

CIENCIA *ergo-sum*

Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva
de la Universidad Autónoma del Estado de México



Volumen 30 Número 2
julio-octubre 2023

Actitudes de no tolerancia
a otras tradiciones en México
desde la Encuesta Nacional
sobre Discriminación 2017

La confianza y el compromiso
afectivo como factores
determinantes en el emprendimiento
de estudiantes universitarios

Pertinencia e incidencia social de las
investigaciones de tesis de un posgrado
profesional en desarrollo en México

Costos físicos de la reclusión: trayectorias de
salud-enfermedad de mujeres en
confinamiento penal en Morelos, Ciudad de
México y el Estado de México

Servicios ecosistémicos del arbolado urbano en la
Laguna de San Baltazar, Puebla, mediante el uso del
software i-Tree

Calentamiento de nanopartículas de oro inducido
por excitación fotónica y multifotónica

Sensibilidad del carbón de la espiga del maíz a
diferentes fungicidas

Análisis sensorial de chorizo, salmuera y
ahumado de *Coturnix coturnix japonica*
alimentadas con *Moringa oleifera*
y *Leucaena leucocephala*

Las fascinantes adaptaciones de las
cactáceas y su historia evolutiva

Reglas de asociación como
estrategia de selección de ítems
en exámenes adaptativos
computarizados

Espectro de los factores
psicosociales en el trabajo



Universidad Autónoma del Estado de México

Doctor en Ciencias e Ingeniería Ambientales
Carlos Eduardo Barrera Díaz
Rector

Doctor en Ciencias Computacionales
José Raymundo Marcial Romero
Secretario de Docencia

Doctora en Ciencias Sociales
Martha Patricia Zarza Delgado
Secretaría de Investigación y Estudios Avanzados

Doctor en Ciencias de la Educación
Marco Aurelio Cienfuegos Terrón
Secretario de Rectoría

Doctora en Humanidades
María de las Mercedes Portilla Luja
Secretaria de Difusión Cultural

Doctor en Ciencias del Agua
Francisco Zepeda Mondragón
Secretario de Extensión y Vinculación

Doctor en Educación
Octavio Crisóforo Bernal Ramos
Secretario de Finanzas

Doctora en Ciencias Económico Administrativas
Eréndira Fierro Moreno
Secretaria de Administración

Doctora en Ciencias Administrativas
María Esther Aurora Contreras Lara Vega
Secretaría de Planeación y Desarrollo Institucional

Doctora en Derecho
Luz María Consuelo Jaimes Legorreta
Abogada General

Doctora en Ciencias de la Educación
Yolanda Eugenia Ballesteros Senties
Secretaria Técnica de la Rectoría

Licenciada en Comunicación
Ginarely Valencia Alcántara
Directora General de Comunicación Universitaria

Doctor en Ciencias Sociales
Luis Raúl Ortiz Ramírez
*Director General de Centros Universitarios
y Unidades Académicas Profesionales / A*

Doctora en Ciencias de la Educación
Sandra Chávez Marín
*Directora General de Centros Universitarios
y Unidades Académicas Profesionales / B*

Doctor en Administración
Jorge E. Robles Álvarez
Director de Publicaciones Universitarias

CIENCIA ergo-sum

Eduardo Gilberto Loría Díaz de Guzmán
Director editorial

Jorge Ramírez Nava
Jefe editorial

Ana Gabriela Bernáldez Fonseca
Diseño y diagramación

Giovanna Miroslava Ramírez Rico
Corrección de estilo

Concepción Mendieta Leyva
Asistente editorial

Virginia Tadeo Verona
Traducción

CIENCIA ergo-sum es una revista académica multidisciplinaria de prospectiva de la Universidad Autónoma del Estado de México, cuyo interés prioritario es que, con base en la rigurosidad académica, los artículos puedan incidir en la **toma de decisiones al extender sus conclusiones** de modo que no se queden en reportes de resultados, sino que **apunten al futuro, den alternativas o adviertan los riesgos de preservar situaciones**. De este modo, se interesa en las colaboraciones que muestren la relevancia práctica, su utilidad y aplicabilidad para dar sustentabilidad social y responder a la problemática actual y futura.

Por lo que toca a los trabajos teóricos o de orden filosófico, el enfoque prospectivo ubicará el método o tratará el estado del arte del tema o de la frontera del conocimiento en cuanto a la discusión de la actualidad y la vigencia del paradigma. Para someter los trabajos a consideración del comité editorial, los colaboradores deberán apegarse a las normas editoriales.



CIENCIA ergo-sum está incluida en:

COMITÉ CIENTÍFICO

Ana María Cetto

Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Alberto Constante

Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Carlos Alberto Ortiz Solorio

Colegio de Postgraduados, México.

Francisco Osorio

Universidad de Chile, Chile.

Jean-Pierre Lévy Mangin

Université du Québec en Outaouais, Canadá.

Lourdes Márquez Morfín

Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.

Olga Rusakova

Universidad Estatal de Los Montes Urales, Rusia.

Nikolay Tetryakov

Russian University of Finance, Rusia.

Timur Kamalov

Moscow State Open University, Rusia.

Julio Javier Martinell Benito

Instituto de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Mario Alberto Rodríguez Meza

Instituto Nacional de Ciencias Nucleares, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Daniel Miralles

Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Christian Bredemeier

Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

Vladimir Serkin

Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México

COMITÉ EDITORIAL

Alfredo Mario Baronio

Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina.

Alfredo Coutiño

Moody's Analytics, México.

Ana María Vianco

Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina.

Ángeles Sánchez Díez

Universidad Autónoma de Madrid, España.

Antonio Pulido San Román†

Universidad Autónoma de Madrid, España.

Gabriela Mordecki

Instituto de Economía, Uruguay.

Jorge A. Herrera Flores

Universidad de Bristol, Reino Unido.

Juan Carlos Suárez Villegas

Universidad de Sevilla, España.

Oscar González Molina

Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia.

Samuel Manickam

University of North Texas, Estados Unidos.

Manuel Ordorica Mellado

El Colegio de México, México.

COMITÉ DE REDACCIÓN

CIENCIAS EXACTAS

Máximo Agüero Granados

Universidad Autónoma del Estado de México, México.

CIENCIAS APLICADAS

Luis Escobar Alarcón

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, México.

CIENCIAS HUMANAS Y DE LA CONDUCTA

Carmen Álvarez Lobato

Universidad Autónoma del Estado de México, México.

CIENCIAS BIOLÓGICAS, DEL MAR Y LIMNOLOGÍA

Javier Manjarrez Silva

Universidad Autónoma del Estado de México, México.

CIENCIAS NATURALES Y AGROPECUARIAS

Aurelio Domínguez López

Universidad Autónoma del Estado de México, México.

José Luis Chávez-Servia

Instituto Politécnico Nacional, Unidad Oaxaca, México.

CIENCIAS DE LA SALUD HUMANA

Myrna A. R. Dent

Universidad Autónoma del Estado de México, México.

CIENCIAS SOCIALES

Ma. de la Cruz Castro Ricalde

Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Toluca, México.

CIENCIAS DE LA TIERRA Y DE LA ATMÓSFERA

Miguel Ángel Balderas Plata

Universidad Autónoma del Estado de México, México.

ESPACIO DEL DIVULGADOR

César Gutiérrez Tapia

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, México.

HISTORIA DE LA CIENCIA EN MÉXICO

Héctor Favila Cisneros

Universidad Autónoma del Estado de México, México.

PROSPECTIVA

Regina Freyman Valenzuela

Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Toluca, México.

ESCI

Emerging Sources Citation Index, Clarivate Analytics

CONACYT

Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica

REDALYC

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

DOAJ

Directory of Open Access Journals

CATÁLOGO LATINDEX

Índice Latinoamericano de Publicaciones Científicas Seriadas

IBSS

International Bibliography of the Social Sciences

IRESIE

Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa, UNAM

CIRC

Clasificación Integrada de Revistas Científicas, España

ERIHPLUS

European Reference Index for the Humanities and Social Sciences

CLASE

Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades

DIALNET

Universidad de la Rioja, España

REDIB

Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico, España

EBSCO

SSOAR

Social Science Open Access Repository

HELA

Catálogo "Hemeroteca Latinoamericana"

OCLC

Online Computer Library Center

BIBLAT

Bibliografía Latinoamericana, UNAM



Ciencias Sociales

Actitudes de no tolerancia a otras tradiciones en México desde la Encuesta Nacional sobre Discriminación 2017

Carlos Mejía Reyes, Abraham Sánchez Ruiz, Sheila Janet Rangel Gómez

Se analiza la tolerancia a otras tradiciones y expresiones culturales en México a partir de la Encuesta Nacional sobre Discriminación 2017 mediante una técnica estadística multivariante. Se encuentra que una ligera mayoría de agentes señala poca o nula tolerancia a otras tradiciones y se registra más posibilidad de que sea referido por jóvenes.

La confianza y el compromiso afectivo como factores determinantes en el emprendimiento de estudiantes universitarios. Una construcción en el contexto del *marketing* relacional educativo

Rafael Fabricio Matos-Cámara, José María Ruiz Ruiz, Ricardo Bernárdez-Vilaboa, Pilar Huerta-Zavala, Luis-Lucio Lobato-Rincón

Se busca conocer en qué medida la confianza que construyen los estudiantes por su universidad influyen en su compromiso afectivo y cómo los efectos tanto de la confianza y del compromiso afectivo determinan su emprendimiento. Los resultados muestran que los estudiantes desarrollan relaciones de confianza que determinan el compromiso afectivo.

Pertinencia e incidencia social de las investigaciones de tesis de un posgrado profesional en desarrollo en México

Margarita Flor Méndez-Ochaita

Se discute la pertinencia de las investigaciones de tesis de la Maestría en Estudios del Discurso y Literacidades Académicas de la Universidad Autónoma de Tlaxcala en el marco de los principales programas de fomento a la formación e investigación del Conacyt. Se evidencia que existe una brecha de desigualdad de la entidad en dichos programas.

Ciencias Humanas y de la Conducta

Costos físicos de la reclusión: trayectorias de salud-enfermedad de mujeres en confinamiento penal en Morelos, Ciudad de México y el Estado de México

Lucia Espinoza Nieto

Se analiza el impacto social de la reclusión a través de la trayectoria de salud-enfermedad de un grupo de mujeres liberadas de confinamiento penal. En conclusión, se precisa que el deterioro en la salud de las mujeres durante la reclusión se relaciona con la violencia médica y de género, falta de autocuidado, la pobreza antes de vivir en reclusión y la falta de redes de apoyo.

Ciencias de la Tierra y de la Atmósfera

Servicios ecosistémicos del arbolado urbano en la Laguna de San Baltazar, Puebla, mediante el uso del *software* i-Tree

Jesus Hernández-Castán, Eduardo Cuesta Mejía, Benjamín Ortiz Espejel, Enrique Rosano Reyes

Se determinan los servicios ecosistémicos del arbolado urbano en la Laguna de San Baltazar, Puebla, México, mediante el uso del *software* i-Tree. Los servicios ambientales ascienden a 592 200 pesos mexicanos anuales, 73% deriva de la remoción de contaminantes. Se establece una línea base para el sitio y se amplía el conocimiento relativo a la utilización de esta herramienta.

Ciencias de la Salud Humana

Calentamiento de nanopartículas de oro inducido por excitación fotónica y multifotónica

Flonth Viena Gutierrez-Cruz, Alejandra Ancira-Cortez, Miguel Ángel Camacho-López, Keila Isaac-Olivé, Nallely Jiménez-Mancilla

Se evalúa la temperatura generada por nanopartículas de oro (AuNPs) al ser irradiadas con luz láser para su utilidad en terapia fototérmica plasmónica fotónica o multifotónica. Las AuNPs muestran tamaños de 20.7 ± 0.2 nm, forma es-

férica y un máximo de absorción UV-Vis en 520.16 + 0.93 nm. La irradiación a 1 064 nm exhibe mayor incremento de temperatura en 3.4, 1.9, y 1.2 veces más que a 532 nm a las respectivas frecuencias.

Ciencias Naturales y Agropecuarias

Sensibilidad del carbón de la espiga del maíz a diferentes fungicidas

Andrés Quezada-Salinas, Magnolia Moreno-Velázquez, Carlos De León, Cristian Nava-Díaz, Ana María Hernández-Anguiano, Guillermo Márquez-Licona

Se determina la sensibilidad de *Sporisorium reilianum* f. sp. *zeae* a diferentes fungicidas en condiciones de *in vitro*, como factor previo a su uso en campo. Se propone el uso de carboxín y tebuconazol+thiram en la rotación de grupos químicos para el manejo integrado del carbón de la espiga del maíz.

Análisis sensorial de chorizo, salmuera y ahumado de *Coturnix coturnix japonica* alimentadas con *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala*

Carolina Flota-Bañuelos, Azalia Zavala-Hernández, Antonio Olegario Chab-Ruiz, Verónica Rosales-Martínez, Silvia Fraire-Cordero

Se evalúa la calidad de la canal de la codorniz japonesa previamente alimentada con *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala*, así como también el nivel de agrado de los productos carnicos de Santo Domingo Kesté, Campeche. *Moringa oleifera* en la alimentación de codornices mejora las características organolépticas en la carne ahumada y brinda mejor sabor, olor y suavidad.

Espacio del Divulgador

Las fascinantes adaptaciones de las cactáceas y su historia evolutiva

Leandro Schwertner-Charão, Jacinto Treviño-Carreón, Rafael Delgado Martínez

Se dan a conocer las fascinantes e importantes adaptaciones de las cactáceas que han permitido su distribución y sobrevivencia en los desiertos americanos. Se recopiló información de libros especializados, artículos científicos y de divulgación. Se concluye que es urgente tomar medidas efectivas de protección y conservación de las cactáceas.

Reglas de asociación como estrategia de selección de ítems en exámenes adaptativos computarizados

Josué Pacheco Ortiz, Lisbeth Rodríguez Mazahua, Giner Alor Hernández

Se propone un método de selección de ítems en los CAT basado en reglas de asociación. De acuerdo con la respuesta correcta (1) o incorrecta (0) del evaluado a cada pregunta, se buscan reglas de asociación. La elección del ítem se realiza considerando las reglas con la mayor confianza y soporte. Para finalizar, se incluye un ejemplo para demostrar la eficacia del método propuesto.

Ensayo

Espectro de los factores psicosociales en el trabajo: progresión desde los riesgos psicosociales hasta los protectores psicosociales

Emmanuel Martínez-Mejía

Se propone una aproximación conceptual de una progresión bidireccional de los factores psicosociales en el trabajo. La utilidad de esta propuesta radica en tener un espectro que contextualice las investigaciones y oriente las intervenciones profesionales realizadas en el ámbito laboral para mejorar la salud psicosocial de las personas en el trabajo.

CIENCIA *ergo-sum*, Volumen 30, Número 2, julio-octubre 2023, es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Autónoma del Estado de México. Leona Vicario 201, Barrio de Santa Clara. C.P. 50090. Toluca, Estado de México, México. Tels.: (722) 2 77 38 35 y 2 77 38 36. <https://cienciaergosum.uaemex.mx/>, ciencia.ergosum@yahoo.com.mx. Editor responsable: Dr. Eduardo Gilberto Loría Díaz de Guzmán, Dirección de Publicaciones Universitarias. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2015-071312522600-102, ISSN: 1405-0269, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Licitud de título No. 7955, Licitud de contenido No. 5634 ambos expedidos por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación el 10 de junio de 1994. Impreso por Talleres Gráficos Santa Bárbara, S. de R. L. de C.V., Huitzilopochtli 109, Barrio de Sta Bárbara, Toluca de Lerdo, México, C. P. 50050, México. Este número se terminó de imprimir en octubre de 2023 con un tiraje de 32 ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Se autoriza la reproducción total o parcial del contenido aquí publicado sin fines de lucro, siempre y cuando no se modifique, se cite la fuente completa y su dirección electrónica.



Esta publicación utiliza la Licencia *Creative Commons* 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.



Actitudes de no tolerancia a otras tradiciones en México desde la Encuesta Nacional sobre Discriminación 2017

Mejía Reyes, Carlos; Sánchez Ruiz, Abraham; Rangel Gómez, Sheila Janet

Actitudes de no tolerancia a otras tradiciones en México desde la Encuesta Nacional sobre Discriminación 2017

CIENCIA *ergo-sum*, vol. 30, núm. 2, julio-octubre 2023 | **e194**

Ciencias Sociales

Universidad Autónoma del Estado de México, México

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.



Mejía Reyes, C., Sánchez Ruiz, A. y Rangel Gómez, S. J. (2023). Actitudes de no tolerancia a otras tradiciones en México desde la Encuesta Nacional sobre Discriminación 2017. *CIENCIA ergo-sum*, 30(2). <http://doi.org/10.30878/ces.v30n2a1>

Actitudes de no tolerancia a otras tradiciones en México desde la Encuesta Nacional sobre Discriminación 2017

Non-tolerance attitudes to other traditions in Mexico from the National Discrimination Survey 2017

Carlos Mejía Reyes*

Universidad Pedagógica Nacional, sede 131, México/Red-ALEC-Université de Limoges, Francia

carlosmejiareyes@upnhidalgo.edu.mx

 <http://orcid.org/0000-0003-2998-1749>

Recepción: 16 de agosto de 2021

Aprobación: 19 de noviembre de 2021

Abraham Sánchez Ruiz

Universidad La Salle, Bajío, Campus Salamanca, México

asanchezr@delasalle.edu.mx

 <http://orcid.org/0000-0001-9343-4454>

Sheila Janet Rangel Gómez

Universidad Estatal de Bolívar, Ecuador

srangel@ueb.edu.ec

 <http://orcid.org/0000-0002-4476-8201>

RESUMEN

Se analiza la tolerancia a otras tradiciones y expresiones culturales en México a partir de la Encuesta Nacional sobre Discriminación 2017 mediante una técnica estadística multivariante. Se visualizan las tendencias de aceptación o rechazo a partir de su relación con variables independientes de control. Se encuentra que una ligera mayoría de agentes señala poca o nula tolerancia a otras tradiciones y se registra más posibilidad de que sea referido por jóvenes, en personas con estudios medios y superiores, en estratos sociales medios y altos, así como en informantes de condiciones laborales no tan favorables o estables.

