertura en las instalaciones del Centro de Investigación Transdisciplinar en Psicología (CITPSI). Este evento marcó el renacimiento de un espacio dedicado al diagnóstico y tratamiento de los trastornos del sueño, así como a la difusión de conocimientos en este ámbito. La reapertura estuvo marcada por un ciclo de conferencias que contó con la participación de Reyes Haro Valencia y Humberto Medina Chávez, reconocidos especialistas a nivel nacional e internacional en el estudio de los trastornos del sueño.

Durante sus ponencias, ambos destacaron la importancia del sueño para la salud integral, subrayando que un mal descanso puede tener implicaciones negativas, como disminución en el rendimiento cognitivo, aumento del riesgo de enfermedades crónicas y afectaciones emocionales que impactan en la calidad de vida. Estas actividades no sólo sensibilizaron a la comunidad académica y médica, sino que también acercaron a la población general al conocimiento de los riesgos y tratamientos de los trastornos del sueño.

En diciembre de 2019, con el apoyo del proyecto del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) 302604, gestionado por Bernarda Téllez Alanís y Bruma Palacios Hernández y respaldado por las autoridades de la UAEM, la clínica se transformó en el Laboratorio del Sueño. Esta evolución implicó la adquisición de tecnología de punta, incluido un equipo de polisomnografía de última generación y una cámara de Gesell, que ampliaron de forma significativa las capacidades del laboratorio.

El equipo de polisomnografía permitió registrar múltiples parámetros fisiológicos esenciales durante el sueño, como la actividad cerebral (electroencefalografía), la actividad muscular, la saturación de oxígeno en la sangre, la frecuencia cardíaca y los patrones respiratorios. Por su parte, la cámara de Gesell se convirtió en una herramienta clave para estudios

observacionales, en especial en investigaciones relacionadas con la conducta y las interacciones humanas en un entorno controlado.

Esta transformación no sólo fortaleció la capacidad clínica del laboratorio, sino que también consolidó su función como un espacio de investigación avanzada. Con estas mejoras, el Laboratorio del Sueño se posicionó como un referente regional en la atención, formación y generación de conocimiento, lo que reafirma el compromiso de la UAEM con la salud y el bienestar de la comunidad.

Colaboración y difusión

Una de las estrategias clave durante la etapa de consolidación del Laboratorio del Sueño fue el establecimiento de alianzas estratégicas con actores especializados en el ámbito de la medicina del sueño. Estas colaboraciones no sólo fortalecieron los servicios clínicos, sino que también promovieron una mayor comprensión de la importancia del sueño para la salud integral.

Entre estas alianzas destacaron las concretadas con la empresa Somnoresp SA de RL y el Instituto Mexicano de Medicina Integral del Sueño (IMMIS). La primera proporcionó asesoría técnica integral y, hasta 2025, ha garantizado el recurso humano necesario para realizar los estudios de polisomnografía. Además, los diagnósticos resultantes de estos estudios son llevados a cabo por médicos neurólogos especialistas en electrofisiología, lo que asegura un alto estándar de calidad en los servicios ofrecidos.

Por su parte, IMMIS desempeñó un papel fundamental en la atención clínica desde 2018 hasta febrero de 2024. Este apoyo se dividió en dos etapas. En la primera, entre 2018 y febrero de 2020, algunos especialistas en otorrinolaringología y neumología acudían cada semana a las instalaciones del CITPSI para dar consultas presenciales. Estos especialistas hacían una evaluación inicial que determinaba el tratamiento más adecuado para cada paciente, incluidos entre ellos estudios de polisomnografía, atención farmacológica o terapia psicológica cognitivo-conductual.

Asimismo, durante este periodo, el laboratorio ofreció el servicio de clínica de presión positiva continua en las vías respiratorias (CPAP en inglés), esencial para pacientes con apnea obstructiva del sueño. Este tratamiento utiliza un dispositivo que suministra una presión constante de aire, lo cual evita el colapso de las vías respiratorias durante el sueño y mejora de forma significativa la calidad de vida de los pacientes.

Innovación y resiliencia en tiempos de pandemia

La pandemia de COVID-19 representó un desafío significativo para el Laboratorio del Sueño. En 2020, las restricciones sanitarias llevaron a la suspensión temporal de los servicios presenciales, lo que supuso un reto tanto para la continuidad de la atención clínica como para las

actividades de investigación. Sin embargo, este periodo marcó también una etapa de innovación y adaptación estratégica.

Ante la imposibilidad de ofrecer consultas presenciales, el laboratorio consolidó un modelo de atención híbrido en colaboración con el IMMIS. Este esquema permitió a los pacientes optar por consultas virtuales o presenciales en la Ciudad de México, lo que aseguró la continuidad de los servicios clínicos especializados a costos accesibles. La flexibilidad de este modelo fue fundamental para mantener la atención médica en un momento crítico.

Paralelamente, el laboratorio se enfocó en potenciar su papel como espacio de investigación. La cámara de Gesell, instalada en 2019, fue utilizada en un proyecto innovador que exploró la intervención psicoterapéutica en madres con depresión posparto. Este estudio, llevado a cabo como parte de una tesis de maestría, evidenció la versatilidad del laboratorio como herramienta para investigaciones interdisciplinarias en salud mental y trastornos del sueño.

En 2022, con la disminución de las restricciones sanitarias, el laboratorio retomó los estudios de polisomnografía en sus instalaciones en Cuernavaca. Gracias a la colaboración con Somnoresp, los estudios se realizaron con equipos de última generación y bajo la supervisión de técnicos capacitados, lo que garantizó diagnósticos precisos y un enfoque centrado en el paciente. Este modelo no sólo responde a las necesidades de diagnóstico y tratamiento de los trastornos del sueño, sino que también fomenta el desarrollo profesional y la generación de conocimiento.

Desde su transformación en 2019, el laboratorio ha desempeñado un papel crucial en la formación de recursos humanos especializados. Estudiantes de licenciatura y posgrado en psicología han encontrado en este espacio una plataforma ideal para adquirir experiencia práctica en estudios de polisomnografía y análisis de casos clínicos. En el ámbito clínico, el laboratorio ha adoptado un enfoque integral que combina la tecnología de última generación con un trato humanista.

Cada paciente es atendido por un equipo multidisciplinario que trabaja en conjunto para garantizar diagnósticos precisos y tratamientos efectivos. Este modelo de atención, concebido desde 2004, ha permitido no sólo mejorar la calidad de vida de los pacientes, sino también sensibilizar a la comunidad sobre la importancia del sueño para la salud física y mental. Además, el laboratorio ha sido un motor de investigación aplicada, donde se han abordado problemáticas relevantes, como los trastornos del sueño en poblaciones vulnerables.

Proyectos innovadores, como los estudios sobre el sueño en niños con trastornos del espectro autista y las investigaciones sobre la interacción entre el sueño y la salud emocional (Alpízar Cambrey, 2008; Luna Saavedra, 2009; Martínez Pliego, 2012), han hecho aportes significativos al conocimiento científico en esta área. Su capacidad para combinar asistencia médica, formación profesional e investigación lo convierte en un modelo ejemplar de

cómo los espacios interdisciplinarios pueden transformar la atención de la salud y contribuir al bienestar comunitario.

En línea con este impacto, entre 2014 y 2024, el laboratorio brindó atención especializada a 290 personas en consultas de medicina del dormir y realizó 54 estudios de polisomnografía. Estos logros, alcanzados incluso en tiempos adversos, reflejan el impacto sostenido del laboratorio en la salud de la comunidad, lo que destaca su capacidad para adaptarse y responder a las necesidades emergentes.

Propuestas de reactivación

Con el compromiso de mantener su relevancia y seguir teniendo un impacto en la comunidad, el Laboratorio del Sueño ha desarrollado iniciativas para revitalizar y expandir sus actividades. Estas propuestas buscan fortalecer tanto la atención clínica como la formación académica y la investigación interdisciplinaria, para asegurar la sostenibilidad del laboratorio en el futuro.

Entre las estrategias planteadas destaca la organización de cursos especializados sobre trastornos del sueño dirigidos a psicólogos, médicos y otros profesionales de la salud. Estos programas de capacitación, diseñados con un enfoque práctico y teórico, abordan temas como la higiene del sueño, el diagnóstico de trastornos mediante polisomnografía y las intervenciones terapéuticas en casos específicos, como la apnea obstructiva y el insomnio crónico.

Asimismo, se contempla la implementación de programas de sensibilización dirigidos a la comunidad en general. Talleres educativos, campañas informativas y conferencias abiertas son algunas de las herramientas que se planea utilizar para fomentar la comprensión de la importancia del sueño en la salud integral. Estas iniciativas buscan no sólo empoderar a la población, sino también crear una red de apoyo que promueva hábitos saludables y una mejor calidad de vida.

Finalmente, la revitalización del laboratorio incluye la evaluación y mejora continua de sus procesos internos. Esto implica desde la actualización del equipo tecnológico hasta la formación constante del personal. Con estas propuestas, el Laboratorio del Sueño reafirma su compromiso de mantenerse a la vanguardia en la atención de los trastornos del sueño, para contribuir al bienestar de la comunidad y fortalecer su papel como referente académico, clínico y científico en la región.

Conclusión

El Laboratorio del Sueño de la UAEM representa un modelo integral que combina la atención interdisciplinaria, la formación académica y la investigación científica para mejorar la salud y la calidad de vida. Desde su inicio como Clínica de Trastornos del Sueño en 2004 ha evolucionado para responder a las necesidades de la comunidad, lo que le ha permitido consolidarse

como referente en Morelos. Su transformación en 2019, impulsada por el proyecto CONAHCYT, amplió su capacidad tecnológica y de investigación, con lo cual fortaleció su papel en la medicina del sueño.

A pesar de los desafíos, incluida la pandemia de COVID-19, el laboratorio ha demostrado capacidad de resiliencia e innovación. Las estrategias de reactivación y expansión refuerzan su compromiso con la excelencia clínica, la educación y la sensibilización comunitaria. Su trayectoria evidencia la importancia de invertir en espacios interdisciplinarios para abordar los trastornos del sueño y fortalecer la salud pública en México.

Referencias

- Alpizar Cambray, C. A. (2008). *Organización del sueño en niños con autismo*. [Tesis de licenciatura, UAEM].
- American Academy of Sleep Medicine (2014). *International classification of sleep disorders* (3rd ed.). AASM.
- Ayala-Guerrero, F., Alpizar, A., Luna, R., Cruz, J. y González, V. (2010). As características do sono em crianças autistas. En R. Reimão, L. E. L. Ribeiro do Valle, E. L. Ribeiro do Valle y S. Rossini (orgs.), *Sono & Saúde. Interface com a psicologia e neurologia* (pp. 107–120). Novo Conceito.
- Ayala-Guerrero, F., Álvarez Alcántara, E., Mexicano-Medina, G., González González, V. y Cruz Suárez, J. J. (2017). Patrones del sueño y ondas mu en pacientes con trastornos del espectro autista (tea). En A. Rosales-Lagarde, J. L. Díaz, M. F. Müller y A. Jiménez-Anguiano (eds.), *La naturaleza de los sueños. Cerebro, mente y cultura* (pp. 335-358). CCYTEM-CEMOCC/Herder/UAM. https://herder.com.mx/sites/default/files/topic_files/naturaleza_de_los_suenos_muestra.pdf
- Ayala-Guerrero, F., Mexicano, G., González, V. y Hernández, M. (2009). Effect of oxcarbazepine on sleep architecture. *Epilepsy & Behavior*, 15(3), 287-290. <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2009.04.013>
- Ayala-Guerrero, F., Mexicano, G. y Huicochea-Arredondo, S. (2014). Sleep characteristics in patients with autism spectrum disorders. *Journal of Neurology Disorders & Stroke*, 2(3), 1070. <https://www.jscimedcentral.com/journal-article-info/Journal-of-Neurological-Disorders-and-Stroke/Sleep-Characteristics-in-Patients--with-Autism-Spectrum-Disorders-6364#>
- Luna Saavedra, R. (2009). *Alteraciones en las fases de sueño y en el desarrollo cognoscitivo en niños con autismo*. [Tesis de licenciatura, UAEM].
- Martínez Pliego, A. (2012). *Características del sueño y funciones cognoscitivas en niños autistas gemelos*. [Tesis de licenciatura, UAEM].

- Navarro Vergara, M. S. y González Rabelino, J. (2022). Trastornos del sueño y su impacto en el neurodesarrollo. *Medicina (Buenos Aires)*, 82, supl. III, 30-34. <https://www.medicinabuenosaires.com/revistas/vol82-22/s3/30s3.pdf>
- Nazareno-Medranda, S. M. y Moyano-Carrera, J. M. (2022). Hábitos de sueño y depresión como factores del rendimiento académico de niños en edad. *Polo del Conocimiento*, 7(7), ed. núm. 70, 526-554. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4238>
- Organización Mundial de la Salud (17 de junio de 2022). La OMS subraya la urgencia de transformar la salud mental y los cuidados conexos. OMS, sp. <https://www.who.int/es/news/item/17-06-2022-who-highlights-urgent-need-to-transform-mental-health-and-mental-health-care>
- Poblano, A., Santana-Miranda, R., Jiménez-Correa, U. y Haro, R. (2024). Historia de la investigación en trastornos del sueño y de su primera clínica en México. *Revista de la Facultad de Medicina*, 67(2), 34-53. <https://doi.org/10.22201/fm.24484865e.2024.67.2.06>
- Ramar, K., Malhotra, R. K., Carden, K. A., Martin, J. L., Abbasi-Feinberg, F., Aurora, R. N., Kapur, V. K., Olson, E. J., Rosen, C. L., Rowley, J. A., Shelgikar, A. V. y Trotti, L. M. (2021). Sleep is essential to health: an American Academy of Sleep Medicine position statement. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, 17(10), 2115-2119. <https://doi.org/10.5664/jcsm.9476>