PALABRAS CLAVE: tolerancia, costumbres, actitud, discriminación, México.

ABSTRACT

Tolerance to other traditions and cultural expressions in Mexico is analyzed from the 2017 National Discrimination Survey using a multivariate statistical technique. Acceptance or rejection trends are visualized based on their relationship with independent control variables. It is found that a slight majority of agents who indicate little or no tolerance to other traditions and are more likely to be referred by young people, in people with middle and higher education, in middle and upper social strata, as well as informants of less favorable or stable working conditions.

KEYWORDS: tolerance, customs, attitude, discrimination, Mexico.

INTRODUCCIÓN

La estructura argumentativa del escrito inicia con la explicación del proceso sociológico de construcción de tradiciones y el desarrollo hacia la configuración sentimental de su defensa. Enseguida, se argumenta la coexistencia de tradiciones en sociedades contemporáneas y los trazos de fronteras inherentes desde conceptos de multiculturalidad, pluralidad e interculturalidad en los que actitudes de tolerancia o intolerancia juegan papel central.

Esto justifica el análisis empírico, ya que la tolerancia a otras tradiciones es considerada en la Encuesta Nacional sobre Discriminación en México, con el fin de comprender actitudes persistentes a partir de un análisis multivariado

AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

carlosmejiareyes@upnhidalgo.edu.mx

en función de extracción de factores y proyecciones probabilísticas. Con tales elementos, este documento tiene por objetivo analizar las actitudes de intolerancia hacia otras tradiciones en agentes mexicanos y mexicanas a partir de factores sociodemográficos básicos desde la Encuesta Nacional sobre Discriminación 2017.

1. CONSTRUCCIÓN SOCIAL DE LAS TRADICIONES

La costumbre es definida como una forma de actuar a la que agentes pertenecientes al mismo círculo de personas se atienen de forma voluntaria, recíproca, irreflexiva y regular. Es decir, una conducta típicamente repetitiva que por su carácter usual forma parte de las destrezas de un grupo. Cuando estas regularidades representan la conducta normal de un colectivo y adquieren “la dignidad de algo normativamente ordenado” por convención, se denomina *tradicción* (Weber, 2016: 715) e implica ahora censura de la conducta discordante, así como una vigilancia a la adhesión de la práctica.

La concordancia entre agentes por costumbres configura la base para el origen de comunidades e incentiva sentimientos de pertenencia que mediante la coacción psíquica garantiza su continuidad (Weber, 2016). Así pues, la tradición representa el conjunto de ideas, prácticas y conocimientos transmisibles de generación en generación de un grupo mediante relaciones sociales continuas (Fairchild, 1966; Abercrombie *et al.*, 2006; Turner, 2006; Scott, 2006). Bajo estos criterios, la idea ya referida de comunidad supone la relación social cuyo sentido se orienta por un sentimiento subjetivo para construir un todo (Weber, 2016).

La presencia y construcción de tradiciones supone, en las sociedades contemporáneas, la coexistencia entre una pluralidad de agentes adscritos a colectivos con distancias significativamente perceptibles entre sí respecto a las ideas y costumbres que guía sus preceptos e identidades (Touraine, 2000), por lo cual es normal aludir a naciones diversas para diagnosticar sociedades presentes (Gómez, 2018; Giménez, 2007), como la mexicana (Sánchez, 2012). Este reconocimiento es conceptualizado de dos maneras: pluralidad y multiculturalidad. El primer concepto refiere una distinción actitudinal entre diferentes que supone un reconocimiento cuantitativo por parte de instituciones directivas para su tratamiento político u administrativo. El segundo se refiere a la coexistencia de agentes con distintas adscripciones culturales en un espacio común (Gómez, 2018). Relacionado con los conceptos anteriores, el término *interculturalidad* describe la relación entre grupos culturales diferentes (Rizo, 2014).

Sin embargo, la convivencia entre grupos no goza tácitamente de reconocimiento recíproco exento de rispidez, pues el proceso distintivo de cada colectivo es autoseñalarse *categoría central* frente a la otredad como referente límite de su definición (Merton, 2002) y en mayor medida cuando esas diferencias están cargadas de poder que posiciona uno o algunos grupos sobre otros (Dussel, 2015). El trazado de fronteras entre grupos, por tanto, tiene la finalidad de reafirmar fragmentaciones y asimetrías a partir de creencias con significación emocional (Bauman, 2017). Este proceso tiene una base con prioridad cultural, pero a su vez opera respecto a las diferencias generacionales (Beck, 2017), religiosas, ideológicas políticas, entre otras.

El proceso mediante el cual la coexistencia de grupos se hace posible se define como *tolerancia*, que consiste en esencia en aceptar a las personas y sus prácticas incluso cuando son desaprobadas enérgicamente (Scanlon, 2003), que puede ser no sólo el matiz de otredad excluyente, sino de posibilidad de retroalimentación y aprendizaje recíproco bajo esquemas de gobernabilidad en sociedades contemporáneas (Brown, 2006).

Los niveles de tolerancia se pueden sintetizar en cinco actitudes: *a*) la primera de resignación con fines pacíficos, *b*) la otra se entiende como indiferencia pura, *c*) la siguiente es el reconocimiento de derechos de otros a ejercer tal cual son en su particularidad, aunque resulten poco aceptables. *d*) La cuarta supone apertura en descubrir a los y las diferentes con fines de aprender además de retroalimentarse y la última de admisión positiva de la diferencia (Walzer, 1998).

Sin embargo, históricamente el proceso de integración de la otredad en las sociedades occidentales, en particular en las occidentalizadas, se caracteriza por un recorrido cargado de vicisitudes, que tiende más hacia opresiones y erradicaciones con el nombrado genocidio contra comunidades originarias (Smith, 2015) durante el proceso de extracción, saqueo y explotación de América (Galeano, 2015) en el contexto de “conquista” y colonia como un

mecanismo de asimilación de las poblaciones nativas (Todorov, 2007). Asimismo, el racismo fue parte del proceso que, si bien no fue el origen del fenómeno, sí emerge expansivamente en Europa durante el proceso de invasiones y colonización (Wieviorka, 2009) y dio lugar a su fundación mundial por su aplicación institucional en México, Brasil, Estados Unidos y Sudáfrica (Van den Berghe, 1976). por lo que la coexistencia no implicó tolerancia alguna.

Contemporáneamente la tolerancia en la conformación del México moderno se caracterizó por no soportar la alteridad ante el único proyecto identitario nacional y de la categoría ontológica de su definición donde la heterogeneidad cultural fue entendida como hipótesis (Béjar, 1988). El levantamiento armado del EZLN (Ejército Zapatista de Liberación Nacional) de 1994 en Chiapas conformó un hito histórico debido a que en sus discursos y demandas permanecieron visibles la reivindicación de los pueblos indígenas para considerarse institucionalmente como parte concreta y simbólica, por lo que se manifestó así la necesidad de replantear el carácter pluriétnico de la sociedad (Ramírez, 2002). Lo anterior es congruente con diagnósticos científicos sociales que evidenciaron la tendencia oficial a la exclusión de lenguas, usos y costumbres en la arquitectura moderna del México (Navarrete, 2016; Echeverría, 2011).

2. INTOLERANCIA CULTURAL EN MÉXICO, ALGUNOS FACTORES

En 2001 la conferencia general de la Unesco emitió la Declaración Universal sobre la Diversidad Cultural en donde se define a la *diversidad* como patrimonio de la humanidad, factor de desarrollo catalizador de la creatividad y solidaridad (Unesco, 2001); con esto se atienden las tendencias de la tercera generación de los derechos humanos cuyas directrices reconocen a las características colectivas de los pueblos en sus particularidades, así como autodeterminaciones que apelan a la coexistencia pacífica entre grupos y culturas entendidos como patrimonio humano (Flores, 2015). Lo anterior con fines de mitigar de forma puntual actitudes entendidas como nuevos racismos o nueva lógica del racismo que se funda en la atribución de capacidades supuestamente inferiores a partir de la diferencia cultural, lengua, religión, tradiciones, valores, moral y costumbres (Wieviorka, 2009).

Sin embargo, los compromisos estatales no logran mitigar las concepciones o imaginarios contemporáneos excluyentes hacia lo distinto como a las y los extranjeros (Cantizani y España, 2018), las y los migrantes con la desterritorialización de las culturas (Bartra, 2007) e incentivado por coyunturas como arribos al poder de líderes con tendencias xenófobas (Garza-Cuéllar, 2017). También, cíclicamente los procesos macroeconómicos de crisis han sido factor para el cierre cultural a la diferencia, así como exacerbación de la intolerancia (Polanyi, 2003).

En cuanto a la intolerancia cultural o nueva lógica del racismo en México, se ha aseverado la persistencia de actitudes excluyentes en función de la diferencia cultural, lo cual motiva prácticas de exclusión (Cisneros, 2001) que, basadas en percepciones o creencias de esas diferencias dentro de una ideología determinada, contribuyen a una forma de dominación que justifica la desigualdad y legitima privilegios de los sectores dominantes, lo cual provoca que actos de racismo cultural sean vistos como hechos aislados e insignificantes, no representativos para la justicia social (Saldívar, 2012). La ideología hegemónica en torno al racismo local se entiende a partir del imaginario mestizaje que invisibiliza y desprecia la apariencia somatípica tendiente a la blanquitud, así como de prácticas culturales u orientaciones identitarias fuera de tales marcos (Moreno, 2012; Echeverría, 2011).

Como se ha documentado en ejercicios empíricos, al analizar redes semánticas naturales en universitarios y universitarias para develar significados en lo que concierne grupos indígenas, se constata la persistencia de prejuicios negativos e intolerancia por su asociación directa con un tipo de cultura considerada distinta (Aguayo, 2014). La intolerancia cultural resulta evidente con el fenómeno migratorio (Cisneros, 2001), puesto que el escaso porcentaje de población extranjera residente en el país (menos del 1%) es un indicador de la intolerancia hacia la diferencia (Rebolledo, 2017), así como de las personas en movilidad de tránsito ilegal dentro del territorio nacional, cuyas expresiones de rechazo se han documentado bastante en años recientes (Pérez, 2021). La invisibilización institucional, pero también cultural, de la afromexicanidad es un rasgo explícito de intolerancia y racismo que ha empezado a considerarse en la actualidad en los procesos inclusivos del país (Avendaño, 2020).

Como muestra de la actitud persistente de intolerancia en el territorio mexicano, la Encuesta Nacional sobre Discriminación 2017 comprobó que el 56.6% de población de 18 años o más justifica poco o nada que las personas practiquen tradiciones o costumbres distintas a las mexicanas. Asimismo, el 65% opina que en el país se respetan poco o nada los derechos de personas indígenas, el 56% en relación con personas afrodescendientes y el 66% a personas de la diversidad sexual; en otros datos, el 39% no le alquilaría una vivienda a una persona extranjera, el 44.5% opina que entre más religiones haya en el país, más conflictos sociales se generarán (CONAPRED, 2017a).

Las propensiones hacia actitudes intolerantes también se encuentran influenciadas por rasgos inherentes a condiciones nominales como variables de control básicas de análisis, por ejemplo el sexo de las ciudadanas y ciudadanas, ya que algunos estudios indican que en varones es donde se concentran mayores tendencias hacia la intolerancia a inmigrantes (Smith-Castro, 2010), aunque otros ejercicios aseguran que es en mujeres (Ponce, 2017) por su proclividad al conservadurismo implantado por la estructura de género. Sin embargo, es en los primeros donde se inclina la intolerancia contra personas de la diversidad sexual (Fernández y Calderón, 2014).

La edad es otra variable asociada a las actitudes intolerantes; este dato se ha reportado en edades adultas, particularmente en mayores de 30 años (Willems, 1995), quienes perciben a los migrantes como amenazas (Semiyanov *et al.*, 2004). Lo mismo ocurre para el caso de la tolerancia a personas de la diversidad sexual (Piña y Aguayo, 2015) y a la disidencia en posturas políticas (Mejía y Ortiz, 2018).

De la misma forma, se identificaron correlaciones con la baja escolaridad porque a una menor formación escolar corresponde mayores actitudes proclives a la intolerancia, tal como lo exponen los estudios de xenofobia (Willems, 1995) y homofobia (Morrison y Morrison, 2011) en países anglófonos, pero también esas hipótesis operan para el caso mexicano (Cortés, 2003). Aunado a esta información, se ha documentado la tendencia contraria las políticas de igualdad en favor de afrodescendientes (Rollins, 2017), así como misoginia y sexismo en universidades (Buquet *et al.*, 2013).

La situación marital también se ha contemplado como predictora de la incidencia a la actitud de intolerancia y discriminatoria. En particular, el estado civil en matrimonio es el más proclive por razones de supuesta protección a la seguridad y estabilidad del núcleo (Ceubanou y Scandell, 2010), pero no así en el caso de la tolerancia hacia posturas políticas diferentes respecto a agentes sin conformación familiar (Mejía y Ortiz, 2018).

En cuanto la clase social se ha documentado que es en estratos bajos donde se perciben mayores prejuicios negativos contra inmigrantes (Solé, 2010) o grupos de la diversidad sexual (Herek y Capitano, 1996), pero en los casos de intolerancia a valores o posturas políticas distintas porque las clases medias y altas tienden a concentrar rasgos poco tolerantes (Bourdieu, 2000).

Por último, la situación de empleo es una variable que explica la propensión a la intolerancia a la diferencia cuando la persona se encuentra en condiciones laborales inestables o precarias, en particular contra inmigrantes (Vallas *et al.*, 2009), tácito en la teoría de la competencia de mercados de trabajo en países considerados en desarrollo (Meseguer y Maldonado, 2015).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La Encuesta Nacional sobre Discriminación 2017 tiene por objetivo “reconocer la magnitud de la discriminación y sus diversas manifestaciones en la vida cotidiana, profundizando en el conocimiento sobre quién o quienes discriminan”, además de hacer visible la discriminación para comprenderla y “modificarla”, de ahí la necesidad de contar con información que permita identificar la población afectada por esta práctica (CONAPRED, 2017b: 7). Para ello, capta la opinión de personas mayores de 18 años y más en el territorio nacional a partir de una muestra probabilística, estratificada y por conglomerados en las 32 entidades federativas, cuyas unidades de observación fueron hogares, viviendas con poblaciones de estudio consideradas de riesgo (indígenas, con discapacidad, diversidad religiosa, adultas mayores, mujeres niñas, niños y adolescentes). El tamaño de la muestra fue de 39 101 viviendas y 102 245 personas con el método de recolección de entrevista cara a cara en el periodo de 21 de agosto al 13 de octubre de 2017 (CONAPRED, 2017a).

La muestra está conformada en un 44.9% de varones y 55.1% de mujeres. En lo concerniente a la edad, el 51.5% se ubica en edades entre 18 y 40 años, el resto 48.5% entre 41 y más de 60 años de edad. Acerca de la estratificación social, el 17.7% se ubica en la clase baja; 50.5%, en clase media baja; 21.6%, en clase media alta; 10.2%, en clase alta. El 81% se adscribe católica(o); el 6.7%, cristiana(o); 1.6%, testigo(a) de Jehová; el 7.9% refirió no tiene religión; el resto indica otras doctrinas. En cuanto la formación educativa, el 5.5% mencionó no tener estudios; 52.5% cursó educación básica, el 22.2%, educación media; 20.1%, educación superior. En cuestión del estado civil, el 19.3% se encuentra en unión libre; 8.5%, separado(a); 3.1%, divorciado(a); 7.1%, viudo(a); 41.9%, casado(a); 19.9%, soltero(a). La situación laboral tiene un perfil en el que 58.7% trabajó al menos una hora la semana anterior inmediata, el 24.7% se dedica al cuidado de menores y hogar, el 4% no trabaja, 4.7% es jubilado(a) o pensionado(a), el 3.9% es estudiante, el 1.6% buscó trabajo, el 1% está impedido para trabajar y el 1.4% tenía trabajo, pero no trabajó.

La variable dependiente utilizada tiene el objetivo de cerciorarse de la permisividad a la discriminación y en el cuestionario de opinión de la encuesta que revisa valores y actitudes es signada como 1.4 (po1_4_7 en microdatos). Se preguntó de la siguiente manera: “En su opinión, ¿cuánto se justifica que las personas practiquen tradiciones o costumbres distintas a las mexicanas?” Las respuestas: 1) Mucho, 2) Algo, 3) Poco, 4) Nada. La categoría de la variable referente para el análisis es la última. El porcentaje de respuesta a este ítem es del 100%, lo cual hace factible su utilización.