ARTÍCULOS

Estado de la deglución en adultos mayores residentes en un asilo en Durango

Swallowing status in elderly residents of a nursing home in Durango

Paola Guadalupe Quiñones Morán

ORCID: 0009-0003-8551-6443, paoqm_1101@hotmail.com

Facultad de Psicología y Terapia de la Comunicación Humana (FPYTCH),
Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED)

José de Jesús Pérez Hernández

ORCID: 0009-0004-6340-1036, jesus.perez@ujed.mx

Facultad de Psicología y Terapia de la Comunicación Humana (FPYTCH),
Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED)

María Cristina Canales Madrazo

ORCID: 0009-0006-9679-0706, cristina_canales@hotmail.com

Facultad de Psicología y Terapia de la Comunicación Humana (FPYTCH),
Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED)

Recepción: 07/05/25. Aceptación: 10/09/25. Publicación: 17/04/26

RESUMEN

La deglución, una de las funciones más complejas y necesarias para el desarrollo de la vida humana, es el proceso mediante el cual los alimentos, líquidos o saliva son transportados desde la boca hasta el estómago a través del esófago. En el presente artículo se recopilaban datos por medio de la aplicación de encuestas y pruebas de exploración física dentro de un asilo en la ciudad de Durango, Durango. Los resultados observados en la prevalencia de las alteraciones de la deglución en la población geriátrica estudiada denotan problemas deglutorios y de salud en la calidad de vida, pues esto además expone la existencia de un campo inexplorado dentro de la terapia de la comunicación humana.

PALABRAS CLAVE

deglución, adulto mayor, eficacia, seguridad, comunicación humana

ABSTRACT

Swallowing is one of the most complex and essential functions for the development of human life, it is the process by which food, liquids, or saliva are transported from the mouth to the stomach through the esophagus. In the present article, data were collected through surveys and physical examination tests conducted in a nursing home located in the city of Durango, Durango. The results observed in the prevalence of swallowing disorders in the geriatric population studied indicate swallowing problems and a health issue affecting quality of life, as this also reveals the existence of an unexplored area within the field of human communication therapy.

KEYWORDS

swallowing, elderly, efficacy, safety, human communication

Introducción

La deglución es un proceso indispensable para la correcta alimentación del ser humano, ya que por medio de ella se ingieren sólidos y líquidos, lo que permite a las personas mantenerse sanas, nutridas e hidratadas. Si la deglución se ve afectada, esto se refleja en una mala nutrición e hidratación. Por lo anterior, para que haya una correcta deglución y alimentación es fundamental que ésta sea eficaz y segura.

La eficacia implica la posibilidad de ingerir la totalidad de las calorías y el agua necesaria para mantener la nutrición e hidratación adecuada. Además, el individuo no debe presentar deglución fraccionada ni deben encontrarse residuos faríngeos una vez que se haya propulsado el bolo hacia la faringe. Por otro lado, la seguridad se refiere a la posibilidad de ingerir agua y alimentos sin que se produzcan complicaciones respiratorias (Affoo et al., 2013).

El proceso deglutorio consta de tres etapas: oral, faríngea y esofágica. La primera se encarga de la preparación y propulsión del bolo alimenticio. Para esto se requiere de una adecuada masticación, salivación y coordinación, que permitirán luego transportar el bolo hacia la faringe. En la segunda fase hay un conjunto de procesos que consisten en el paso del bolo desde el istmo de las fauces hasta que atraviesa el esfínter esofágico superior. Aquí se origina la separación funcional de la encrucijada aerodigestiva, la cual impide el paso de alimento a la vía respiratoria. La tercera fase consta del paso del bolo desde el esfínter esofágico superior hasta el estómago (Jestrović et al., 2016; Molina Gil et al., 2014).

Conforme envejecemos, el cuerpo pasa por diferentes cambios fisiológicos. En el adulto mayor estos cambios pueden influir en la presencia de problemas en la deglución debido a la pérdida de fuerza en la mandíbula, disminución en la producción de saliva, alteraciones en la dentición, así como el aumento del tejido conectivo y graso en la lengua, lo cual afecta la fase oral de este proceso (Ariza-Galindo y Rojas Aguilar, 2020).

La identificación oportuna de las alteraciones en la deglución es de gran importancia, pues permite un diagnóstico certero, además de facilitar la elección del tratamiento adecuado para el paciente. También contribuye a disminuir el impacto negativo en la calidad de vida e independencia de la persona, lo que reduce los riesgos de morbilidad y mortalidad (Carrau et al., 2017, citados en Bustamante Arboleda et al., 2020).

El profesionalista en terapia de la comunicación humana posee la capacidad y los conocimientos necesarios para analizar y aplicar programas de intervención dirigidos a pacientes con trastornos de audición, lenguaje, aprendizaje, voz, habla y deglución (Instituto Nacional de Rehabilitación, 2024). En la actualidad, la terapia de lenguaje se utiliza como una herramienta terapéutica que favorece el adecuado desplazamiento del bolo alimenticio. Es importante resaltar que esta intervención no se enfoca únicamente en la fonación y la comunicación, sino que también abarca el proceso de deglución. Durante su implementación se realiza una evaluación y tratamiento de la musculatura bucofaríngea, al mismo tiempo que se adapta la

consistencia de los alimentos —líquida, sólida o combinada—, de acuerdo con las necesidades del paciente (Flores Lucas y Matute Solís, 2024).

Los problemas deglutorios en el adulto mayor no sólo afectan en la nutrición e hidratación del paciente que la padece, sino que puede llegar a afectar su independencia, ya que, a partir de un diagnóstico de disfagia, el paciente podría necesitar ayuda para alimentarse (Ariza-Galindo y Rojas Aguilar, 2020).

En la ciudad de Durango, Durango, México, no existe información sobre la prevalencia de la disfagia, además de ser un tema bastante ignorado y poco investigado que afecta en gran medida al adulto mayor. El objetivo general de esta investigación es evaluar el proceso de deglución en los residentes de un asilo en la localidad de Durango.

Materiales y método

Se realizó un estudio descriptivo transversal dentro de un asilo en la ciudad de Durango, Durango, donde se estudió una población de doce personas. La muestra para el estudio aplicado en el asilo fue por conveniencia. De los participantes, nueve eran mujeres y tres hombres, con un promedio de edad de 78.83 años. Todos se alimentaban de manera independiente y ninguno estaba bajo dieta especial por algún trastorno deglutorio.

Los residentes participantes firmaron un consentimiento informado, donde se describe el objetivo y los procedimientos a realizar; además, no debían contar con antecedentes de dificultad deglutoria. El protocolo de la investigación no se sometió a ningún comité de investigación, pero se realizó de acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, en su última reforma publicada en 2014, dentro del apartado de Disposiciones Comunes. Para la aplicación de las pruebas y la participación de los sujetos de estudio se contemplaron los artículos 13, 15, 16, 17, 20 y 21, y las autoridades del asilo quedaron como garantes del cumplimiento.

Para la realización de este estudio se aplicaron dos pruebas diferentes: Protocolo de Deglución de González y Toledo y Método de Exploración Clínica Volumen-Viscosidad (MECV-V), para obtener información amplia del proceso deglutorio. Con la primera prueba se obtienen los antecedentes y la evaluación de la deglución con la consistencia sólida; la segunda se centra en evaluar de manera precisa la eficacia y la seguridad de la deglución.

El Protocolo de Deglución de González y Toledo es una prueba no instrumental diseñada para la población adulta, la cual describe los aspectos fisiológicos, neurológicos y fisiopatológicos del proceso de la deglución. En este protocolo se incluyen varios bloques de preguntas en los que se evalúan áreas como los antecedentes clínicos del paciente, anatomía oral, control motor oral, función laríngea, tos y etapas de la deglución, así como aspectos a observar después de deglutir. Esta prueba no se utilizó con la finalidad de diagnosticar disfagia, sino con el objetivo de obtener los datos significativos para la evaluación del

Tabla 1
Signos de alteración en seguridad y eficacia

Signos de alteración en la seguridad	Signos de alteración en la eficacia
Tos: indicativa de aspiración	Residuo faríngeo: presencia de partículas en la garganta
Cambio de voz: indicativa de penetración	Deglución fraccionada: realizar varias degluciones para un solo bolo
Disminución de saturación de oxígeno: sugiere aspiración	

Fuente: García Villa y González Prieto (2022).

proceso deglutorio (Florín et al., 2004, citados en Aguirre Muñoz et al., 2016). En esta prueba se describen los antecedentes generales del paciente evaluado, aspectos oro-funcionales y el proceso de deglución.

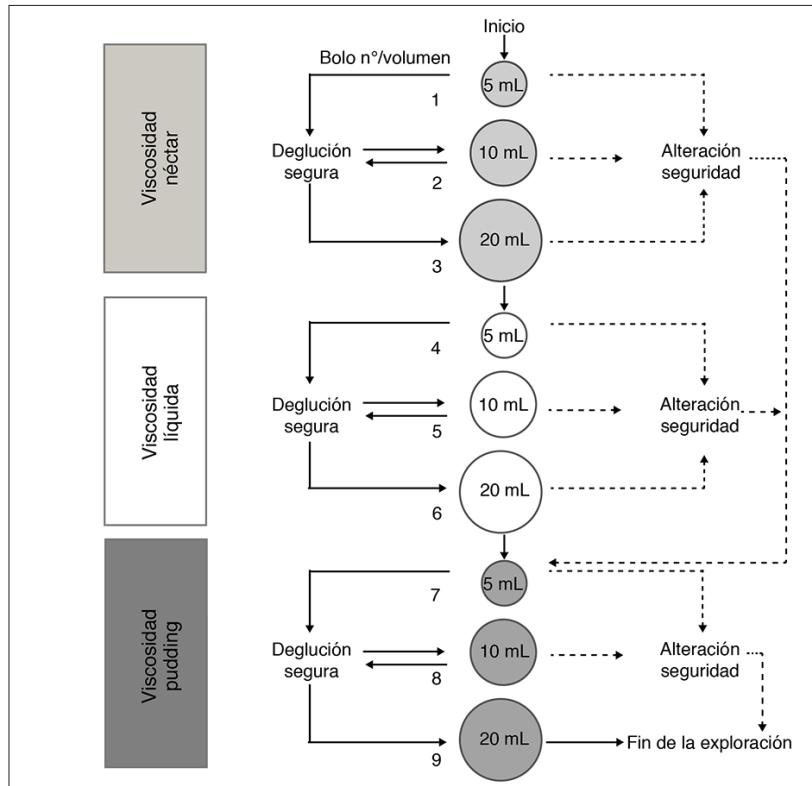
Además, este protocolo evalúa las tres etapas de la deglución e incluye, de manera adicional, un apartado de consistencia sólida que se tomó en cuenta para evaluar alteraciones observadas después de deglutir, para lo cual a cada uno de los evaluados se le brindó una galleta. Esta prueba recopila datos cualitativos, y se aplicó un análisis descriptivo univariante.

Por su parte, el MECV-V evalúa los signos clínicos asociados con problemas en la eficacia —residuo faríngeo y deglución fraccionada— y en la seguridad de la deglución, como tos, cambio en la voz y disminución del oxígeno en la sangre en más de 5% según el saturómetro (tabla 1). Para la medición de la saturación de oxígeno, con el fin de observar si se presentaba una disminución durante la aplicación de la prueba, se utilizó un oxímetro de pulso de la marca Xignal. Este dispositivo se coloca en la punta de los dedos y está diseñado para medir la saturación de oxígeno en la sangre y la frecuencia del pulso a través del dedo del usuario, y fue colocado a cada uno de los evaluados durante su participación en el estudio.

Una vez valorados ambos aspectos, esta prueba puede dar indicios de si una persona es propensa o no a padecer disfagia orofaríngea. Ambas pruebas aplicadas fueron realizadas por la misma persona, quien es la autora principal de este artículo.

El procedimiento se realiza con una jeringuilla, con la que se administran tres volúmenes diferentes (5, 10 y 20 ml) y tres tipos de viscosidad distintos (néctar, líquido y agua); se inicia con el bolo más seguro (5 ml de néctar) y se incrementa la dificultad progresivamente. A medida que se van administrando las diferentes viscosidades y volúmenes se debe observar la presencia de tos, cambios de voz, residuos faríngeos, deglución fraccionada, y monitorizar en todo momento la saturación de oxígeno. La prueba se detiene si aparece algún signo que indique una alteración en la seguridad de la deglución (figura 1, p. 5).

Figura 1
Secuencia de realización del MECV-V



Fuente: Clavé et al. (2007, p. 68).

Para determinar que una persona presenta una deglución segura y eficaz es necesario que no se observen alteraciones en ninguna de las tres viscosidades ni en los volúmenes administrados al evaluado. Si se presenta alguna alteración en cualquiera de ellos, esto indica que la persona tiene fallas en la eficacia o en la seguridad, por lo que la prueba se considerará positiva; de lo contrario, si el evaluado no presenta ninguna alteración, será negativa.

Resultados

Dentro del asilo donde se aplicó el estudio viven un total de diecisiete adultos mayores, de los cuales únicamente doce participaron en el estudio al firmar un consentimiento informado. Se excluyó a un participante del que se conocían antecedentes relacionados con problemáticas en la deglución. Se contó con la participación de nueve mujeres y tres hombres, con un promedio de edad de 78.83 años.

Una vez realizada la prueba, se encontró que, dentro del bloque de "Antecedentes Generales", nueve de las personas tenían antecedentes neurológicos; los doce evaluados se

Tabla 2
Datos demográficos

Antecedentes neurológicos	9/12
Tratamiento farmacológico	12/12
Tratamiento nutricional	5/12
Déficit atencional	5/12
Impulsividad	1/12
Problemas de lenguaje	0/12
Problemas del habla	2/12

Fuente: elaboración propia.

encuentran bajo tratamiento farmacológico (ansiolíticos, analgésicos, antihipertensivos, entre otros) y cinco de los evaluados cuentan con tratamiento nutricional por diversos diagnósticos como diabetes y problemas gastrointestinales.