Las variables independientes están conformadas por las básicas de control: sexo, con dos categorías; edad, recodificada en nueve intervalos de 18 a 25 años, 26 a 30 años, 31 a 35 años y así de forma sucesiva hasta 61 años o más. Otra variable es la escolaridad, con nueve categorías: sin educación, preescolar, primaria, secundaria, normal básica, carrera técnica, preparatoria o bachillerato, carrera técnica con preparatoria, licenciatura, maestría o doctorado. La clase social se lee desde la variable ordinal “estrato” de cuatro categorías: bajo, medio bajo, medio alto y alto. El estado civil (p3_16) está conformado por seis categorías: unión libre, separado(a), divorciado(a), viudo(a), casado(a), soltero(a). Por último, la situación laboral (p3_17) en párrafos anteriores ya se describió porcentualmente en ocho categorías.

Con el conjunto de variables se pretende revisar la dependencia matemática de la variable eje con el resto a partir de un ajuste de regresión logística ordinal expresado en coeficientes y en función de la varianza total (López-Roldán y Fachelli, 2015). Con este ejercicio se analiza el signo de la relación, así como la estimación probabilística de que el suceso estudiado ocurra (Heredia *et al.*, 2014); en este caso, la actitud de rechazo a otras tradiciones. El objetivo puntual del procedimiento se centra en verificar las probabilidades de ocurrencia del fenómeno actitudinal basándose en los valores de resultado de la columna del error típico y coeficiente (Calvo y Cayuela, 2002); sin embargo, se prioriza su interpretación mediante el cálculo Odds Ratio (OR), que consiste en el uso del operador exponencial de los resultados para expresarlos en posibilidades de ocurrencia del evento (Cerdeira *et al.*, 2013).

La constatación de la validez del procedimiento es a través de coeficientes de ajuste chi-cuadrado, el cual permite conocer la congruencia o no de la predicción de frecuencias en cuanto a los acontecimientos del cálculo real. Los valores son los típicos de hipótesis nula (Heredia *et al.*, 2014). El pseudo R² describe la variabilidad total del modelo y la magnitud de la correlación entre variables; sin embargo, en variables dependientes categóricas u ordinales suelen ser en extremo bajos en comparación con los estándares típicos con variables continuas; por tal razón, “debe evitarse el coeficiente de determinación como estadístico de resumen en modelos con variable dependiente cualitativa” (Aldrich y Nelson, citado en Gujarati y Porter, 2010: 547).

4. RESULTADOS

El porcentaje de la muestra en la entrevista refirió que no se justifica nada que personas practiquen tradiciones o costumbres distintas a las mexicanas fue de 36.2%, el 20.6% lo señaló poco justificable; el 21.6%, algo justificable; el 19.7% refirió alta justificación.

El cálculo del modelo multivariado ordinal arrojó resultados de viabilidad del proceso, ya que el ajuste del modelo es significativo respecto al chi-cuadrado de Pearson (0.000) y la significación conjunta (0.000), lo cual refiere así valores legítimos.

TABLA 1
Efecto de factores de control sobre la tolerancia a otras tradiciones

Variable	Categorías	Estimación	P	OR
Escolaridad	Sin educación	-0.339	0.000	0.7124
	Primaria	-0.409	0.000	0.6643
	Secundaria	-0.496	0.000	0.6089
	Normal básica	-0.042	0.003	0.9588
	Carrera técnica con secundaria	-0.021	0.104	0.9792
	Preparatoria o bachillerato	-0.312	0.000	0.7319
	Carrera técnica con preparatoria	-0.863	0.000	0.4218
	Licenciatura	-0.277	0.000	0.7580
	Maestría o doctorado	0 _a	.	.
	18 a 25	0.424	0.000	1.5280
Edad	26 a 30	0.130	0.000	1.1388
	31 a 35	0.638	0.000	1.8926
	36 a 40	0.163	0.000	1.1770
	41 a 45	0.262	0.000	1.2995
	46 a 50	0.279	0.000	1.3218
	51 a 55	0.296	0.000	1.3444
	56 a 60	0.431	0.000	1.5387
	61 o más	0 _a	.	.
Clase social	Baja	-0.273	0.000	0.7610
	Media baja	-0.333	0.000	0.7167
	Media alta	-0.137	0.000	0.8719
	Alta	0 _a	.	.
Sexo	Hombre	0.087	0.000	1.0908
	Mujer	0 _a	.	.
Estado civil	Unión libre	-0.167	0.000	0.8461
	Separado(a)	0.093	0.000	1.0974
	Divorciado(a)	-0.217	0.000	0.8049
	Viudo(a)	-0.523	0.000	0.5927
	Casado(a)	-0.215	0.000	0.8065
	Soltero(a)	0 _a	.	.
	Trabajó (al menos una hora)	0.088	0.000	1.0919
	Tenía trabajo pero no trabajó	0.137	0.000	1.1468
Situación laboral	Buscó trabajo	-0.307	0.000	0.7356
	Es jubilado o pensionado	0.349	0.000	1.4176
	Estudiante	-0.277	0.000	0.7580
	Hogar y cuidado de hijos	0.400	0.000	1.4918
	Impedido para trabajar	0.448	0.000	1.5651
	No trabaja	0 _a	.	.
Sig. 0.000		Pearson 0.000.		

Fuente: elaboración propia con base en Encuesta Nacional sobre Discriminación 2017.

Nota: 0_a = este parámetro está establecido en 0 porque es redundante.

Los hallazgos en relación con las categorías de las variables independientes con la dependiente, en su mayoría son significativas, excepto en una de escolaridad, que es la de “carrera técnica con secundaria”, por lo que se destaca en su lectura e interpretación.

El resto de grados académicos tienen el siguiente comportamiento: las personas sin formación educativa tienen 71% de probabilidad de tener actitudes reprobatorias hacia otras tradiciones, lo que supera a personas con primaria y secundaria con 66% y 60% respectivamente. Sin embargo, en la formación normal básica es de 95%, en preparatoria o bachillerato es de 73% y carrera técnica con preparatoria 42%. Las personas con estudios superiores se ubican con 75% de probabilidad de referir intolerancia.

En cuanto a la edad, los resultados son dispersos sin una propensión clara: agentes de 18 a 25 años tienen 1.5 veces la posibilidad de que rechace a otros grupos o personas con tradiciones distintas. En el grupo de 26 a 30 años disminuye a 1.1 veces al igual que en el grupo de 36 a 40 años. En el sector intermedio de 31 a 35 años es de 1.8 veces. A partir de la cohorte de 41 a 45 años se nota una tendencia progresiva hacia la intolerancia, dado que en este sector los valores son de 1.2 veces, 1.3 veces en sector de 46 a 55 años y aumenta a 1.5 veces de 56 años en adelante.

Con la estratificación social, la tendencia muestra que entre en las clases más altas y bajas es donde la intolerancia predomina; al respecto, agentes del sector inferior tienen 76% de posibilidad de intolerancia; la clase media, 71%, pero en las altas es de 87%, de modo que se concentra en este sector la actitud sectaria. En cuanto al sexo, la posibilidad es la misma sin distinción con valor de 1.0.

El estado civil refiere que en sectores en unión libre existe un 84% de posibilidad de referir intolerancia y en un 80% se ubican las personas divorciadas, casadas y solteras. El valor más bajo fue en estado de viudez con 59% y en separados(as) la posibilidad es de 1.

Por último, la situación laboral muestra una tendencia particular en la que en agentes imposibilitados(as) para trabajar o que no lo hacen es de 1.5 veces, mientras que en personas jubiladas y dedicadas al trabajo del hogar es de 1.4. Quienes sí tenían trabajo, pero no trabajaron, es de 1.1 y quienes laboran es de 1.0. El sector estudiantes tiene 75% de posibilidad de intolerancia y 73% quienes buscan empleo.

5. DISCUSIÓN

Se ha documentado que la formación educativa coadyuva a que los prejuicios e intolerancia sean menores (Herek y Capitanio, 1996). Sin embargo, para este caso, la formación educativa pareciera no tener distinciones porque no se nota una tendencia clara en esa dirección. Si bien entre los grados de educación básica pareciera seguir tal lógica, en los siguientes se incrementa considerablemente porque en la educación media y posgrado es donde más probabilidad de intolerancia se percibe. Lo anterior deja ver que la formación académica no es garante de actitudes incluyentes como también se ha documentado en materia de racismo en Estados Unidos (Rollins, 2017), en la misoginia en México (Buquet *et al.*, 2013) y en diferencias étnicas e inmigrantes en Europa del norte (Weber, 2020). Estos resultados son debatibles, pues hay quienes aseguran a la formación educativa en México como el detonante de “mentalidad abierta” a la diferencia, además de que es un factor más influyente que la edad (Cortés, 2003). Las razones de ello obedecen a que el prejuicio se debe más a rasgos de personalidad, contenidos de la socialización primaria (Weber, 2020) y los sentimientos contextuales o de coyuntura (Polanyi, 2003; Garza-Cuellar, 2017) que a la formación académica puntual.

Asimismo, el factor etario responde de manera parcial a las tendencias empíricas típicas que señalan la correlación entre mayor edad, mayor intolerancia (Willems, 1995; Semiyonov *et al.*, 2004; Piña y Aguayo, 2015) por el arraigo y socialización de este grupo a creencias, valores, normas y reglas tradicionales o la incapacidad de autocontrol para expresar prejuicios (Franssen *et al.*, 2012); si bien, en este caso, las edades más adultas lo refieren, de igual manera la cohorte de menor edad, pero aún más en agentes de entre 30 y 35 años. Suponer que los sectores jóvenes están exentos de actos de prejuicio es un descuido analítico si consideramos que se ha demostrado intolerancia y prejuicio hacia personas mayores en otro tipo de estudios (Chung y Park, 2018). Una posible explicación de la intolerancia por parte de estos sectores es la teoría de la “amenaza percibida” y/o teoría “de la competencia” por recursos económicos, políticos o simbólicos. Esta propuesta supone que los grupos ocupan desiguales posiciones en el orden social cuyos intereses divergen y compiten por el acceso a recursos ocasionando que los grupos dominantes sientan amenazada su

posición de privilegio simbólico, económico/laboral (Strabac *et al.*, 2011). Ahora bien, en México el sector joven es el que más padece incertezas laborales, precariedad y desempleo (García, 2016); por este motivo, sería el grupo con más percepciones de riesgo por la competencia laboral que conformaría así razones de intolerancia frente a grupos distintos o inmigrantes, tal como sucede en otros contextos (Janmaat y Keating, 2019). Sin embargo, se requerirán mayores pruebas empíricas de relación entre intolerancia, edad y situación laboral para corroborar su vinculación.

En cuanto a la clase social, la correlación empírica detectada respecto a la discriminación e intolerancia es que las clases bajas tienden en mayor propensión hacia la exclusión (Herek y Capitanio, 1996; Solé, 2010). Sin embargo, para este caso la orientación indica intolerancia progresiva en clases medias altas y altas, tal y como se ha especificado teórica y empíricamente para otros tipos de sectarismo (Bourdieu, 2000). Es importante recordar que una definición básica de clase social tiene como elemento la perspectiva y estilos de vida similar entre estratos, así como una reiterada distinción frente a grupos considerados inferiores. Como se ha documentado, en estratos bajos es donde se perciben mayores prejuicios negativos contra inmigrantes (Solé, 2010) o grupos de la diversidad sexual (Herek y Capitanio, 1996); en cuestiones de intolerancia hacia posturas políticas distintas, las clases medias y altas tienden a concentrar actitudes excluyentes (Mejía y Ortiz, 2018), lo que es correspondiente con los resultados. Una posible explicación es que los estratos bajos, por su constante y cotidiana interacción con residentes nuevos (en el caso movilidad humana), normalizan actitudes de apertura a la diferencia, mientras que en clases medias y altas se tipifican como riesgosas a causa de la escasa relación con agentes externos (Solé, 2010).

También se ha referido que en los imaginarios sociales del colectivo mexicano existe la asociación de posición económica, tono de piel y somatipo como rasgo diferenciador de cultura y estrato social (Navarrete, 2016) cuyo origen es colonial (Van den Berghe, 1976), que, combinado con la historia oficialista del mestizaje, prioriza la herencia europea como prototipo de persona y supone la unificación de modelos de vida, así como de aspiraciones hacia la *blanquitud* y la presunción material (Echeverría, 2011). De este modo, para los sectores que lo asumen o ambicionan, cualquier otro esquema o tradición es poco admisible y sea ejecuta como un mecanismo defensivo de sus intereses, privilegios y lógicas (Bourdieu, 2000), aunado a que los miembros de la misma posición social suelen interactuar en exclusivo entre sus iguales (Botero, 2005) y es el sector que tiene más claridad de las diferencias de posición y prestigio social y motiva así el distanciamiento discrecional (Ariztía, 2016).

La tendencia hacia la intolerancia de otras tradiciones o grupos es más común en agentes adscritos a núcleos familiares vigentes o pasados por la defensa conservadora de las condiciones culturales y políticas prevalecientes e incluso tendientes a posturas de derecha referentes a la diversidad sexual (Jost *et al.*, 2003; Abramowitz y Saunders, 2006). Sin embargo, para este caso, todos los estados civiles muestran una tendencia alta hacia la intolerancia, excepto las personas en viudez. Las razones posibles de esto obedecen a que en la viudez ya no hay núcleo familiar inmediato que proteger o considerar, desinteresándose por tanto de otros esquemas de orientación, tal como se ha documentado en estudios de los contenidos cognitivos en las diferentes etapas de la adultez (Schollossberg *et al.*, 2005). De forma excepcional, la probabilidad mayor de intolerancia recae en agentes separados(as). Una posible explicación se deba a que por la situación marital tienden a experimentar menos felicidad o prevalencia de pensamientos negativos con la vida, en comparación con agentes con familia (Pozos *et al.*, 2013) y ante estados de ánimo adversos las relaciones sociales se tornan cada vez más complicadas con externos y, por tanto, menos tolerante a la diferencia como grupos culturales diversos o raciales (Ahmed, 2008).

Acerca de la situación laboral, la teoría de los mercados laborales explica que la intolerancia a inmigrantes es más proclive en agentes con situaciones ocupacionales desventajosas por la competencia que implica nuevos(as) ofertantes de mano de obra (Meseguer y Maldonado, 2015); esto coincide con lo que ocurre en la muestra mexicana, ya que quienes no trabajan por razones diversas más intolerancia demuestran, mientras quienes sí trabajan refieren intolerancia media en comparación con los que aún no se incorporan activamente a las actividades productivas, lo que parece coincidir también con el sentimiento de época en cuanto a la relación entre posición en la baja posición en la estructura productiva con frustración y tendencias a hacia las derechas políticas intolerantes a la diversidad identitaria (Bauman, 2011).

CONCLUSIONES

La intolerancia hacia otras tradiciones en México es nada o poco justificable para un porcentaje ligeramente mayoritario de los y las agentes entrevistadas en la Encuesta Nacional sobre Discriminación 2017.

De este grupo, concentran las actitudes intolerantes quienes poseen grados académicos medios superiores, profesionales y posgrado; este resultado deja ver que el nivel educativo no es garante de posturas incluyentes. Una situación similar ocurre con personas jóvenes y adultas (18 a 25 años) y adultos(as) jóvenes (30 a 35 años); la intolerancia aumenta de forma progresiva mientras más aumenta la edad.

En estratos sociales medios y altos es donde se ubican las probabilidades mayores de sectarismo y solamente las personas en viudez muestran tolerancia a la diferencia de tradiciones. Por último, los sectores ocupacionales activos y vigentes se orientan hacia la permisibilidad y mayor respeto a otras expresiones culturales.

De este modo, la intolerancia hacia otras tradiciones en México es una condición prevaleciente a pesar de que las distancias actitudinales entre clases sociales, edad y educación sean mínimas. Si bien la complejidad social y cultural de las sociedades contemporáneas es un rasgo tácito, los resultados de este análisis reflejan actitudes de diferenciación y prejuicio son aún perceptibles a tal grado que imposibilitan alcanzar los rasgos cuantitativos, pero sobre todo cualitativos, del reconocimiento y respeto a las diferencias; con ello, dejan ver que persisten en México rasgos del racismo que excluye por razones de diferencias en tradiciones o adscripciones culturales.

ANÁLISIS PROSPECTIVO

En 2018 México ratificó la Convención Interamericana contra toda forma de Discriminación e Intolerancia, adoptada en la Antigua Guatemala en 2013, que es un documento aprobado por las cámaras legislativas en 2019 y decretado en 2020 para su incorporación en el artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Así, desde el punto de vista sociológico, la existencia de reglas que regulen relaciones sociales en favor de la tolerancia evidencia que el fenómeno se halla aún en las prácticas e imaginarios colectivos. Entonces, tomar en cuenta en las próximas encuestas sobre discriminación que la intolerancia a otras tradiciones es un rasgo tácito de un tipo de racismo contemporáneo dimensionará con precisión la magnitud del fenómeno tras la aplicación del convenio. Al respecto, las instancias encargadas de fomentar la no discriminación y derechos humanos pondrán en marcha campañas perfiladas de concientización.

AGRADECIMIENTOS

Se agradecen los comentarios de las y los árbitros de la revista que ayudaron a mejorar sustancialmente el contenido del artículo.