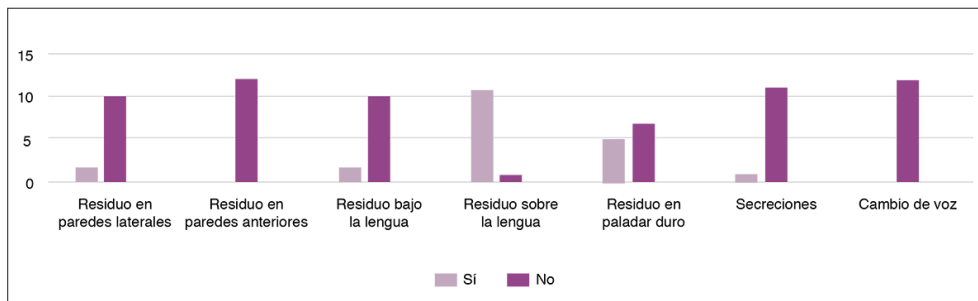
En lo que respecta a los datos sobre la cognición, cinco presentan déficit atencional y únicamente una persona mostraba impulsividad. Dos de los doce evaluados presentan problemas del habla; sin embargo, no se registraron problemáticas del lenguaje (tabla 2).

En cuanto al bloque de anatomía oral, ocho personas tenían la dentición incompleta, cuatro presentaban debilidad bilateral en la cara en reposo y cinco no elevaban ambos lados al sonreír. En control motor oral, únicamente una persona tuvo dificultades en la función labial, cuatro en la función mandibular, tres en la función lingual y dos en la función velo-palatina. En cuanto a la función laríngea, sólo uno mostró características anormales. Se observó que cuatro de los participantes no lograron emitir tos voluntaria y doce presentaron tos refleja.

En el apartado donde se evaluó la consistencia sólida se observó que, en la etapa preparatoria, cuatro presentaron dificultades; en la etapa oral, diez mostraron alteraciones, y en la etapa faríngea únicamente se registraron datos de retardo en la elevación del hioides en dos personas. Seis de las personas presentaron alteraciones después de deglutir: once tenían alimento sobre la lengua y cinco mostraban alimento en el paladar duro (figura 2, p. 7).

Los resultados de la prueba MECV-V arrojaron lo siguiente: en cuanto a la seguridad de la deglución, cinco personas tuvieron fallas y presentaron tos, cambio de voz o desaturación de oxígeno, por lo que la prueba se consideró positiva en cuanto a deficiencia en la seguridad. En cuanto a la eficacia, diez personas presentaron fallas, donde se observó residuo faríngeo o deglución fraccionada, por lo que se considera que la prueba fue positiva en fallas en la eficacia (tabla 3, p. 7).

Figura 2
Después de deglutir



Fuente: elaboración propia.

Tabla 3
Resultados en la seguridad y eficacia de la deglución

	Seguridad	Eficacia
Positiva	5/12	10/12
Negativa	7/12	2/12

Fuente: elaboración propia.

Discusión

Dentro de la comunidad evaluada de residentes del asilo estudiado, el promedio de edad está en los 78.83 años; todos los participantes se alimentaban de manera independiente, y ninguno estaba bajo dieta especial por algún trastorno deglutorio.

En un estudio realizado en Chile por Ambiado-Lillo et al. (2024), en el que se evaluó la autopercepción de los procesos de alimentación y deglución de adultos mayores, se reportó un promedio de edad media de 69.1 años. Según Robbins J. (1996, citado en Ambiado-Lillo y Borjas Galvis, 2021), es característico que en adultos mayores de 65 años y más se observen cambios orofaríngeos generados por el envejecimiento que impactan en la neurofisiología y en la anatomía. De acuerdo con Warnecke et al. (2019), la disfagia tiene una mayor prevalencia dentro de la comunidad del adulto mayor —personas mayores de sesenta años— debido al deterioro funcional o a la presencia de diversas enfermedades.

Al observar los resultados de las pruebas aplicadas se pudo obtener mayor información gracias a que se usó la prueba Protocolo de Deglución de González y Toledo, con el objetivo principal de aplicarla a modo de anamnesis —interrogatorio clínico estructurado— para la recopilación de datos que podrían ser relevantes al momento de analizar los datos y para observar si hay algún factor externo relevante que pudiera afectar la deglución. Además, se

incluye una cuarta consistencia a evaluar, lo que complementó el estudio del proceso deglutorio al incluir la consistencia sólida.

Una vez analizada la información obtenida del MECV-V se pudo observar que la mayor incidencia en los problemas de deglución se centra en la eficacia de este proceso, ya que el 83.33%, es decir, diez personas, presentó una alteración: deglución fraccionada o residuo faríngeo. Esto se puede comparar con un estudio realizado en Chile con dieciocho personas mayores cuya edad media era de 69.1 años, donde se muestra que los problemas en la eficacia tienen una prevalencia del 60%, lo que nos dice que más de la mitad de la población evaluada refirió alteraciones en la eficacia deglutoria, con enunciados como: "cuando trago, la comida se pega en mi garganta" (Amiadi-Lillo et al., 2024).

En lo que respecta a la seguridad en el presente estudio, cinco de los evaluados (41.66%) tuvo alteraciones, como tos, cambio de voz o desaturación de oxígeno a menos de noventa. Este porcentaje es significativamente menor en comparación con los resultados obtenidos en el estudio realizado en Chile, donde se registró una prevalencia del 60% entre los dieciocho adultos mayores evaluados (Amiadi-Lillo et al., 2024).

Ambos resultados, en comparación con la prueba realizada por Amiadi-Lillo et al. (2024), denotan una importante diferencia en los porcentajes obtenidos en las pruebas, lo cual podría deberse a que la población estudiada por los autores citados no fue sometida a la prueba de MECV-V, sino que se usó una prueba exploratoria-descriptiva considerando la valoración de autopercepción. Esto quiere decir que, en este caso, los pacientes contestaban de manera autoperceptiva y no con un estudio de exploración clínica.

Como parte de las limitaciones en el estudio se puede mencionar, en primer lugar, que la investigación se realizó únicamente en un centro, por lo que el tamaño de la muestra es limitado, ya que sólo se logró la participación de doce de las diecisiete personas que residen en el asilo, debido a que el resto decidió no participar por decisión propia o de sus familiares.

Por otro lado, la aplicación de las dos pruebas utilizadas en esta investigación no llega a un diagnóstico de disfagia, ya que el principal estudio estandarizado para la evaluación de esta patología es la videofluoroscopia; sin embargo, los resultados apuntan a observar signos de dificultades en la deglución que pueden llevar a posibles candidatos para la realización de pruebas más específicas para una evaluación más profunda (Arteaga et al., 2006).

Conclusión

La deglución es un proceso fundamental para el ser humano que va más allá de sólo tragar alimentos y líquidos; su importancia radica en que permite la absorción de los nutrientes que necesitamos para el mantenimiento de la salud y el bienestar.

Sin embargo, conforme envejecemos este proceso se ve afectado, ya que existen problemáticas que se derivan del deterioro muscular, enfermedades neurológicas o efectos

secundarios de algunos medicamentos. Este problema puede dificultar la ingesta de alimentos y líquidos, lo cual aumenta el riesgo de desnutrición, deshidratación y aspiración.