REFERENCIAS

- Abercrombie, N., Hill, S., & Turner, B. (2006). *The Penguin Dictionary of Sociology*. London: Penguin Reference.
- Abramowitz, A., & Saunders, K. (2006). Exploring the bases of partisanship in the American electorate: social identity vs ideology. *Political Research Quarterly*, 59(2), 175-187. <https://doi.org/10.1177/106591290605900201>
- Aguayo, H. (2014). Significados acerca del indígena en universitarios del centro de México. *Psicología para América Latina*, 27, 144-168. Disponible en http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-350X2014000200008#tab01

- Ahmed, S. (2008). The politics of good feeling. *ACRAWSA e-journal*, 4(1), 1-19. Disponible en http://www.euophd.net/sites/default/files/international_labs/40thinternationallab/ahmed_s._2008._the_politics_of_good_feelings.pdf
- Ariztía, T. (2016). Clases medias y consumo: tres claves de lectura desde la sociología. *Polis. Revista Latinoamericana*, 43, 1-20. Disponible en <https://polis.ulagos.cl/index.php/polis/article/view/21>
- Avendaño, E. (2020). Afromexicanas, invisibles y racializadas. *Geopauta*, 4(3), 60-71. Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/5743/574364489006/574364489006.pdf>
- Bartra, R. (2007). *Territorios del terror y otredad*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Bauman, Z. (2017). *Retrotopía*. México: Paidós.
- Bauman, Z. (2011). *La globalización. Consecuencias humanas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Beck, U. (2017). *La metamorfosis del mundo*. Barcelona: Paidós.
- Béjar, R. (1988). *El mexicano. Aspectos culturales y psicosociales*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Brown, W. (2006). *Regulating aversion. Tolerance in the age of identity and empire*. Princeton: Princeton University Press.
- Botero, W. (2005). *Stratification: social division and equality*. New York: Taylor & Francis Group.
- Bourdieu, P. (2000). *Poder, derecho y clases sociales*. Bilbao: Editorial Descleé de Brouwer. S. A.
- Buquet, A., Cooper, J., Mingo, A. y Moreno, H. (2013). *Intrusas en la universidad*. México: PUEG/UNAM.
- Calvo, M. y Cayuela, A. (2002). Regresión logística no condicionada y tamaño de muestra: una revisión bibliográfica. *Revista Española de Salud Pública*, 76(2), 85-93. Disponible en <https://scielo.isciii.es/pdf/resp/v76n2/a02v76n2.pdf>
- Cantizani, R. y España, J. (2018). El rechazo a lo extraño. La interculturalidad contra la cultura del odio. *EIRENE. Estudios de Paz y Conflictos*, 1(1), 47-60. Disponible en <https://www.estudiosdepazyconflictos.com/index.php/eirene/article/view/8/5>
- Cerda, J., Vera, C. y Rada, G. (2013). Odds ratio: aspectos teóricos y prácticos. *Revista Médica de Chile*, 141(10), 1329-1335. Disponible en https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872013001000014
- Ceubanou, A., & Scandell, X. (2010). Comparative analyses of public attitudes toward immigrants and immigrant using multinational survey data: A review of theories and research. *Annual Review of Sociology*, 36, 309-328. <https://doi.org/10.1146/annurev.soc.012809.102651>
- Chung, S., & Park, H. (2018). How Young and older people differ in discriminatory behaviour toward older people? An explanation of the knowledge-attitude-behaviour continuum model. *Ageing & Society*, 39(9), 1996-2017. <https://doi.org/10.1017/S0144686X18000405>
- Cisneros, I. (2001). Intolerancia cultural. Racismo, nacionalismo, xenofobia. *Perfiles Latinoamericanos*, 10(18), 177-189. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2212253>
- CONAPRED (Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación). (2017a). *Encuesta Nacional sobre Discriminación 2017. Principales resultados*. México: CONAPRED/CNDH/UNAM/CONACyT/INEGI. Disponible en https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enadis/2017/doc/enadis2017_resultados.pdf
- CONAPRED (Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación). (2017b). *Encuesta Nacional sobre Discriminación 2017. Diseño conceptual*. México: CONAPRED/CNDH/UNAM/CONACyT/INEGI. Disponible en https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enadis/2017/doc/enadis2017_diseno_conceptual.pdf

- Cortés, M. (2003). Formas de la tolerancia en México. *Acta republicana. Política y sociedad*, 2(2), 51-57. Disponible en <http://148.202.18.157/sitios/publicacionesite/pperiod/republicana/pdf/ActaRep02/articulos51.pdf>
- Dussel, E. (2015). *Filosofía de la cultura y trans-modernidad*. México: Universidad Autónoma de la Ciudad de México.
- Echeverría, B. (2011). *Modernidad y blanquitud*. México: Era.
- Fairchild, H. (1966). *Diccionario de sociología*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Fernández, M. y Calderón, J. (2014). Prejuicio y distancia social hacia personas homosexuales por parte de jóvenes universitarios. *Revista Puertorriqueña de Psicología*, 25(1), 52-60. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4896060>
- Flores, L. (2015). *Temas actuales de los derechos humanos de última generación*. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla/Piso 15 editores.
- Franssen, V., Dohnt, K., & Van Heil, A. (2012). Age related differences in ethnic prejudice: Evidence of the mediating effect of right-wing attitudes. *Journal of Community & Applied Social Psychology*, 23(3), 252-257. <https://doi.org/10.1002/casp.2109>
- Galeano, E. (2015). *Las venas abiertas de América Latina*. México: Siglo XXI.
- García, B. (2016). Precariedad laboral y desempleo en México, en L. M. Valdéz (Coord.), *Hacia una nueva Ley General de Población* (pp. 157-177). México: UNAM-Instituto de Investigaciones Jurídicas. Disponible en <http://biblio.juridicas.unam.mx/bjv/detalle-libro/3538-hacia-una-nueva-ley-general-de-poblacion?c=125649>
- Garza-Cuéllar, M. (2017). ¿Un extraño enemigo? *Análisis plural*, 3(2), 117-125. Disponible en <https://rei.iteso.mx/handle/11117/4426>
- Giménez, G. (2007). *Estudios sobre la cultura y las identidades sociales*. México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes/Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente.
- Gómez, A. (2018). Las dos caras de la diversidad... entre pluralismo y multiculturalismo no hay un sólo paso, en S. Sánchez (Coord.), *Estudios sobre la diversidad: Interculturalidad y multiculturalismo en juego* (pp. 37-59). México: Plaza y Valdés Editores/Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Gujarati, D. y Porter, D. (2010). *Econometría*. México: McGraw-Hill.
- Heredia, J., Rodríguez, A. y Villata, J. (2014). Predicción del movimiento en una asignatura empleando la regresión logística ordinal. *Estudios Pedagógicos*, 40(1), 145-162. Disponible en <http://mingaonline.uach.cl/pdf/estped/v40n1/art09.pdf>
- Herek, G., & Capitanio, J. (1996). Black heterosexual's attitude toward lesbians and gay men in the United States. *The Journal of Sex Research*, 32(2), 95-105. <https://doi.org/10.1080/00224499509551780>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). *Encuesta Nacional sobre Discriminación (ENADIS) 2017*. <https://www.inegi.org.mx/programas/enadis/2017/>
- Janmaat, J., & Keating, A. (2019). Are today's youth more tolerant? Trends in tolerance among youth people in Britain. *Ethnicities*, 19(1), 44-65. <https://doi.org/10.1177/1468796817723682>
- Jost, J., Glaser, J., Kruglansky, A., & Sulloway, F. (2003). Political conservatism as motivated social cognition. *Psychological Bulletin*, 129(3), 330-375. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.129.3.339>
- López-Roldán, P. y Fachelli, S. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. Disponible en <http://ddd.uab.cat/record/129382>
- Mejía, C. y Ortiz, E. (2018). Exclusión política en el Estado de Hidalgo, México; a partir de la Encuesta Nacional de Discriminación 2010. *Conjeturas Sociológicas*, 17(6), 116-142. Disponible en <https://revistas.ues.edu.sv/index.php/conjsociologicas/article/view/1460>

- Merton, R. (2002). *Teoría y estructuras sociales*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Meseguer, C. y Maldonado, G. (2015). Las actitudes hacia los inmigrantes en México. Explicaciones económicas y sociales. *Foro Internacional*, 55(3), 772-804. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-013X2015000300772
- Moreno, M. (2012). “Yo nunca he tenido la necesidad de nombrarme”: reconociendo el racismo y el mestizaje en México, en A. Castellanos y G. Landázuri (Coords.), *Racismo y otras formas de intolerancia de norte a sur en América Latina* (pp. 15-48). México: Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa/Xochimilco y Juan Pablos Editor. Disponible en https://www.academia.edu/17625922/Racismo_en_M%C3%A9xico_Apuntes_cr%C3%ADticos_sobre_etnicidad_y_diferencia_cultural
- Morrison, M. y Morrison, T. (2011). Sexual orientation bias toward gay men and lesbian woman: Modern homonegative attitudes and their association with discriminatory behavioral intentions. *Journal of Applied Social Psychology*, 41(11), 2573-2599. <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.2011.00838.x>
- Navarrete, F. (2016). *México Racista. Una denuncia*. México: Grijalbo.
- Pérez, C. (2021). Estudio sobre la percepción de los migrantes centroamericanos en México, un problema de comunicación. *Sintaxis*, 6, 90-108. <https://doi.org/10.36105/stx.2021n6.04>
- Piña, J. y Aguayo, H. (2015). Homofobia entre estudiantes universitarios de México. *Región y sociedad*, 27(64), 5-35. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252015000300001
- Polanyi, K. (2003). *La gran transformación. Los orígenes políticos y económicos de nuestro tiempo*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Ponce, A. (2017). Gender and anti-immigrant attitudes in Europe. *Socius: Sociological Research for a Dynamic World*, 3, 1-17. <https://doi.org/10.1177/2378023117729970>
- Pozos, J., Rivera, S., Reidl, L., Vargas, B. y López, M. (2013). Felicidad general y felicidad en la pareja: diferencia por sexo y estado civil. *Enseñanza e investigación en Psicología*, 18(1), 69-84. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29228948005>
- Ramírez, J. (2002). *¡Nunca más sin rostros! (Evolución histórica del proyecto del EZLN)*. México: Ediciones y Gráficos Eón.
- Rebolledo, O. (2017). México: identidad, diversidad y extranjería. *Revista de Ciencias Sociales*, 4(158), 45-59. Disponible <https://www.redalyc.org/pdf/153/15354921004.pdf>
- Rizo, M. (2014). Exploraciones sobre la interculturalidad: notas interdisciplinarias para un estado de la cuestión, en C. Pech y M. Rizo (Coord.), *Interculturalidad: miradas críticas*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Rollins, D. (2017). *Navigating racism in higher education: A Grounded Theory study of black male administrators* (PHD philosophy dissertation). USA: University of Mariland. Retrieved from <https://drum.lib.umd.edu/handle/1903/19449>
- Saldívar, E. (2012). Racismo en México: Apuntes críticos sobre etnicidad y diferencias culturales, en A. Castellanos y G. Landázuri (Coords.), *Racismo y otras formas de intolerancia de norte a sur en América Latina* (pp. 49-76). México: Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa/Xochimilco y Juan Pablos Editor. Disponible en https://www.academia.edu/17625922/Racismo_en_M%C3%A9xico_Apuntes_cr%C3%ADticos_sobre_etnicidad_y_diferencia_cultural
- Sánchez, A. (2012). Introducción, en S. Sánchez (Coord.), *Miradas sobre la diversidad* (pp. 9-12). México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Plaza y Valdés Editores.

- Scanlon, T. (2003). *The difficulty of tolerance: Essays in political philosophy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Scott, J. (2006). *Sociology. The key concept*. Abingdon: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Schlossberg, N., Waters, E., & Goodman, J. (2005). *Counseling adults in transition*. New York: Springer Publishing Company Inc.
- Semiyonov, M., Rajman, R., Yon, A., & Schmidt, P. (2004). Population size perceived threat and exclusion: A multiple indicators analysis of attitudes toward foreigners in Germany. *Social Science Research*, 33(4), 681-701. <https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2003.11.003>
- Smith, A. (2015). *Conquest. Sexual violence an American Indian genocide*. Durham: Duke University Press.
- Smith-Castro, V. (2010). Experiencias de discriminación social de inmigrantes Nicaragüenses en Costa Rica. Reacciones afectivas y atribuciones causales. *International Journal of Psychology*, 44(2), 368-381. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/284/28420641018.pdf>
- Solé, C. (2010). Racial discrimination against foreigners in Spain. *Journal of ethnic and migrations studies*, 21(1), 95-101. <https://doi.org/10.1080/1369183x.1995.9976475>
- Strabac, Z., Listhaug, O., & Jakobsen, T. (2011). Patterns of ethnic intolerance in Europe. *Journal of International Migration*, 13, 459-479. <https://doi.org/10.1007/s12134-011-0222-4>
- Todorov, T. (2007). *La conquista de América: El problema del otro*. México: Siglo XXI.
- Touraine, A. (2000). *Igualdad y diversidad. Las nuevas tareas de la democracia*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Turner, B. (2006). *The Cambridge Dictionary of Sociology*. New York: Cambridge University.
- Unesco. (2001). *Declaración Universal sobre la Diversidad Cultural*. París: Unesco. Disponible en <https://www.ohchr.org/sp/professionalinterest/pages/culturaldiversity.aspx>
- Vallas, S., Zimmerman, E., & Davis, S. (2009). Enemies of the state? Testing three models of anti-immigrant sentiment. *Research in Social Stratification*, 27(4), 201-217. <https://doi.org/10.1016/j.rssm.2009.10.002>
- Van den Berghe, P. (1976). *Problemas raciales*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Walzer, M. (1998). *Tratado sobre la tolerancia*. Barcelona: Paidós.
- Weber, H. (2020). The education divide over feeling about ethnic minorities: does more education really lead to less prejudice? *Journal of Ethnic and Migration Studies*, 46, 1-20. <https://doi.org/10.1080/1369183X.2020.1810540>
- Weber, M. (2016). *Economía y sociedad*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Willems, H. (1995). Right-wing extremism, racism or youth violence? Explain violence against foreigners in Germany. *Journal of Ethnic and Migration Studies*, 21(4), 501-523. <https://doi.org/10.1080/1369183X.1995.9976509>
- Wieviorka, M. (2009). *El racismo. Una introducción*. Barcelona: Gedisa.

CC BY-NC-ND

La confianza y el compromiso afectivo como factores determinantes en el emprendimiento de estudiantes universitarios. Una construcción en el contexto del *marketing* relacional educativo

Matos-Cámara, Rafael Fabricio; Ruiz Ruiz, José María; Bernárdez-Vilaboa, Ricardo; Huerta-Zavala, Pilar;
Lobato-Rincón, Luis-Lucio

La confianza y el compromiso afectivo como factores determinantes en el emprendimiento de estudiantes universitarios. Una construcción en el contexto del *marketing* relacional educativo

CIENCIA *ergo-sum*, vol. 30, núm. 2, julio-octubre 2023 | e195

Ciencias Sociales

Universidad Autónoma del Estado de México, México

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.



Matos-Cámara, R. F., Ruiz Ruiz, J. M., Bernárdez-Vilaboa, R., Huerta-Zavala, P. y Lobato-Rincón, L. L. (2023). La confianza y el compromiso afectivo como factores determinantes en el emprendimiento de estudiantes universitarios. Una construcción en el contexto del *marketing* relacional educativo. *CIENCIA ergo-sum*, 30(2). <http://doi.org/10.30878/ces.v30n2a2>

La confianza y el compromiso afectivo como factores determinantes en el emprendimiento de estudiantes universitarios. Una construcción en el contexto del *marketing* relacional educativo

Trust and affective commitment as determining factors in the entrepreneurship of university students. A construction in the context of educational relationship marketing

Rafael Fabricio Matos-Cámara*

Universidad La Salle Cancún, México

dc1257@lasallecancun.edu.mx

 <http://orcid.org/0000-0001-5225-2179>

Recepción: 14 de octubre de 2021

Aprobación: 27 de mayo de 2022

José María Ruiz Ruiz

Universidad Complutense de Madrid, España

jmrruiz@ucm.es

 <http://orcid.org/0000-0002-8495-261X>

Ricardo Bernárdez-Vilaboa

Universidad Complutense de Madrid, España

ricardobernardezvilaboa@opt.ucm.es

 <http://orcid.org/0000-0002-0998-6430>

Pilar Huerta-Zavala

Universidad de Burgos, España

phuerta@ubu.es

 <http://orcid.org/0000-0001-8032-8628>

Luis-Lucio Lobato-Rincón

Universidad Complutense de Madrid, España

llobato@ucm.es

 <http://orcid.org/0000-0003-4910-4006>

RESUMEN

Se busca conocer en qué medida la confianza que construyen los estudiantes por su universidad influyen en su compromiso afectivo y también cómo los efectos tanto de la confianza y del compromiso afectivo determinan su emprendimiento. Este estudio es cuantitativo, transversal, de tipo no experimental y explicativo. Se ha desarrollado una encuesta estructurada para recolectar información de una muestra de 126 universitarios y se aplicó el método de ecuaciones estructurales mediante un análisis Path utilizando los programas estadísticos LISREL 8.80 e IBM SPSS 24. Los resultados muestran que los estudiantes desarrollan relaciones de confianza que determinan el compromiso afectivo. No obstante, la confianza que el estudiante siente por la universidad no influye en su espíritu emprendedor.

PALABRAS CLAVE: emprendimiento, confianza, compromiso afectivo, *marketing* de relaciones, universidad.

AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

dc1257@lasallecancun.edu.mx

ABSTRACT

The objective of this work is to know to what extent the trust that students build for their university influences their affective commitment, and how the effects of both trust and affective commitment determine their entrepreneurship. This study is quantitative, cross-sectional, non-experimental and explanatory. A structured survey has been developed to collect information from a sample of 126 university students and the method of structural equations was applied through Path analysis using the statistical programs LISREL 8.80 and IBM SPSS 24. The results show that students develop relationships of trust towards the affective commitment. However, the trust that the student feels for the university does not influence his entrepreneurial spirit.