En la ciudad de Durango no existen datos que indiquen qué porcentaje de la población adulta mayor presenta algún tipo de alteración en la deglución. Esto podría representar una problemática dentro de esta comunidad, ya que, al desconocer la calidad del proceso deglutorio, podrían estar pasando desapercibidos algunos signos de alerta que ayudarían a prevenir la aparición de disfagia en un futuro cercano.

En el estudio se aplicaron las pruebas MECV-V y el Protocolo de Deglución de González y Toledo a doce personas residentes en el asilo, con un promedio de edad de 78.83 años, se pudo observar que existe una problemática en la deglución. La mayor alteración se observó en la eficacia, con una incidencia del 83.33%, por encima de la seguridad, con un 41.66%. Lo anterior responde a la pregunta principal, al demostrar que efectivamente existe un porcentaje en cuanto a dificultades o alteraciones en la seguridad y la eficacia de la deglución en la comunidad de adultos mayores residentes en asilos.

Por lo anterior se puede concluir que hay un amplio campo para el estudio y la atención que es importante atender, ya que actualmente no existen suficientes estudios que aborden el problema. En ello radica la importancia de la detección oportuna en los problemas deglutorios y con un tratamiento adecuado, pues esto podría significar una buena calidad de vida para los adultos mayores.

Referencias

- Affoo, R. H., Foley, N., Rosenbek, J., Shoemaker, J. K. y Martin, R. E. (2013). Swallowing dysfunction and autonomic nervous system dysfunction in Alzheimer's disease: a scoping review of the evidence. *Journal of the American Geriatrics Society*, 61(12), 2203-2213. <https://doi.org/10.1111/jgs.12553>
- Aguirre Muñoz, A., Carrasco Navea, J., Conejeros Mariangel, P. y Zúñiga Queralto, F. (2016). *Protocolo de evaluación funcional de la deglución en pacientes adultos para ser usado en la clínica fonoaudiológica*. [Tesis de licenciatura, Universidad de Valparaíso Chile]. <https://repositoriobibliotecas.uv.cl/serveruv/api/core/bitstreams/f1ada65b-30b7-42bb-b024-933c63da436b/content>
- Ambiado-Lillo, M. M. y Borjas Galvis, J. (2021). Presbifagia. Una mirada a los procesos de alimentación y deglución en los adultos mayores. *Revista Areté. Fonoaudiología*, 21(1), 105-112. <https://doi.org/10.33881/1657-2513.art.21110>
- Ambiado-Lillo, M. M., Castro Monardes, J. I., Chambe Silva, Y. A., Latin Saavedra, N. D. y Lobos Carlo, S. A. (2024). Caracterización de la autopercepción de los procesos de alimentación y deglución de adultos mayores pertenecientes a un Centro Comunitario de Salud Familiar (CECOSF). *Revista Médica Clínica Las Condes*, 35(1), 54-59. <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2024.01.001>
- Ariza-Galindo, C. J. y Rojas Aguilar, D. M. (2020). Disfagia en el adulto mayor. *Universitas Medica*, 61 (4), 1-12. <https://doi.org/10.11144/javeriana.umed61-4.disf>
- Arteaga, J. P., Olavarría, L. C., Christian Naranjo, D. B., Elgueta, L. F. y Espínola, M. D. (2006). Cómo realizar una evaluación de deglución completa, eficaz y en corto tiempo. *Revista de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello*, 66(1), 13-22. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-48162006000100003>
- Bustamante Arboleda, V., Ospina Ruiz, A. M., Sánchez Castañeda, G. y Delprado Aguirre, F. (2020). *Protocolo de atención a usuarios/víctimas (pacientes)*. *Evaluación clínica de la deglución en adultos*. Fundación Universitaria María Cano. <https://www.fumc.edu.co/documentos/investigacion/evaluacionclinicadeladeglucion.pdf>
- Clavé, P., Arreola, V., Velasco, M., Quer, M., Castellví, J. M., Almirall, J., García Peris, P. y Carrau, R. (2007). Diagnóstico y tratamiento de la disfagia orofaríngea funcional. Aspectos de interés para el cirujano digestivo. *Cirugía Española*, 82(2), 62-76. [https://doi.org/10.1016/S0009-739X\(07\)71672-X](https://doi.org/10.1016/S0009-739X(07)71672-X)
- Flores Lucas, D. S. y Matute Solís, D. M. (2024). Eficacia de la terapia de lenguaje en pacientes con disfagia por accidente cerebro vascular ingresados en el Hospital de Especialidades Guayaquil Abel Gilbert Pontón. *Revista Especialidades HAGP*, 2(4), 1-7. <https://revista.hospitalguayaquil.gob.ec:9092/index.php/revista/article/view/50/63>

- García Villa, C. y González Prieto, V. (2021). Valoración de la implantación de un programa de disfagia en una unidad de recuperación funcional. *Gerokomos*, 33(4), 239-244. <https://scielo.isciii.es/pdf/geroko/v33n4/1134-928X-geroko-33-04-239.pdf>
- Instituto Nacional de Rehabilitación (16 de septiembre de 2024). Terapista en Comunicación Humana. *Gobierno de México*, sp. <https://www.inr.gob.mx/educacion-en-salud/escuela-superior-de-rehabilitacion/terapista-en-comunicacion-humana/>
- Jestrović, I., Coyle, J. L., Perera, S. y Sejdić E. (2016). Functional connectivity patterns of normal human swallowing: difference among various viscosity swallows in normal and chin-tuck head positions. *Brain Research*, 1652, 158-169. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2016.09.041>
- Molina Gil, B., Guerra Blanco, F. J. y Gutiérrez Fonseca, R. (2014). Disfagia y Aspiración. En Sociedad Española de Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello, *Libro virtual de formación en otorrinolaringología* (pp. 1-26). SEORL PCF. <https://es.scribd.com/document/389449059/Libro-Virtual-de-Formacion-en-Otorrinolaringologia-org#content=query:disfagia%20y%20aspi,pageNum:1666,indexOnPage:0,bestMatch:false>
- Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud (6 de enero de 1987). *DOF*, 1-31 (última reforma 2 de abril de 2014). https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGS_MIS.pdf
- Warnecke, T., Dziewas, R., Wirth, R., Bauer, J. M. y Prell, T. (2019). Dysphagia from a neurogeriatric point of view: pathogenesis, diagnosis and management. *Zeitschrift für Gerontologie Geriatrie*, 52(4), 330-335. <https://doi.org/10.1007/s00391-019-01563-x>

inventio

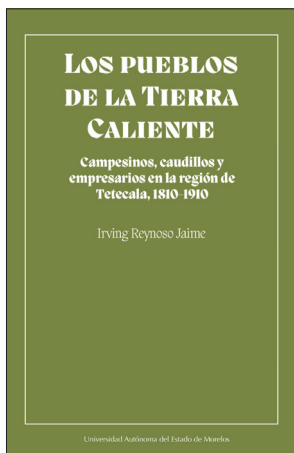
La génesis de la cultura universitaria en Morelos

Año 21, núm. 55, 2025
ISSN: 2448-9026 (digital)

SIGNIFICAR CON TEXTOS

Fondo Editorial UAEM

- Los pueblos de la Tierra Caliente. Campesinos, caudillos y empresarios en la región de Tetecala, Morelos, siglos XVI-XX
- De la investigación a la aplicación: un enfoque práctico
- Atlas de las culturas de los pueblos de Morelos
- Arqueología de las sensibilidades (que refieren violencias)
- Una introducción a la variable compleja 2
- JUDO: preparación física y metodológica. Desarrollo de talentos deportivos en México
- Crimen y ciudad. Los espacios de la transgresión
- Poesía mexicana del siglo XIX: romanticismo, costumbrismo y naturalismo
- La instalación de un sistema de riego. Una experiencia desde la comunidad
- La chirimía y el tambor. Un pueblo cruza montañas para agradecer la vida



Los pueblos de la Tierra Caliente. Campesinos, caudillos y empresarios en la región de Tetecala, Morelos, siglos XVI-XX

Irving Reynoso Jaime

UAEM, Cuernavaca, 2023, 192 páginas

ISBN: 978-607-8951-01-7

CONSULTA: <https://libros.uaem.mx/producto/los-pueblos-de-la-tierra-caliente-campesinos-caudillos-y-empresarios-en-la-region-de-tetecala-morelos-siglos-xvi-xx/>

Este libro estudia el surgimiento de las élites de los pueblos de la región de Tetecala, en el estado de Morelos, a partir de una revisión del contexto económico, social y político después de la Independencia y hasta finales del porfiriato. Los aportes de esta investigación contribuyen en el análisis de las condiciones socioeconómicas de la población morelense y en los estudios históricos sobre la región en la primera mitad y a mediados del siglo XIX. En cada uno de los capítulos se revisan diferentes problemáticas de Tetecala y en distintas zonas de Morelos, por ejemplo, las transformaciones que sufrieron los pueblos tras la conquista española, los conflictos por tierras contra las haciendas azucareras, la producción azucarera y la distribución de la tierra de cultivo.



De la investigación a la aplicación: un enfoque práctico

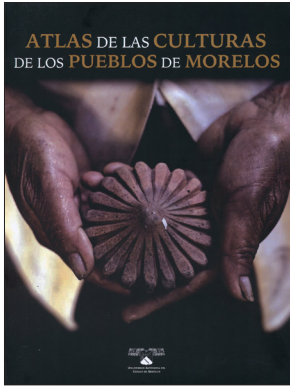
Ángel Tlatelpa Becerro, Guillermo Raúl Carbajal Pérez (coords.)

UAEM (Avances en Ingeniería), Cuernavaca, 2024, 128 páginas

ISBN: 978-607-8951-75-8

CONSULTA: <https://libros.uaem.mx/producto/de-la-investigacion-a-la-aplicacion-un-enfoque-practico/>

Los avances en ciencia y tecnología en distintas áreas de la ingeniería han tenido un gran impacto en la sociedad contemporánea a partir del desarrollo de herramientas sostenibles. Este libro es el primer volumen de la serie Avances en Ingeniería, el cual tiene el objetivo de contribuir en el conocimiento de estudiantes, académicos, profesionistas y científicos, para dar solución a problemáticas sociales, económicas y ambientales. En sus páginas se presenta una compilación de trabajos de investigación y aplicaciones en distintas áreas de la ingeniería, que muestran un enfoque práctico a través de la innovación en la solución de problemas aplicativos. Con esta obra se busca dar a conocer los logros de la ciencia y la tecnología para fortalecer el futuro profesional que se encamina hacia una sociedad sostenible.



Atlas de las culturas de los pueblos de Morelos

Fernando Hidalgo (coord.)

UAEM, Cuernavaca, 2017, 236 páginas

Los autores presentan un amplio panorama de lo que se vive, crea y recrea en los pueblos de Morelos. Desde una revisión geográfica, cultural e histórica, quienes aquí colaboran realizan un recorrido por los diferentes pueblos indígenas de Morelos y sus tejidos sociales regionales, la vida ritual, la lengua madre y las lenguas indígenas, los rituales y tradiciones (fiestas, carnavales) según el calendario de fiestas populares, el arte popular (cerámica, cartonería, cerería, cuexcomate), el teatro, la danza y la música tradicional (chinelos, danza de tetelcingas, chirimiteros, corrido y canto suriano, bandas de viento), la gastronomía popular de recolección, guisos y gustos, la medicina popular, la arquitectura vernácula, así como el arte y la cultura emergente, donde lo tradicional se reúne con nuevas propuestas, miradas y generaciones. Con este estudio se busca contribuir en la preservación, divulgación y defensa del patrimonio de las culturas populares e indígenas de los pueblos de Morelos, en el encuentro e intercambio de una gran tradición, ritualidad, arte y cultura, así como en la construcción y el desarrollo de una cohesión social.



Arqueología de las sensibilidades (que refieren violencias)

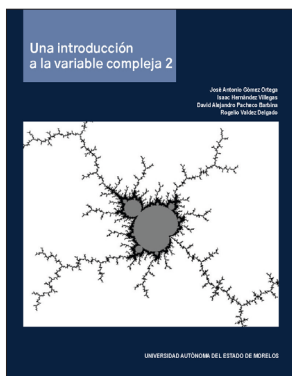
Armando Villegas Contreras (coord.)

UAA/UAEM, Aguascalientes/Cuernavaca, 2023, 248 páginas

ISBN: 978-607-8951-26-0

CONSULTA: <https://libros.uaem.mx/producto/arqueologia-de-las-sensibilidades-que-refieren-violencias/>

Las investigaciones aquí propuestas parten del concepto de *arqueología* como una posibilidad de análisis de las continuidades y discontinuidades, de manera que plantean la arqueología de las sensibilidades y las violencias como el análisis de la experiencia contemporánea a través de la estética y del análisis del discurso desde una perspectiva inmanente, discontinua y condicionada históricamente. Cada autor y autora revisa, analiza y reflexiona sobre distintos fenómenos sociales, políticos y culturales contemporáneos desde una mirada interdisciplinaria, propone perspectivas críticas, actuales y colectivas que permitan el acercamiento a realidades complejas, donde la arqueología, la genealogía y la sensibilidad se interrelacionan con la memoria, el testimonio, la violencia, el cuerpo y el género.



Una introducción a la variable compleja 2

José Antonio Gómez Ortega, Isaac Hernández Villegas, David

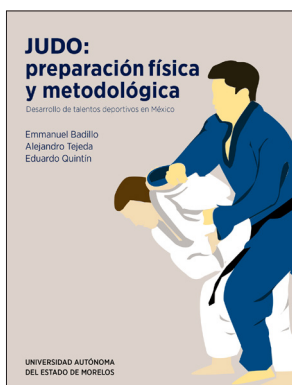
Alejandro Pacheco Barbina, Rogelio Valdez Delgado

UAEM, Cuernavaca, 2023, 148 páginas

ISBN: 978-607-8784-96-7

CONSULTA: <https://libros.uaem.mx/producto/una-introduccion-a-la-variable-compleja-2/>

En este segundo volumen se incluyen temas recientes revisados en la Licenciatura en Ciencias, en las áreas terminales de Matemáticas y Física, de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. En cada uno de los capítulos se proponen diferentes técnicas para calcular funciones, herramientas de estudio de la variable compleja y problemas correspondientes a cada sección. Los autores proponen conceptos, teorías, ejercicios y material bibliográfico sobre la variable compleja que contribuya en el conocimiento y aprendizaje de docentes y estudiantes. Los ejercicios aquí mostrados fueron considerados a partir del grado de dificultad, de su resolución a detalle y del uso de teorías y conceptos, de manera que se busca que los estudiantes concluyan de forma satisfactoria cada uno de los problemas.