KEYWORDS: entrepreneurship, trust, affective commitment, relationship marketing, university.

INTRODUCCIÓN

El emprendimiento permite consolidar a un equipo humano, eficiente y eficaz que avanza hacia una ruta que lo lleva a emprender ideas que van a emerger en las aulas universitarias y que tienen como meta la construcción de un futuro deseado (Shah *et al.*, 2020). En este sentido, lo fundamental es abrir la mente hacia la creatividad, contar con la participación de un grupo humano conocedor del tema vinculado al futuro que se desea construir e incorporar el ingrediente de la participación, en el sentido de tomar en cuenta las ideas que involucren distintas tipologías de pensamiento como lo son los gobiernos, las empresas, las universidades y sociedad; por ende, vale mirar al pasado para tomar los casos similares a los que hoy ocupan nuestro sueño, motivos de éxito y fracaso en distintos contextos, en donde se construye el futuro que se impone a través del desarrollo de las habilidades. Por ello, Dijkhuizen *et al.* (2016) señalan que un emprendedor es un agente económico que inicia, organiza, gestiona y controla las actividades necesarias para desarrollar nuevos proyectos. Ahora bien, esta persona puede descubrir una brecha en el mercado e intentar llenarla.

En la educación superior los factores internos (infraestructura, aspectos académicos, planes de estudio y actividades de emprendimiento) y externos (políticos y legales) del contexto universitario influyen positivamente en el desarrollo de una actitud emprendedora de los estudiantes. De igual manera, uno de los resultados relevantes es la percepción que tienen los estudiantes sobre el emprendimiento, porque el 87.50% consideran los programas y proyectos de emprendimiento el espacio para la generación de soluciones sociales innovadoras (Fernández-Bayas *et al.*, 2020). Por eso, se hace necesario mantener una mayor aproximación entre los programas de estudios y las demandas que plantean las empresas para las que de manera hipotética se preparan a los futuros emprendedores.

Así las cosas, la confianza y el compromiso afectivo se encuentran estrechamente vinculados al emprendimiento de los estudiantes mediante los conocimientos transmitidos por la universidad, la experiencia pedagógica en las aulas y el entorno que les rodea (Mickiewicz y Rebmann, 2020). En este contexto, es determinante investigar los postulados del enfoque de *marketing* de relaciones orientados a la educación (Prabowo *et al.*, 2020). Bajo esta perspectiva, comprendemos al *marketing* de relaciones educativo como motor del establecimiento y vínculo de las relaciones que el estudiante cimienta por su universidad y que se construye por las habilidades y destrezas que dicho centro transfiere al individuo como un activo intangible y habilidad llamada emprendimiento por medio de la influencia del currículum (i. e., programas educativos). Por ello, se investigará en qué grado el alumno desarrolla la confianza y el compromiso afectivo por su universidad y cómo esta relación estimula su afán de emprender pese a los tiempos difíciles de la pandemia que se vive.

A su vez, Samadi y Samadi (2018), Dass *et al.* (2021a) y Wongsansukcharoen (2022) apuntan que la perspectiva del *marketing* de relaciones es una orientación a largo plazo que tiene como objetivo buscar un beneficio a todos los que participan en la relación de intercambio. Sin embargo, para lograr el objetivo tiene que existir un compromiso aceptado y la confianza mutua entre la empresa y el cliente (e. g., la universidad y el estudiante). Así, el compromiso afectivo y la confianza conducen a comportamientos cooperativos que llevan a tener relaciones a largo plazo (Matos-Cámara y Matos-Cámara, 2021). De tal modo, si centramos el *marketing* relacional al entorno universitario, se tendrá que advertir que las universidades deben refinar sus esfuerzos de *marketing* relacional para

atraer a los estudiantes y lograr el compromiso estudiantil porque esto crea una intención de continuar la relación por su parte (Prabowo *et al.*, 2020). Con todo, el entorno universitario proporciona una estructura para la integración social, entidades llevan impresas los valores de una sociedad y están reforzadas por leyes y normas que dan forma y estimulan a los individuos (i. e., estudiantes) a desarrollar la iniciativa empresarial (Samadi y Samadi, 2018).

Por tanto, este artículo como novedad intenta explicar en qué grado el efecto de dos variables independientes como la confianza y el compromiso afectivo influyen en el emprendimiento como variable dependiente. Además, dirige la comprensión del espíritu emprendedor de los alumnos desde la parte del *marketing* relacional hacia la parcela de la educación. Por tal razón, este trabajo se justifica por el interés de valorar cómo se establece el emprendimiento de los estudiantes universitarios por medio de las relaciones de *marketing* en la educación a través de la confianza y el compromiso afectivo que construyen por su centro educativo. A partir de tales argumentos, este artículo tiene como objetivo conocer en qué grado los efectos de la confianza en el compromiso afectivo desarrollan el espíritu emprendedor en los alumnos universitarios de la Facultad de Óptica y Optometría de la Universidad Complutense de Madrid. De acuerdo con este contexto, surgen las siguientes preguntas de investigación: ¿En qué grado la confianza que construyen los alumnos por su universidad desarrolla su compromiso afectivo por ella? ¿En qué nivel los efectos de la confianza y el compromiso afectivo influyen en el emprendimiento de los estudiantes universitarios?

Para tal fin, el artículo está estructurado del siguiente modo. En la introducción se apuntan el planteamiento del problema, las contribuciones teóricas, el objetivo y las preguntas de investigación. En un segundo apartado se revisa la literatura propia del marco teórico y las diversas hipótesis de trabajo. En el tercero se expone la metodología empleada, la muestra, la recogida de información y las técnicas e instrumentos de medición de las variables latentes. De igual manera, se muestran los análisis de unidimensionalidad, fiabilidad y validez de las escalas de medida y el análisis del modelo global propuesto. Posteriormente, se recogen los resultados que permiten aceptar o rechazar las hipótesis proyectadas. Para finalizar se anotan las conclusiones, implicaciones académicas, limitaciones y líneas futuras de investigación.

1. REVISIÓN DE LA LITERATURA: MARCO TEÓRICO E HIPÓTESIS DE TRABAJO

1. 1. La confianza como determinante del compromiso afectivo

Un estudio en el Reino Unido sobre el contexto de los servicios (ámbito donde se instauran las organizaciones educativas) ha demostrado que la participación de todos los agentes implicados en la organización es crucial para desarrollar altos niveles de compromiso afectivo (Robson y Robson, 2016). Por tal razón, los centros educativos deben de crear sinergias con todos sus agentes implicados para crear valor entre las partes y construir los vínculos de confianza entre ambas partes de la relación. Bajo estas ideas, se manifiesta que la confianza es el resultado de fiarse en la otra parte de la relación dentro del intercambio (Dass *et al.*, 2021b; Gill *et al.*, 2021; Sharif *et al.*, 2021).

De hecho, se defiende desde muchos ámbitos que la confianza sería un determinante del compromiso afectivo en la relación, pues las partes se comprometerían siempre con más facilidad con miembros confiables dispuestos a colaborar (Dey y Mukhopadhyay, 2018; Gill *et al.*, 2021; Khan *et al.*, 2022; Lai y Chong, 2020; Lambert *et al.*, 2020; Sharif *et al.*, 2021). Por ejemplo, en el campo educativo la confianza unida al compromiso afectivo favorece a que las propias universidades o centros educativos inviertan recursos en actividades dirigidas a la cooperación con docentes o alumnos o en algunas inversiones a corto plazo (infraestructura, prácticas y estadias en empresas, docencia de alta calidad, vinculación nacional e internacional e innovación curricular) para mantener el efecto a largo plazo de la relación con los alumnos ya existentes. Al respecto, Dollinger *et al.* (2018) señalan que el apego a una institución educativa como el que el alumno siente por su universidad debido a su fuerte naturaleza afectiva puede ser un buen predictor de confianza. Así, una relación afectiva es crucial dentro del *marketing* de relaciones porque ayuda a construir una percepción positiva por medio de la confianza que sienten los estudiantes por su

institución educativa. De tales hechos, se confirma que la confianza predice el crecimiento del compromiso afectivo, con relaciones únicas entre las partes (Dey y Mukhopadhyay, 2018; Khan *et al.*, 2022; Lambert *et al.*, 2020; Snijders *et al.*, 2020; Sharif *et al.*, 2021). Basados en todos estos argumentos se escribe la siguiente hipótesis de trabajo:

H1: La confianza que el estudiante construye por su universidad influye de manera directa y positiva en el compromiso afectivo que este siente por su universidad.

1. 2. La confianza como determinante del emprendimiento

La teoría del *marketing* relacional sostiene que los servicios influyen en la confianza, en la credibilidad del propio servicio y en el compromiso afectivo entre los individuos (Lai y Chong, 2020). En relación con lo anterior, la confianza actúa como un mecanismo que reduce la incertidumbre entre las partes a través de adoptar expectativas sobre el comportamiento futuro del otro y predecir en alguna forma sus acciones (Wongsansukcharoen, 2022). Por tal razón, la confianza esta vinculada al emprendimiento porque es útil en condiciones de incertidumbre (Godínez y Canales, 2018; Mickiewicz y Rebmann, 2020; Pérez-Macías *et al.*, 2019).

Al respecto, Mickiewicz y Rebmann (2020) señalan que la confianza propicia un ambiente apto para el aprendizaje y la comunicación para resolver problemas y motiva a seguir aprendiendo e innovando y como resultado propiciará el espíritu emprendedor del estudiante. De igual modo, la universidad promueve, pero también pende de un clima de confianza mutua con el alumno. El clima de confianza fomenta y apoya el libre intercambio de ideas (Lai y Chong, 2020). De tal manera, la confianza es desarrollada por la universidad que establece estándares académicos, claros y consistentes para el desarrollo del emprendimiento en sus estudiantes (Godínez y Canales, 2018; Pérez-Macías *et al.*, 2019; Wongsansukcharoen, 2022). Según lo expuesto, se formula la siguiente hipótesis de trabajo:

H2: La confianza que el estudiante construye por su universidad influye de manera directa y positiva en su emprendimiento.

1. 3. El compromiso afectivo como determinante del emprendimiento

El compromiso afectivo se ha considerado como un aspecto clave que influye en la identificación y la participación del individuo en una organización (Wongsansukcharoen, 2022). El compromiso es el estado mental positivo y logro de un individuo que se caracteriza por su fuerza, dedicación y concentración en las tareas que va a realizar (Prabowo *et al.*, 2020; Van Doorn *et al.*, 2010; Wongsansukcharoen, 2022). De igual manera, se relaciona de forma indirecta al éxito del alumno porque afecta el compromiso social, académico y cognitivo (Kahu, 2013; Trowler, 2010). Un mayor compromiso afectivo ayuda a que el alumno tenga un mayor nivel de motivación, mayor esfuerzo, mayor participación, mejor logro académico, más bienestar, y, por tanto, menor fracaso académico (Finn y Zimmer, 2012; Kahu, 2013; Trowler, 2010). Un buen indicador de compromiso afectivo es el interés del alumno por cumplir con las actividades académicas y por aprovechar los servicios ofrecidos por la institución (Blasco y Campa-Planas, 2014). En este sentido, los estudiantes sienten que forman parte de la universidad al mejorar su perseverancia, aprendizaje y rendimiento en relación con el emprendimiento (Bryson, 2016), lo que a su vez se fortalece con los programas de apoyo que ofrece la institución para convertirse en emprendedores (Gabay-Mariani y Boissin, 2021).

En concordancia con Harmeling *et al.* (2017), Lai y Chong (2020) y Wongsansukcharoen (2022), la confianza que siente el estudiante por una institución influye en la credibilidad y el compromiso afectivo hacia un centro educativo. Lo anterior resulta en una relación a largo plazo marcado por el compromiso afectivo (Kosiba *et al.*, 2018). Uno de los vínculos más claros entre compromiso afectivo y emprendimiento tiene que ver con las relaciones que ambas variables ofrecen en la literatura. Por ejemplo, la personalidad proactiva está relacionada indirectamente con el compromiso afectivo (Ullah *et al.*, 2018) y la intención de emprendimiento

(Hu *et al.*, 2018). Al ser la personalidad un elemento psicológico estable, cabría la posibilidad de una vinculación entre el compromiso afectivo y el emprendimiento del sujeto. Tal situación se traduce en que puede ayudar al estudiante a lograr objetivos, concluir tareas para conseguir metas futuras (Sherkat y Chenari, 2022) y a cómo ser un buen emprendedor.

Así las cosas, en la literatura científica se ha estudiado desde años atrás, que el compromiso afectivo determina al emprendimiento (Vallerand, 2015). En relación con lo anterior, valorando que el compromiso afectivo influye en el emprendimiento del individuo de manera positiva, Adam y Fayolle (2015) y Stenholm y Nielsen (2019) observaron que en esencia el compromiso está ligado a la intención del objetivo de vida del individuo hacia el emprendimiento impulsado por el compromiso afectivo, intelectual y relacional y a las acciones que ejecuta en función del tiempo y su nivel de energía para lograr el emprendimiento. En consecuencia, Ida Ketut (2019), Murnieks *et al.* (2020) y Vamvaka *et al.* (2020) señalan que la parte afectiva del compromiso, desarrolla en las personas (i. g., estudiantes) vínculos estrechos que las impulsan a comprometerse a emprender. Por todo lo apuntado, se presenta la siguiente hipótesis de trabajo:

H3: El compromiso afectivo que el estudiante siente por su universidad influye de manera directa y positiva en su emprendimiento.

2. METODOLOGÍA

2. 1. Definición de la población y muestra

Para la selección de la población y muestra se ha utilizado el método de poblaciones finitas para el trabajo de campo (Snijders *et al.*, 2019). Este método integra a individuos más representativos y de diferentes características para estudiar en qué medida la confianza que construyen los estudiantes de la Facultad de Óptica y Optometría por la Universidad Complutense de Madrid desarrolla el compromiso afectivo y también cómo los efectos tanto de la confianza y del compromiso afectivo determinan su emprendimiento. Al mismo tiempo, se han tomado las aportaciones de Ting *et al.* (2017) ($n = 172$ emprendedores), Saud Khan *et al.* (2014) ($n = 44$ emprendedores), Liu *et al.* (2018) ($n = 106$ emprendedores) y Snijders *et al.* (2019) ($n = 152$ emprendedores) sobre la aplicación de la muestra a un reducido grupo de emprendedores universitarios. Estas investigaciones han usado el programa estadístico SPSS y Lisrel para las pruebas estadísticas y análisis de regresión como en nuestro caso.

Para este artículo, en específico se eligió a los alumnos de la asignatura de Espíritu Emprendedor de la Facultad de Óptica y Optometría de la Universidad Complutense de Madrid para la recogida de información, lo que significó encuestar a estudiantes de diversas características sociodemográficas y situar a los tres grupos de clase en un contexto similar de comportamiento. En cuanto a esto, se digitalizaron para su aplicación a los tres grupos de clase existentes de esa asignatura del noveno semestre 160 encuestas, de las cuales se cumplieron 126 encuestas válidas. La tasa de respuesta es del 78.7% ($126/160$), valor que es considerado pertinente (Liu *et al.*, 2018). En cuanto a esto, se les envió la encuesta a los estudiantes de la muestra por medio de Google Drive durante una clase virtual –dada la situación de sanidad que ha imperado desde febrero de 2020 en España por la pandemia del COVID-19–, a quienes se les pidió que respondieran las preguntas que tenían el objetivo de estudiar las variables tratadas y su percepción hacia la Universidad Complutense de Madrid. La tabla 1 muestra la ficha técnica del estudio y en el cuadro 1 las características sociodemográficas de la muestra.

En resumen, con base en las características sociodemográficas de la muestra, los resultados arrojan que hay más mujeres que hombres en el grupo de clase estudiado, el rango de edad de mayor frecuencia es de 21 a 30 años. En cuanto a la estructura del hogar la mayor parte de los participantes de la muestra vive de forma unipersonal. Respecto a la profesión del tutor, la mayor proporción corresponde a los trabajadores por cuenta ajena. Por último, el nivel de ingreso de la muestra observado con mayor proporción se encuentra entre 901 € a 1 200 €.

TABLA 1
Ficha técnica del estudio

Características	Encuesta
Área geográfica	Madrid, España
Tamaño del universo	Estudiantes de la Facultad de Óptica y Optometría de la Universidad Complutense de Madrid
Tamaño muestral	126 encuestas válidas de un total de 160 encuestas enviadas (tasa de respuesta = 78.7%)
Error muestral	5.9% (para el caso más desfavorable y un nivel de confianza del 95%: $p = q = 0.5$)
Diseño muestral	Encuesta
Periodo	Marzo-abril 2020 (confinamiento del COVID-19)

Fuente: elaboración propia.

CUADRO 1
Características sociodemográficas de la muestra

Sexo		Edad		Estructura-hogar	
Hombres	19.8%	Menor de 20 años	36.5%	Unipersonal	54.0%
Mujeres	80.2%	21-30 años	59.5%	Pareja sin hijos	7.1%
		31-40 años	1.6%	Pareja con un hijo	3.2%
		41-50 años	2.4%	Pareja con dos o más hijos	35.7%
Profesión-tutor			Nivel de Ingresos		
Trabajadores por cuenta ajena		28.6%	Menor de 900 €		7.9 %
Empresario		15.1%	Entre 901-1 200 €		36.5 %
Autónomo		19.0%	Entre 1 201-1 500 €		12.7 %
Jubilado		6.3%	Entre 1 501-2 000 €		15.9 %
Funcionario		19.0%	Entre 2 001-3 000 €		15.8 %
Ama de casa		8.7%	Entre 3 001-4 000 €		5.6 %
Desempleado		3.3%	Mayor de 4 001 €		5.6 %

Fuente: elaboración propia.

2. 2. Instrumentos y análisis de datos

Se llevó a cabo un estudio no experimental de tipo explicativo y de corte transversal con carácter cuantitativo mediante una encuesta estructurada. Para diseñar las escalas que permitieron realizar el instrumento de recolección de datos, se revisaron diferentes aportaciones que provee la literatura científica. La confianza se ha construido por medio de las contribuciones de diversos autores como Caceres y Paparoidamis (2007), Clark *et al.*, (2017), Matos-Cámara (2019), Matos-Cámara y San Martín-Gutiérrez (2012) y Morgan y Hunt (1994). Para el compromiso afectivo hemos usado las escalas de distintos autores como Fullerton (2005), Matos-Cámara (2019), Mattila (2006), Shrand y Ronnie (2019) y Zhang (2019). Para el emprendimiento hemos tomado como referencia el trabajo de Usman (2017). Los ítems que se utilizaron para estimar las variables tratadas se han medido a través de escalas tipo Likert de 5 posiciones (desde “totalmente en desacuerdo” a “totalmente de acuerdo” con la proposición formulada en cada caso).

2.2.1. Análisis factorial exploratorio

Se realizó un análisis factorial exploratorio (AFE) para comprobar la validez convergente y discriminante de las escalas y mejorarlas hasta simplificarlas cuando ha sido necesario y así conseguir las definitivas con la ayuda del programa estadístico IBM SPSS versión 24. Este análisis factorial permitió la comprobación del grado de validez de cada escala, esto es, un concepto más amplio que el de fiabilidad (Warren *et al.*, 2020). Al mismo

tiempo, para verificar la adecuada utilización de las escalas que han servido para medir las variables del artículo, con un análisis univariante y bivariante se constató que no existían errores propios en los datos. Luego, se estimaron las escalas iniciales a través de un AFE (análisis de ejes principales con rotación Varimax), el cual consistió en seleccionar los ítems que exteriorizan una carga factorial alta (Brown *et al.*, 2008). A su vez, la extracción de las escalas se fundó en la existencia de autovalores superiores a la unidad; por ello, se requería que cada escala poseyera cargas factoriales mayores a 0.5 y que la varianza explicada por cada factor obtenida fuera pertinente. En resumen, en el AFE elaborado se comprueba la firmeza de los factores y variables concebidas y se cumple el principio de unidimensionalidad. Posteriormente, se ha estimado el coeficiente alfa de Cronbach ($\alpha > 0.7$) para saber el valor de fiabilidad de las escalas, las cuales han resultado aceptables y superiores a 0.7 (Warren *et al.*, 2020), así como la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), que establece valores entre 0 y 1. En esta prueba cuanto más se aproxime a 1 más ajustados serán los datos; a la inversa, valores inferiores a 0.5 no se admiten adecuados para la validación (Cea D-Ancona, 2002). El cuadro 2 recoge los valores de las cargas factoriales, la información explicada por cada factor, el alfa de Cronbach, la prueba KMO y la procedencia de las escalas de medida por autores.

2.2.2. Análisis factorial confirmatorio

Después del análisis factorial exploratorio y de comprobar el grado de validez y confiabilidad de las escalas propuestas, se realizó un análisis factorial confirmatorio (AFC) con el objetivo de testar la validez convergente y discriminante y perfeccionar las propuestas hasta simplificarlas y conseguir las definitivas con el empleo del programa estadístico LISREL 8.80. A partir de las recomendaciones de Samperio (2019), en el AFC es importante valorar las cargas factoriales que conducen al establecimiento de la correlación entre las variables estudiadas. Así, estas cargas factoriales mientras más cercanas a 1, mayor será la correlación. Una norma empírica en el AFC indica que las cargas factoriales deben ser ≥ 0.07 .

Más adelante, se puso en marcha un análisis Path, ya que este tipo de análisis factorial permite comprobar el grado de validez de las escalas investigadas (Warren *et al.*, 2020). En una segunda fase del AFC, los valores utilizados para juzgar la procedencia de la eliminación de ítems será el valor del estimador lambda o carga factorial ($\lambda = > 0.5$), el del estadístico t Student que debía ser mayor al valor crítico recomendado, lo que indica que se cumple este tipo de validez ($t = > 1.96$) correspondiente y el del coeficiente R^2 (valor superior 0.1), mientras que para reespecificar el modelo cuando fue necesario se utilizaron las siguientes medidas de bondad del ajuste: *a*) la estimación de la chi-cuadrado ($p = 0.0$), *b*) la raíz media estandarizada (RMSEA), *c*) el índice de ajuste no normado (NNFI), *d*) el índice de ajuste normado (NFI), *e*) el índice de bondad del ajuste comparativo (CFI), *f*) el índice de ajuste incremental (IFI), *g*) el índice de ajuste relativo (RFI) y *h*) el índice de bondad de ajuste (GFI). Bajo esta perspectiva, se ha seguido la recomendación de los autores de utilizar diversos índices de medida del ajuste con la pertinencia de evitar las inconsistencias de cada uno de ellos (Warren *et al.*, 2020). Para que haya un buen ajuste, los índices de NFI, NNFI, CFI, IFI y RFI deben ser iguales o superiores a 0.90 y para la medida de los errores RMSEA es oportuno un valor igual o menor a 0.08 y en cuanto al RMR es pertinente un valor por debajo de 1, mientras más cercano a 0 mejor ajuste. Situando a estos indicadores dentro de los márgenes adecuados (Gardner y Qualter, 2009; Hair *et al.*, 1998; Jackson y Trull, 2001). Como apuntan Warren *et al.*, (2020), los índices de bondad de ajuste como la $X^2 =$ chi-cuadrado ($p = 0.0$), RMSEA, NFI, NNFI, CFI, IFI, RMR y RFI se consideran indicadores clave para validar el comportamiento y percepción del individuo (e. g., estudiantes) si se piensa en una combinación de índices de distinta naturaleza de bondad de ajuste (Warren *et al.*, 2020). Bajo esta perspectiva, se recogen los valores de la bondad de ajuste, los cuales han resultado aceptables de acuerdo con los valores críticos recomendados en la literatura (Hair, 2011). A continuación, se presentan de forma concisa los resultados del análisis factorial confirmatorio.

Resultados del análisis factorial confirmatorio:

$$X^2 = (655) 1314.398 (p = 0.0), RMSEA = 0.09, NFI = 0.943, NNFI = 0.968, CFI = 0.970, IFI = 0.970, RMR = 0.08, RFI = 0.939$$

Para mejorar los valores obtenidos, se llevó a cabo un análisis factorial confirmatorio reespecificado y ajustado, el cual se encuentra en el umbral deseable tras haber eliminado oportunamente el ítem V1.3 porque su carga factorial era no significativa e inferior (cuadro 2). De manera simultánea, en este modelo estructural se ha considerado de forma evidente la esencia de cada variable estudiada y así confirmar la contrastación de las hipótesis formuladas que han permitido extraer las conclusiones generales del estudio. Por último, mediante un análisis Path tomando en consideración las variables de medida que fueron estimadas después del proceso de refinación de cada escala (véase, cuadro 2), se estimó el modelo global. A continuación, se muestran los resultados del análisis factorial.

Resultados del análisis factorial confirmatorio ajustado:

$$X^2 = (619) 1205.967 (p = 0.0), RMSEA = 0.08, NFI = 0.950, NNFI = 0.971, CFI = 0.973, IFI = 0.973, RMR = 0.07, RFI = 0.942$$

Por otra parte, se recoge la matriz de correlaciones de las variables latentes, lo que permite mostrar que las variables se encuentran correlacionadas, pese a ello son variables diferentes. Bajo estas ideas, se aplicó el principio de la matriz de correlaciones. En síntesis, para testar la validez discriminante entre el grupo de variables latentes se estimó el modelo confirmatorio de las variables latentes en conjunto, donde se precisaron a 1 las correlaciones y el efecto. Por tanto, los valores resultantes de la matriz de correlaciones entre las variables latentes son aceptables (Warren *et al.*, 2020) (véase, cuadro 3).

A la postre, tomando en cuenta las variables que con anticipación se estimaron tras el trabajo de refinación de cada escala, se escribe la estimación del modelo global gracias al análisis Path. Por consiguiente, es posible valorar que la bondad del ajuste del modelo es admisible. Antes bien, se obtuvieron los valores de los índices del modelo estructural, lo cual permite testar el planteamiento y comprobar las hipótesis expuestas. Por último, se comprueba que el R^2 de las variables latentes es mayor a 0.1 antes de aceptar o rechazar las hipótesis formuladas. En la figura 1 se observan los resultados conseguidos de los efectos que tienen las variables independientes (confianza y compromiso afectivo) y dependiente (emprendimiento) y así constatar la relación y comprobación de las hipótesis confirmadas o rechazadas.

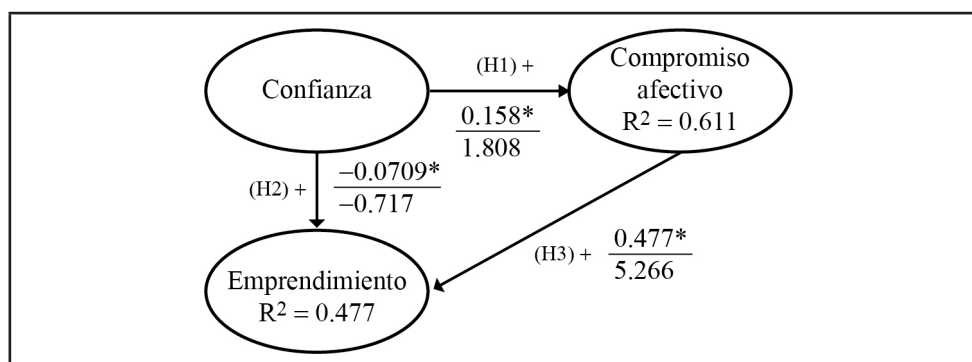


FIGURA 1
Resultados de la estimación del modelo final del análisis Path

Fuente: elaboración propia.

Nota: nivel de significación * $p < 0.1$

CUADRO 2
Resultados del análisis factorial exploratorio y confirmatorio ajustado

Análisis factorial exploratorio					Análisis factorial confirmatorio ajustado				
Variables e indicadores de los ítems	Cargas factoriales	Información explicada	Alfa de Cronbach	KMO	Autor (es)	Coficiente lambda (λ)	Coficiente t Student (t)	R ²	Error varianza
Confianza									
V1.1. Esta universidad me brinda un buen servicio	0.837	74.993	0.944	0.912	Caceres y Paparoidamis (2007), Clark <i>et al.</i> , (2017), Morgan y Hunt (1994), Matos-Cámara (2019) y Matos y San Martín-Gutiérrez (2012)	0.827	10.716	0.682	0.318
V1.2. Esta universidad generalmente cumple sus promesas	0.828					0.799	7.278	0.639	0.361
V1.3. Esta universidad pone los intereses de los estudiantes primero	0.872					0.847	11.136	0.280	0.720
V1.4. Tengo confianza en mi universidad	0.910					0.901	12.162	0.811	0.189
V1.5. Esta universidad es segura y puede confiarse en ella	0.885					0.867	11.489	0.751	0.249
V1.6. Esta universidad tiene un comportamiento honesto conmigo	0.867					0.835	10.863	0.695	0.305
V1.7. Esta universidad toma en consideración las repercusiones de sus acciones en los estudiantes	0.859					0.820	10.640	0.675	0.325
Compromiso afectivo									
V2.1. Me considero leal a esta universidad	0.805	74.336	0.950	0.895	Fullerton (2005), Matos-Cámara (2019), Mattila (2006), Shrand y Ronnie (2019) y Zhang (2019)	0.723	9.385	0.523	0.477
V2.2. Me siento emocionalmente apegado a esta universidad	0.891					0.822	7.632	0.675	0.325
V2.3. Esta universidad tiene un gran significado personal para mí	0.833					0.747	9.799	0.557	0.443
V2.4. Mantener la relación con esta universidad es importante para mí, pues me siento beneficiado de la misma	0.880					0.811	11.040	0.656	0.344
V2.5. Tengo un fuerte sentido de identificación con esta universidad	0.916					0.869	12.325	0.754	0.246
V2.6. Sigo siendo un cliente fuerte para esta universidad	0.695					0.602	7.399	0.362	0.638
V2.7. Siento un fuerte sentido de pertenencia a esta universidad	0.922					0.978	15.240	0.957	0.043
V2.8. Defiendo a esta universidad si alguien la crítica	0.929					0.982	15.343	0.964	0.036

Emprendimiento									
V3.1. Educación Em- prendedora se imparte como asignatura	0.822	0.822	0.943	0.912	Usman (2017)	0.782	9.585	0.610	0.390
V3.2. Llevo a cabo algún proyecto de “emprendi- miento” como actividad	0.822					0.780	0.780	0.608	0.392
V3.3. La universidad cuenta con actividades específicas relacionadas con empresas o empen- dedores de la región	0.862					0.835	10.445	0.698	0.698
V3.4. Creo que existe una política definida de la uni- versidad para desarrollar y promover capacidades y habilidades de emprendi- miento entre los alumnos	0.895					0.885	11.271	0.782	0.218
V3.5. Los alumnos par- ticipan en actividades de emprendimiento con otras instituciones	0.858					0.839	10.509	0.704	0.296
V3.6. Pienso que la uni- versidad nos provee de las competencias que necesito para mi empen- dimiento	0.837					0.822	10.224	0.675	0.325
V3.7. Creo que esta uni- versidad es innovadora en educación emprendedora hacia sus alumnos	0.893					0.885	11.276	0.783	0.217
V3.8. La universidad pro- mueve talleres y conferen- cias extraclases para desa- rrollar la actitud empen- dedora en sus alumnos	0.786					0.757	9.220	0.574	0.426

Fuente: elaboración propia.

CUADRO 3
Matriz de correlaciones entre las variables latentes

	CNF	COMAFE	EMP
CNF	1		
COMAFE	0.659**	1	
EMP	0.480**	0.659**	1

Fuente: elaboración propia
Nota: CNF = confianza; COMAFE = compromiso afectivo; EMP = emprendimiento.

RESULTADOS

Tras contrastar que el ajuste del modelo es adecuado, se continúa con la interpretación de cada una de las relaciones causales establecidas en él. Para ello, se utiliza la notación tradicional y se destacan mediante asteriscos los indicadores que resultan ser significativos y dados sobre un nivel de confianza del 90% (Black y Babin, 2019). En lo concerniente a los resultados finales del modelo, se ha valorado que se cumple la mayoría de las hipótesis (H1, H3), excepto una (H2); así, la hipótesis H1 se comprueba: la confianza que el alumno construye por su universidad influye de manera directa y positiva en el compromiso afectivo del alumno por ella ($\lambda = 0.158, p < 0.10, t = 1.808$). Al contrario de la anterior conjetura, la hipótesis H2 se rechaza: la confianza que el alumno siente por su universidad no influye en el emprendimiento del alumno ($\lambda = -0.0709, p < 0.10, t = -0.717$), que en nuevas investigaciones es un dato interesante por tratar. Por último, la hipótesis H3 ha sido validada de manera sólida: el compromiso afectivo que el alumno siente por su universidad influye directa y positivamente en su emprendimiento ($\lambda = 0.477, p < 0.10, t = 5.266$). Bajo esta perspectiva, se aprecia el poder del *marketing* de relaciones en la educación y en el establecimiento de vínculos estrechos entre las partes, los sentimientos y el comportamiento del estudiante en el acto de emprender (Lai y Chong, 2020; Lambert *et al.*, 2020; Mickiewicz y Rebmann, 2020). En definitiva, el estudiante a través de su universidad genera ciertos vínculos de confianza y activación emocional por medio del compromiso afectivo en relación con el emprendimiento.

CONCLUSIONES, LIMITACIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

Como parte de las conclusiones, se ha comprobado cómo la confianza y el compromiso afectivo determinan el emprendimiento que el alumno desarrolla durante su vida académica en la universidad para su vida profesional (Ali *et al.*, 2016; Harmeling *et al.*, 2017; Khan *et al.*, 2022; Mickiewicz y Rebmann, 2020; Lai y Chong, 2020; Lambert *et al.*, 2020; Snijders *et al.*, 2020; Sharif *et al.*, 2021; Van Tonder y Petzer, 2018; Wongsansukcharoen, 2022). Es pertinente mencionar que, a partir de la revisión de la literatura, son escasos los trabajos que han tratado una estructura multidisciplinar semejante a la planteada en este artículo para el ámbito del *marketing* de relaciones educativo, cuya propuesta aporta y enriquece la disciplina del *marketing* instaurado, en nuestro caso, en la parcela de la educación y el emprendimiento.

Por su lado, la confianza, se confirma como una variable clave conducente al compromiso afectivo como sostiene la teoría compromiso-confianza del *marketing* de relaciones propuesta por Morgan y Hunt (1994) y como han demostrado otros trabajos en la literatura y, por supuesto, en este artículo donde se manifiesta la fortaleza de dicha teoría (Lambert *et al.*, 2020; Lai y Chong, 2020; Matos-Cámara y San Martín-Gutiérrez, 2015; Matos-Cámara y Matos-Cámara, 2021).