JUDO: preparación física y metodológica. Desarrollo de talentos deportivos en México

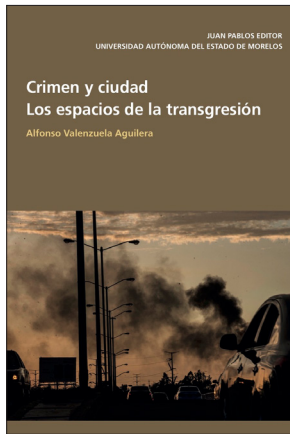
Emmanuel Badillo, Alejandro Tejeda, Eduardo Quintín

UAEM, Cuernavaca, 2017, 124 páginas

ISBN: 978-607-8519-67-5

CONSULTA: <https://libros.uaem.mx/producto/judo-preparacion-fisica-y-metodologica-desarrollo-de-talentos-deportivos-en-mexico/>

Los autores ofrecen una herramienta de preparación física y metodológica para entrenadores, deportistas, estudiantes y público interesado, con técnicas y capacidades físicas específicas, que tienen como objetivo mejorar la preparación y los resultados de los judokas, desde principiantes hasta avanzados. Especialistas en el área del deporte orientan y adecuan sistemas de planificación o programas de entrenamiento y objetivos de acuerdo con el rendimiento deportivo, talentos, características socioculturales y tiempos de competencia de cada deportista. En una primera parte los autores realizan un recorrido por los antecedentes históricos en México, las principales características de la disciplina y la participación de las mujeres en ella, mientras que, en la segunda, exponen un amplio panorama sobre el programa de entrenamiento del judo.



Crimen y ciudad. Los espacios de la transgresión

Alfonso Valenzuela Aguilera

Juan Pablos Editor/UAEM, Ciudad de México/Cuernavaca, 2021,
351 páginas

ISBN: 978-607-8784-16-5

CONSULTA: <https://libros.uaem.mx/producto/crimen-y-ciudad-los-espacios-de-la-transgresion/>

Las sociedades latinoamericanas han descentralizado y configurado nuevos procesos y formas de entender, comprender y analizar el territorio, la ciudad, los espacios. El proceso de globalización, acompañado de cambios científico-tecnológicos, neoliberales, entre otros, potenció desigualdades sociales, políticas, culturales y económicas en contextos globales y locales, como el incremento y la transformación de la violencia, que, por su parte, configuraron una nueva coyuntura delictiva en América Latina. Así, a lo largo de este texto, el autor propone una revisión teórico-metodológica sobre cómo lo espacial es un elemento consustancial para el análisis, partiendo de la relación entre ciudad y violencia, su articulación y percepción social y colectiva, y su impacto en la población y en el sistema judicial.



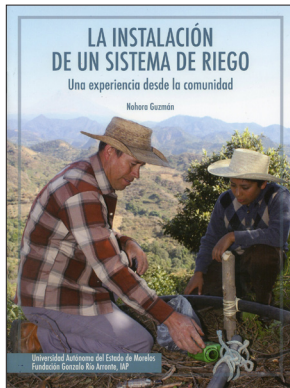
Poesía mexicana del siglo XIX: romanticismo, costumbrismo y naturalismo

Mario Calderón, Claudia Cabrera, Ricardo Venegas

Ediciones Eternos Malabares SC/UAEM, Cuernavaca, 2023,
256 páginas

ISBN: 978-607-8951-17-8

Los autores de este libro rescatan y analizan textos y autores relevantes del siglo XIX en México a partir de tres corrientes importantes para la literatura: romanticismo, costumbrismo y naturalismo, y profundizan en sus elementos y recursos literarios; efectos poéticos, estéticos y lingüísticos, y calidad literaria. Los lectores se encontrarán con una obra que indaga elementos y recursos de la tradición literaria significativos para la poesía mexicana. La obra se divide en cuatro capítulos: el primero expone el romanticismo mexicano y los autores que formaron parte de la Academia de Letrán; el segundo revisa aquellos que formaron parte del Liceo Hidalgo; el tercero está dedicado a una revisión del costumbrismo, personajes, historias, costumbres, estructuras y autores; finalmente, el cuarto capítulo reúne a autoras y autores pertenecientes al naturalismo literario.



La instalación de un sistema de riego. Una experiencia desde la comunidad

Nohora Beatriz Guzmán Ramírez

UAEM, Cuernavaca, 2016, 24 páginas

ISBN: 978-607-8434-75-6

CONSULTA: <https://libros.uaem.mx/producto/la-instalacion-de-un-sistema-de-riego-una-experiencia-desde-la-comunidad/>

Esta obra tiene como objetivo instruir sobre la manera de instalar un sistema propio de riego artesanal, que permita aprovechar el uso máximo de los recursos naturales al alcance para que los cultivos sean más productivos. Si bien hay diferentes formas de instalar uno de estos sistemas, lo importante es brindar una herramienta de instalación básica acorde con los materiales que se tengan a la mano, considerando los recursos económicos, la cantidad de agua y las características de la parcela. Este material incluye una introducción sobre qué es el riego y el sistema de riego, cuál es el mejor sistema según las necesidades y características del cultivo, el sistema de riego artesanal y sus ventajas, y los materiales necesarios para la instalación básica de un sistema de este tipo. Asimismo, documenta la experiencia y la participación de la comunidad en el diseño y la instalación de un sistema de riego de acuerdo con las características del riego y las necesidades locales y agrícolas.



La chirimía y el tambor. Un pueblo cruza montañas para agradecer la vida

Cornelio Santa María

UAEM, Cuernavaca, 2015, 88 páginas

ISBN: 978-607-8434-37-4

La chirimía y el tambor son de gran importancia, tradición, experiencia y sensibilidad en Tlayacapan, Morelos. La chirimía forma parte de las festividades de gran relevancia para la comunidad, como el carnaval, los chinelos, las mayordomías de los santos y barrios, las peregrinaciones, los *huichichiquis*.

Acompañado de historias, diálogos y fotografías, Cornelio Santa María, músico y director de la Banda de Tlayacapan, reconoce la importancia de preservar la identidad, la memoria, el ritual, pero principalmente los saberes ancestrales heredados. A través de olores, sabores, sonidos, paisajes, formas e interpretaciones de la chirimía y el tambor, el autor construye una memoria e historia colectiva, al mismo tiempo que reflexiona sobre las tradiciones y la diversidad de las culturas en el estado de Morelos.