A la par, se ha comprobado que el mayor efecto dentro del modelo planteado lo tiene el compromiso afectivo por la fuerte influencia que tiene en el emprendimiento de los estudiantes universitarios. Sin embargo, la confianza que el alumno siente por su universidad no influye en su emprendimiento. En este caso, durante la crisis por el COVID-19 en España, las universidades se han visto obligadas a demostrar su capacidad para ofrecer soluciones mediante nuevos modelos educativos que exigen una mayor participación y un trabajo en red de todos los agentes educativos implicados. Dentro de las limitaciones de la investigación, está la muestra de estudiantes universitarios recolectada de modo virtual por Google Drive en la facultad objeto de estudio y que por cuestiones de sanidad algunas encuestas no fueron cumplimentadas y devueltas. Además, dentro de esos límites cabe decir que el emprendimiento como variable dependiente sólo fue explicado por la influencia de dos variables independientes como la confianza y el compromiso afectivo. En cuanto a esto, la comprensión del espíritu emprendedor de los alumnos desde la parte del *marketing* relacional hacia la parcela de la educación.

Relacionado con lo anterior, dentro de las líneas futuras de investigación sería interesante, por un lado, valorar los efectos de las variables independientes como el nivel de satisfacción del estudiante universitario y cómo la tecnología educativa influye en la variable dependiente compromiso afectivo. Por otro lado, en qué grado las variables independientes, en su caso, la pandemia del COVID-19, la incertidumbre de un futuro profesional y las emociones en la enseñanza universitaria influyen en la variable independiente confianza, así como también el análisis de la relación del compromiso afectivo (i. e., vínculo emocional), calculado (i. e., alto sacrificio personal, escasez de alternativas percibidas) y de continuidad (i. e., intención de abandonar el motivo en el tiempo) de una universidad a otra mediante un estudio comparativo para determinar cómo influyen estas tres dimensiones del compromiso (variables independientes) en el nivel de emprendimiento (variable dependiente) del estudiante, lo que desarrollaría una comprensión integral de la relación del compromiso hacia el emprendimiento.

PROSPECTIVA

Respecto a la prospectiva, como se ha podido observar la parcela del *marketing* relacional y el emprendimiento tienen mucho que aportar al contexto educativo, en virtud de que sus corolarios aún son poco desarrollados en ese ámbito de estudio, ya que en su mayoría se han aplicado al sector empresarial. Siguiendo a Matos-Cámara y Matos-Cámara (2021) y Mickiewicz y Rebmann (2020), hay que hacer mención que por su naturaleza el *marketing* relacional se alimenta respecto a conseguir la fidelización del cliente (por ejemplo, fidelizar a los estudiantes). Sin embargo, otra implicación notable del tratamiento del *marketing* de relaciones en las organizaciones es el enfoque *stakeholder*. Dicho de otro modo, la fidelización por parte de los estudiantes por su universidad se construye por medio de la buena gestión que su centro educativo lleve a cabo de los *stakeholders* implicados en una relación de intercambio y mediante la interacción y cooperación de todos los agentes dentro de una cadena de valor, que en el sector educativo estaría integrado tanto por la universidad, los profesores, los estudiantes, la comunidad, los proveedores de distintos servicios, el gobierno y el ministerio de educación, por mencionar algunos. Por todo lo anterior, el enfoque de *marketing* de relaciones tiene una amplia parcela de aplicación en el *marketing* de las universidades; de esta manera, es posible comprender la construcción de la confianza y del compromiso afectivo que cimentan los estudiantes por su universidad y que los impulsa en su espíritu emprendedor.

En este artículo se ha comprobado gracias al modelo de investigación planteado que el mayor efecto dentro del emprendimiento de los jóvenes son los afectos que el centro educativo les transmite. Por lo tanto, el compromiso afectivo tiene una fuerte influencia en el emprendimiento de los estudiantes universitarios. Sin embargo, un dato sobresaliente es la ardua labor de la universidad para desarrollar la confianza en el alumno debido a que no determinó el emprendimiento en el ámbito investigado y es posible que esta situación se presente en una gran cantidad de centros educativos. Por consiguiente, como se ha testado, para los gestores de los centros educativos valorar la confianza, los afectos y el espíritu emprendedor en sus instituciones representa una labor implicate en nuestros días.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos los comentarios de los revisores de la revista CIENCIA *ergo-sum* por ayudar a potenciar de mejor modo este artículo.

REFERENCIAS

Ali, F., Zhou, Y., Hussain, K., Nair, P. K., & Ragavan, N. A. (2016). Does higher education service quality effect student satisfaction, image and loyalty? A study of international students in Malaysian public universities. *Quality Assurance in Education*, 24(1), 70-94. <https://doi.org/10.1108/QAE-02-2014-0008>

- Adam, A. F., & Fayolle, A. (2015). Bridging the entrepreneurial intention–behaviour gap: The role of commitment and implementation intention. *International Journal of Entrepreneurship and Small Business*, 25(1), 36-54. <https://doi.org/10.1504/IJESB.2015.068775>
- Black, W., & Babin B. J. (2019). Multivariate data analysis: Its approach, evolution, and impact. In B. Babin & M. Sarstedt (eds.), *The great facilitator*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-06031-2_16
- Blasco, M. J. y Campa-Planas, C. (2014). *Guía para la autoevaluación de empresas: claves para mejorar tu negocio*. Madrid: Accid.
- Brown, S. D., Tramayne, S., Hoxha, D., Telander, K., Fan, X., & Lent, R. W. (2008). Social cognitive predictors of college students' academic performance and persistence: A meta-analytic path analysis. *Journal of Vocational Behavior*, 72(3), 298-308. <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2007.09.003>
- Bryson, C. (2016). *Engagement through partnership: Students as partners in learning and teaching in higher education*. Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1080/1360144x.2016.1124966>
- Caceres, R. C., & Paparoidamis, N. G. (2007). Service quality, relationship satisfaction, trust, commitment and business-to-business loyalty. *European Journal of marketing*, 41(7/8), 836-867. <http://dx.doi.org/10.1108/03090560710752429>
- Cea D'Ancona, M. Á. (2002). Análisis multivariable: teoría y práctica en la investigación social. *Síntesis*. <https://doi.org/10.5944/empiria.6.2003.941>
- Clark, M., Fine, M. B., & Scheuer, C. L. (2017). Relationship quality in higher education marketing: The role of social media engagement. *Journal of marketing for Higher Education*, 27(1), 40-58. <https://doi.org/10.1080/08841241.2016.1269036>
- Dass, S., Popli, S., Sarkar, A., Sarkar, J. G., & Vinay, M. (2021a). Empirically examining the psychological mechanism of a loved and trusted business school brand. *Journal of marketing for Higher Education*, 31(1), 23-40. <https://doi.org/10.1080/08841241.2020.1742846>
- Dass, S., Sethi, R., Popli, S., & Saxena, V. N. (2021b). Drivers of brand engagement: the role of brand communities. *Global Business Review*, 22(5), 1216-1231. <https://doi.org/10.1177/0972150919825516>
- Dey, T., & Mukhopadhyay, S. (2018). Influence of behavioral intentions, affective trust and affective commitment on knowledge sharing behavior. *International Journal of Knowledge Management*, 14(2), 37-51. <https://doi.org/10.4018/IJKM.2018040103>
- Dijkhuizen, J., Gorgievski, M., Van Veldhoven, M., & Schalk, R. (2016). Feeling successful as an entrepreneur: a job demands-resources approach. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 12(2), 555-573. <https://doi.org/10.1007/s11365-014-0354-z>
- Dollinger, M., Lodge, J., & Coates, H. (2018). Co-creation in higher education: Towards a conceptual model. *Journal of marketing for Higher Education*, 28(2), 210-231. <https://doi.org/10.1080/08841241.2018.1466756>
- Finn, J. D., & Zimmer, K. S. (2012). Student engagement: what is it? Why does it matter?. In S. Christenson, A. Reschly, & C. Wylie (eds.), *Handbook of research on student engagement*. Boston: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7_5
- Fernández-Bayas, T., Espinoza-García, M. F., Lozano-Chaguay, L. A. y Caicedo-Sánchez, F. (2020). Tendencia de los estudiantes universitarios hacia el emprendimiento e innovación social. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 5(1), 1-16. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3598484>
- Fullerton, G. (2005). The impact of brand commitment on loyalty to retail service brands. *Canadian Journal of Administrative Sciences/Revue Canadienne des Sciences de l'Administration*, 22(2), 97-110. <https://doi.org/10.1111/j.1936-4490.2005.tb00712.x>

- Gardner, K., & Qualter, P. (2009). Reliability and validity of three screening measures of borderline personality disorder in a nonclinical population. *Personality and Individual Differences*, 46(5-6), 636-641. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2009.01.005>
- Gabay-Mariani, L., & Boissin, J. P. (2021). Commitment profiles of nascent entrepreneurs: insights from an empirical taxonomy among French student entrepreneurs. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 27(5), 1214-1240. <https://doi.org/10.1108/IJEBr-09-2020-0652>
- Gill, A. A., Ansari, R. H., & Tufail, M. W. (2021). Nexus among trust, job satisfaction, and affective organizational commitment: a developing country perspective. *Review of Education, Administration & LAW*, 4(1), 67-78. <https://doi.org/10.47067/real.v4i1.112>
- Godínez, J. A. y Canales, R. A. (2018). Desarrollo y emprendimiento universitario: la relevancia de las interrelaciones, una aproximación empírica. *Gestión y Estrategia*, 54(2), 53-69. <https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/gye/2018n54/Godinez>
- Harmeling, C. M., Moffett, J. W., Arnold, M. J., & Carlson, B. D. (2017). Toward a theory of customer engagement marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 45(3), 312-335. <https://doi.org/10.1007/s11747-016-0509-2>
- Hair, J. F. (2011). Multivariate Data Analysis: An Overview. In M. Lovric (Ed.), *International Encyclopedia of Statistical Science* (pp. 904-907). Berlin: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-04898-2_395
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E. & Tatham, R. L. (1998). *Multivariate data analysis*. Vol. 5. NJ: Prentice Hall Upper Saddle River.
- Hu, R., Wang, L., Zhang, W., & Bin, P. (2018). Creativity, proactive personality, and entrepreneurial intention: the role of entrepreneurial alertness. *Frontiers in Psychology*, 9(951), 1-10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00951>
- Ida Ketut, K. (2019). The antecedent of entrepreneurial orientation: An entrepreneurial commitment view. *International Review of Management and marketing*, 9(6), 185-192. <https://doi.org/10.32479/irmm.8971>
- Jackson, K. M., & Trull, T. J. (2001). The factor structure of the personality assessment inventory-borderline features (PAI-BOR) scale in a nonclinical sample. *Journal of Personality Disorders*, 15(6), 536-545. <https://doi.org/10.1521/pedi.15.6.536.19187>
- Kahu, E. R. (2013). Framing student engagement in higher education. *Studies in Higher Education*, 38(5), 758-773. <https://doi.org/10.1080/03075079.2011.598505>
- Khan, J., Usman, M., Saeed, I., Ali, A., & Nisar, H. (2022). Does workplace spirituality influence knowledge-sharing behavior and work engagement in work? Trust as a mediator. *Management Science Letters*, 12(1), 51-66. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2021.8.001>
- Kosiba, J. P. B., Boateng, H., Okoe Amartey, A. F., Boakye, R. O., & Hinson, R. (2018). Examining customer engagement and brand loyalty in retail banking: The trustworthiness influence. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 46(8), 764-779. <https://doi.org/10.1108/IJRDM-08-2017-0163>
- Lai, K. P., & Chong, S. C. (2020). The influence of servicescape and service credibility on older adults' intention to recover: a study of rehabilitation services in Malaysia. *Journal of Health Organization and Management*, 34(2), 101-122. <https://doi.org/10.1108/JHOM-07-2019-0215>
- Lambert, L. S., Bingham, J. B., & Zabinski, A. (2020). Affective commitment, trust, and the psychological contract: contributions matter, too! *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 29(2), 294-314. <https://doi.org/10.1080/1359432X.2019.1697743>
- Liu, D., Zhang, Y., & Zhou, X. (2018). *Research on the relationship of entrepreneurs' entrepreneurial passion, entrepreneurial leadership and employee innovation behavior*. Paper presented at 2018 2nd International Conference on Education Technology and Social Science, Chongqing, China. <https://doi.org/10.23977/etss.2018.12503>

- Matos-Cámara, R. F. (2019). La confianza como determinante del compromiso, la intención de regreso y la recomendación del turista por un destino: el caso de Cancún. *CIENCIA ergo-sum*, 26(3). <https://doi.org/10.30878/ces.v26n3a1>
- Matos-Cámara, R. F. y Matos-Cámara, M. R. (2021). El *marketing* relacional educativo y las nuevas tecnologías como determinantes del desempeño académico del alumno. *CIENCIA ergo-sum*, 28(2), 81-90. <https://doi.org/10.30878/ces.v28n2a6>
- Matos-Cámara, R. F. y San Martín-Gutiérrez, S. (2015). Un modelo multidisciplinar para el estudio de la relación del consumidor español con un destino. Aplicación al caso de Mundo Maya México. *DOCFRADIS Working Papers*, 1503.
- Matos-Cámara, R. F. y San Martín-Gutiérrez, S. (2012). Análisis sobre la reputación de marca, las emociones y la confianza como formadoras de la satisfacción del turista. *Contaduría y Administración*, 57(4), 253-286. <http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2012.165>
- Mattila, A. S. (2006). How affective commitment boosts guest loyalty (and promotes frequent-guest programs). *Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly*, 47(2), 174-181. <https://doi.org/10.1177/0010880405283943>
- Mickiewicz, T., & Rebmann, A. (2020). Entrepreneurship as trust: now publishers. *Fuoundation and Trends® in Entrepreneurship*. <http://doi.org/10.1561/03000000088>
- Morgan, R. M., & Hunt, S. D. (1994). The commitment-trust theory of relationship marketing. *Journal of marketing*, 58(3), 20-38. <https://doi.org/10.1177/002224299405800>
- Murnieks, C. Y., Cardon, M. S., & Haynie, J. M. (2020). Fueling the fire: Examining identity centrality, affective interpersonal commitment and gender as drivers of entrepreneurial passion. *Journal of Business Venturing*, 35(1), 105909. <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2018.10.007>
- Prabowo, H., Bramulya, R., & Yuniarty. (2020). Student purchase intention in higher education sector: the role of social network marketing and student engagement. *Management Science Letters*, 10(1), 103-110. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2019.8.012>
- Pérez-Macías, N., Fernández-Fernández, J. L., & Rua Vieites, A. (2019). Entrepreneurial intentions: trust and network ties in online and face-to-face students. *Education + Training*, 61(4), 461-479. <https://doi.org/10.1108/ET-05-2018-0126>
- Robson, A., & Robson, F. (2016). Investigation of nurses' intention to leave: a study of a sample of UK nurses. *Journal Health Organization Management*, 30(1), 154-173. <https://doi.org/10.1108/JHOM-05-2013-0100>
- Samperio, V. M. (2019). Ecuaciones estructurales en los modelos educativos: características y fases en su construcción. *Apertura*, 11(1), 90-103. <http://doi.org/10.32870/Ap.v11n1.1402>
- Samadi, H., & Samadi, H. (2018). Entrepreneurial University, a necessity for knowledge-based economy; evaluation and explanation of entrepreneurial capacity of university of Mazandaran. *IAU International Journal of Social Sciences*, 8(3), 53-66.
- Saud Khan, M., J. Breitenecker, R., & J. Schwarz, E. (2014). Entrepreneurial team locus of control: diversity and trust. *Management Decision*, 52(6), 1057-1081. <https://doi.org/10.1108/MD-06-2013-0349>
- Sharif, S., Lodhi, R. N., Iqbal, K., & Saddique, F. (2021). Gender disparity in leadership boosts affective commitment and tacit knowledge sharing about libraries. *International Journal of Organizational Analysis*, 30(5), 1212-1234. <https://doi.org/10.1108/IJOA-12-2020-2549>
- Shah, I. A., Amjed, S., & Jabooob, S. (2020). The moderating role of entrepreneurship education in shaping entrepreneurial intentions. *Journal of Economic Structures*, 9(1), 19. <https://doi.org/10.1186/s40008-020-00195-4>

- Shrand, B., & Ronnie, L. (2019). Commitment and identification in the Ivory Tower: Academics perceptions of organisational support and reputation. *Studies in Higher Education*. <https://doi.org/10.1080/03075079.2019.1630810>
- Sherkat, A., & Chenari, A. (2022). Assessing the effectiveness of entrepreneurship education in the universities of Tehran province based on an entrepreneurial intention model. *Studies in Higher Education*, 47(1), 97-115. <https://doi.org/10.1080/03075079.2020.1732906>
- Snijders, I., Wijnia, L., Rikers, R. M., & Loyens, S. M. (2019). Alumni loyalty drivers in higher education. *Social Psychology of Education*, 22(3), 607-627. <https://doi.org/10.1007/s11218-019-09488-4>
- Snijders, I., Wijnia, L., Rikers, R. M., & Loyens, S. M. (2020). Building bridges in higher education: Student-faculty relationship quality, student engagement, and student loyalty. *International Journal of Educational Research*, 100, 101538. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101538>
- Stenholm, P., & Nielsen, M. S. (2019). Understanding the emergence of entrepreneurial passion: The influence of perceived emotional support and competences. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 25(6), 1368-1388. <https://doi.org/10.1108/IJEBr-02-2018-0065>
- Ting, S. X., Feng, L., & Qin, W. (2017). The effect of entrepreneur mentoring and its determinants in the Chinese context. *Management Decision*, 55(7), 1410-1425. <https://doi.org/10.1108/MD-07-2016-0477>
- Trowler, V. (2010). Student engagement literature review. *Teaching in Higher Education*. 11(1), 1-15. <https://doi.org/10.1080/13562517.2015.1016417>
- Ullah, I., Elahi, N. S., Abid, G., & Butt, M. U. (2020). The impact of perceived organizational support and proactive personality on affective commitment: Mediating role of prosocial motivation. *Business, Management and Economics Engineering*, 18(2), 183-205. <https://doi.org/10.3846/bme.2020.12189>
- Usman, U. (2017). *Influence of service quality, university image, the mediating effect of organizational commitment relationship marketing and adoption of technology innovation loyalty in Nigeria*. Retrieved from http://etd.uum.edu.my/7203/1/s94901_01.pdf
- Van Doorn, J., Lemon, K. N., Mittal, V., Nass, S., Pick, D., Pirner, P., & Verhoef, P. C. (2010). Customer engagement behavior: Theoretical foundations and research directions. *Journal of Service Research*, 13(3), 253-266. <https://doi.org/10.1177/1094670510375599>
- Van Tonder, E., & Petzer, D. J. (2018). The interrelationships between relationship marketing constructs and customer engagement dimensions. *The Service Industries Journal*, 38(13-14), 948-973. <https://doi.org/10.1080/02642069.2018.1425398>
- Vallerand, R. J. (2015). *The Psychology of Passion*. Oxford: Oxford University Press.
- Vamvaka, V., Stoforos, C., Palaskas, T., & Botsaris, C. (2020). Attitude toward entrepreneurship, perceived behavioral control, and entrepreneurial intention: dimensionality, structural relationships, and gender differences. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s13731-020-0112-0>
- Warren, J. M., Stargell, N. A., & Jones, S. J. (2020). A Confirmatory factory analysis of the academic rational beliefs scale for students attending minority-serving institutions. *Journal of Rational-Emotive & Cognitive-Behavior Therapy*, 38(1), 96-109. <https://doi.org/10.1007/s10942-019-00326-2>
- Wongsansukcharoen, J. (2022). Effect of community relationship management, relationship marketing orientation, customer engagement, and brand trust on brand loyalty: the case of a commercial bank in Thailand. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 64, 102826. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2021.102826>
- Zhang, L. F. (2019). Do academics' emotions in teaching affect their organizational commitment? *Journal of Educational Psychology*, 111(7), 1317-1330. <https://doi.org/10.1037/edu0000344>



Pertinencia e incidencia social de las investigaciones de tesis de un posgrado profesional en desarrollo en México

Méndez-Ochaita, Margarita Flor

Pertinencia e incidencia social de las investigaciones de tesis de un posgrado profesional en desarrollo en México
CIENCIA *ergo-sum*, vol. 30, núm. 2, julio-octubre 2023 | **e196**
Ciencias Sociales

Universidad Autónoma del Estado de México, México

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.



Méndez-Ochaita, M. F. (2023). Pertinencia e incidencia social de las investigaciones de tesis de un posgrado profesional en desarrollo en México. CIENCIA *ergo-sum*, 30(2). <http://doi.org/10.30878/ces.v30n2a3>

Pertinencia e incidencia social de las investigaciones de tesis de un posgrado profesional en desarrollo en México

Relevance and social impact of thesis research from a professional post-graduate program in development in México

Margarita Flor Méndez-Ochaita*

Universidad Autónoma de Tlaxcala, México

flormendezo@yahoo.com

 <http://orcid.org/0000-0001-7601-4570>

Recepción: 12 de octubre de 2021

Aprobación: 22 de febrero de 2022

RESUMEN

Se discute la pertinencia de las investigaciones de tesis de la Maestría en Estudios del Discurso y Literacidades Académicas de la Universidad Autónoma de Tlaxcala en el marco de los principales programas de fomento a la formación e investigación del Conacyt (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). El análisis considera la incidencia social en relación con las políticas públicas, en particular ante el reto de promover competencias de lectoescritura en lenguas maternas y extranjeras. A partir de los resultados se evidencia que existe una brecha de desigualdad de la entidad en dichos programas; sin embargo, el posgrado incide con propuestas concretas en los distintos niveles educativos a través de líneas de investigación desarrolladas por la academia en función de una necesidad nacional y regional educativa de alfabetización.

PALABRAS CLAVE: producción de tesis, formación de posgrado, líneas de investigación.

ABSTRACT

This article aims to discuss the relevance of the thesis research of the master's degree program in Discourse Studies and Academic Literacy at Universidad Autónoma de Tlaxcala within the framework of the main programs to promote training and research of Conacyt. The analysis considers the social impact in relation to public policies, particularly in the face of the challenge of promoting reading-writing skills in mother tongues and foreign languages. From the results it is evident that there is a gap of inequality of the entity in these programs, however, the postgraduate program impacts with concrete proposals in the different educational levels through research lines developed by the academy based on a national and regional educational need for literacy.

KEYWORDS: thesis production, postgraduate training, research lines.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo humano, científico y tecnológico de una región depende tanto de los esfuerzos locales como de los nacionales. En relación con las políticas implementadas por el Conacyt (2021a), las reformas recientes a los principales programas expusieron, entre tanto, y a pesar de los esfuerzos de las instituciones involucradas por seguir los lineamientos de dichos programas, la necesidad de reorientar los posgrados hacia una mayor pertinencia social en las instituciones de educación superior.

Dado que la investigación y su estrecha interrelación con la formación de posgrado en las instituciones de educación superior son elementos nodales de los sistemas de educación y de humanidades, ciencias, tecnología e innovación, una agenda universitaria de investigación que se encuentra en crecimiento en dichos sistemas está llamada a asumir una pertinencia social desde la formación de posgrado para tener realmente una incidencia significativa. De acuerdo con este contexto, la Universidad Autónoma de Tlaxcala orienta la función de la investigación a una “producción de conocimientos de frontera para la formación y actualización de profesionales que

AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

flormendezo@yahoo.com

contribuyan al desarrollo sostenible de la humanidad” (UATx, 2022). De acuerdo con el Conacyt (2022a), una *investigación de frontera* es aquella que surge para explicar las observaciones del universo con nuevos métodos y avanzados conceptos.

Adoptar este enfoque de pertinencia social sigue siendo un aspecto significativo para el contexto de las instituciones de educación superior porque implica reconocer una relación fundamental de las instituciones con las necesidades y expectativas de la sociedad. En este sentido, la pertinencia social justifica el proyecto académico de las instituciones y al mismo tiempo define la orientación de las funciones o tareas sustantivas (Garrocho y Segura, 2017).

Por ello, con un enfoque institucional este artículo parte de la situación actual de las políticas nacionales del Conacyt, en particular de los principales programas de fomento a la formación e investigación, para señalar la pertinencia de las investigaciones de tesis del programa de Maestría en Estudios del Discurso y Literacidades Académicas de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Autónoma de Tlaxcala.

Dado que el impulso de las estrategias para la enseñanza de habilidades de lectura y escritura, el mantenimiento de la tradición oral y el pensamiento crítico se ha reconocido como una prioridad en el país, el Conacyt ha justificado dicho impulso en el Programa Nacional Estratégico (Pronace) orientado a la educación por la necesidad ineludible de “construir una ciudadanía con herramientas para expresar opiniones, participar en los debates sociales y ejercer sus derechos con pleno conocimiento” (Conacyt, 2020a). Al respecto, este artículo visibiliza la relevancia que tienen los trabajos de tesis del posgrado ya mencionado para atender problemáticas relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje de la lengua materna o adquirida en los contextos escolares o vernáculos de algunas comunidades en México. Asimismo, este programa nacional tiene en su agenda llevar a cabo proyectos de investigación e incidencia orientados al fomento de la lectoescritura como una estrategia para la inclusión social, lo que constituye un nicho de pesquisa importante.

La Maestría en Estudios del Discurso y Literacidades Académicas se encuentra en desarrollo en el nuevo Sistema Nacional de Posgrados del Conacyt (2022c), cuya especialidad es poco conocida, pero única dentro de la oferta de posgrados nacionales, los estudios del discurso y procesos de literacidad académica. Este programa ingresó al Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) en 2018 y tiene como antecedente la Maestría en Lenguas Modernas y Estudios del Discurso que estuvo vigente en la UATx hasta 2016. Aunque el posgrado tiene una orientación profesional, también pone énfasis mediante la elaboración de las tesis de grado en la investigación aplicada a los usos del lenguaje y modos de interacción social con teorías y métodos de la lingüística emanados del análisis del discurso, la lingüística aplicada y los estudios sobre literacidad.

En este marco, este artículo aporta elementos para reflexionar sobre la pertinencia de la investigación en el contexto de la universidad pública, desde las facultades y sus posgrados, y toma en consideración la incidencia que dicha maestría tiene para las prioridades educativas en el país. Los trabajos revisados corresponden a las dos primeras promociones de la maestría (2017-2019 y 2019-2021).

En este entendido, el artículo consta de cuatro partes. La primera explica el enfoque de análisis institucional del estudio. Entre las condiciones generales del contexto que afectan el desarrollo de los posgrados, en la segunda parte se enfatiza la complejidad y las recientes transformaciones del sistema científico y tecnológico en México, además se describen las actividades de investigación y de posgrado como tareas vinculadas de múltiples formas en las instituciones que conforman el sistema y se evidencia el poco impacto que han tenido los principales programas de fomento y apoyo a la formación e investigación del Conacyt en la entidad del caso estudiado. La tercera parte describe la metodología empleada. Por último, se muestran los resultados, donde se discute la pertinencia e incidencia de las propuestas contenidas en el corpus de tesis del posgrado y se concluye que, a pesar de la desigualdad en los apoyos nacionales, la investigación del posgrado del estudio tiene una relevancia indiscutible no sólo en las áreas de especialidad mencionadas, sino porque de manera estratégica responde a la realidad social, cultural y educativa de algunas comunidades en el país.

1. ENFOQUE DE ANÁLISIS INSTITUCIONAL

Este trabajo retoma algunos de los planteamientos de Fernández y Torres (2009) sobre análisis institucional de las organizaciones científicas. Estos autores también refieren nociones teóricas de Meyer y Rowan (1999) y de Scott (2003, 2005), principales proponentes de la sociología institucional, entre otros. Cabe mencionar que las investigaciones desarrolladas desde esta corriente han considerado:

al problema de la ciencia como [una] institución social. Esto es, como un conjunto de reglas (formales e informales), que organizan un área particular de la vida social, y que son consideradas como la manera legítima, habitual y rutinaria de actuación en un contexto determinado. (Fernández y Torres, 2009: 664-665).

De acuerdo con Powell y Bromley (2015), el paradigma institucional ha sido bastante desarrollado por el nuevo institucionalismo hasta consolidarse como una tradición teórica centrada en los estudios organizacionales de aproximación sociológica que proporciona una lente valiosa para comprender las organizaciones y la gestión contemporáneas.

El neoinstitucionalismo es una perspectiva muy amplia centrada en las organizaciones científicas. Los estudios que siguen este enfoque buscan comprender cómo operan las estructuras normativas y regulatorias del sistema, así como explicar su funcionamiento. Al respecto, Fernández y Torres (2009: 666) distinguen dos corrientes de estudio principales:

[Las] que se ocupan de las instituciones prestando atención a cómo moldean el comportamiento de miembros individuales a través de reglas y normas... [y las] que tratan de identificar pautas estables y regulares en el tiempo... [éstas] otorgan importancia a la identificación de mecanismos causales que explican tanto la emergencia como los efectos de las instituciones.

De este modo, esta perspectiva analiza la actuación regulada de los participantes en las instituciones que son concebidas como organizaciones que operan con normas y convenciones para llevar a cabo sus funciones principales e incidir en la comunidad. Interesa conocer la manera de proceder siguiendo aquellas prácticas, como puede ser la elaboración de tesis orientadas por normas institucionales y disciplinares que tienen o han alcanzado cierta estabilidad, así como comprender el funcionamiento más o menos estable del sistema institucional.

Desde esta mirada analítica, las organizaciones tienen, además de una dimensión operativa que las orienta a cumplir determinadas tareas, otra dimensión regulatoria formada por relaciones implícitas, categorías de pensamiento y normas o principios institucionales. Esto significa que, para estudiar la actividad de investigación vinculada al posgrado como una de las tareas fundamentales de las universidades, es indispensable conocer la evolución y situación actual de las políticas nacionales del Conacyt y su impacto en la entidad del caso estudiado.

Por último, debemos mencionar el papel fundamental que tiene el entorno institucional para el desarrollo de las organizaciones científicas debido a que éstas se encuentran en relación directa o indirecta con otros subsistemas y sectores productivos, públicos y privados. En el estudio del campo organizacional (Whitley, 2003) es fundamental mostrar los cambios en las organizaciones y en sus relaciones con el entorno, así como reconocer las bases que les han permitido su permanencia y tener determinada participación en el sistema al que pertenecen. De acuerdo con Fernández y Torres (2009), este enfoque institucional es muy conveniente para analizar el estado general del sistema científico y de educación superior por su estrecha relación con las instancias políticas y también económicas.

2. COMPLEJIDAD Y TRANSFORMACIONES DEL SISTEMA CIENTÍFICO

La investigación científica en México se ha venido desarrollando sobre todo por parte del sector público, es decir, por el sistema de centros de investigación y universidades públicas. Sin embargo, en años recientes las empresas e instituciones privadas estuvieron incrementando su participación en el sistema nacional de ciencia y tecnología a través de fondos públicos. Este es un asunto importante si se piensa que una de las formas para impulsar la investigación en la universidad ha sido, y sigue siendo, la de establecer mecanismos que ayuden a fortalecer la colaboración con los distintos sectores sociales, tanto públicos como privados.

No obstante, con el gobierno actual, la implementación de las políticas nacionales del Conacyt ha cambiado. El acceso a fondos públicos por sectores privados ha decrecido. En este sentido, este organismo de regulación en materia de ciencia y tecnología en el país, en un notorio esfuerzo de transformación para asegurar una pertinencia e incidencia social, definió un cambio de rumbo en sus políticas que ha generado controversias y amplios debates. Con esto, además de reposicionar a las humanidades, busca privilegiar los intereses públicos y sociales en vez de los privados e individuales que, como lo señalan, fueron favorecidos durante las últimas tres décadas del llamado *periodo neoliberal*. Los efectos de estas reformas han empezado a notarse, por ejemplo, en los recortes de financiamiento público a la investigación para los establecimientos y las empresas privados, así como en el cese de los estímulos económicos a investigadores del mismo sector que forman parte del SNI (Sistema Nacional de Investigadores) a partir de 2022.

Para el periodo 2020-2024, el Conacyt contempló los objetivos prioritarios articulados por cinco ejes estratégicos dirigidos a *a)* fortalecer a la comunidad científica, *b)* desarrollar la ciencia de frontera, *c)* atender problemáticas nacionales concretas planteadas en diez programas nacionales estratégicos, *d)* desarrollar la tecnología e innovación abierta y *e)* propiciar la difusión y el acceso universal a la ciencia. Esta política, entre otras cuestiones, asume una perspectiva de ciencia abierta y universal para el beneficio social.

En lo que concierne a la consolidación del sistema, sabemos que en las últimas décadas los programas nacionales se han orientado a fortalecer a la comunidad científica y, al mismo tiempo, a desarrollar la ciencia de frontera. En este sentido, se observan dos tendencias que afectan directamente los avances en los ámbitos de la investigación mexicanos. Por un lado, el sistema nacional científico y tecnológico ha venido experimentado un crecimiento constante del padrón del sistema nacional de investigadores y de los posgrados avalados por el Conacyt, lo cual ha sido favorable para impulsar la investigación en las universidades y en los centros de investigación públicos. Por otro, en cambio, se ha visto una reducción considerable en el número de cátedras Conacyt, que parece poco conveniente en relación con los apoyos que se necesitan ante la escasez de plazas de investigación en las instituciones y los centros públicos, dado que en la convocatoria del nuevo programa de Investigadoras e Investigadores por México, que reemplaza el anterior programa de cátedras para jóvenes investigadores, se dio a conocer la selección de apenas 41 candidatos beneficiados en los primeros dos cortes de resultados para desarrollar proyectos de investigación en la modalidad para centros de investigación e instituciones de educación superior del sector público (Conacyt, 2021b).

Ante la complejidad que enfrenta el desarrollo humano, científico, tecnológico y de innovación en el sistema nacional, una agenda universitaria de investigación científica en desarrollo requiere asumir una pertinencia social desde las etapas formativas del posgrado para lograr una incidencia social sustantiva.

En esta coyuntura política pública del Conacyt, cabe analizar, sobre todo en instituciones de educación superior, donde la investigación está vinculada directamente con la formación de posgrado, algunas características generales del sistema que se revisan a continuación.

2. 1. Investigación y posgrado en el sistema de educación superior

La investigación científica y la formación de posgrado son actividades fundamentales para el desarrollo científico y tecnológico de una nación, por ello resulta primordial revisar rasgos generales del sistema de educación

superior que contribuyen a su desarrollo y mostrar algunos de los avances registrados o tendencias observadas en las últimas décadas.

En primer lugar, hay que señalar que el sistema de ciencia, tecnología e innovación mexicano es bastante heterogéneo y complejo. En este sentido, la participación que tienen los establecimientos públicos y privados en este desarrollo es altamente diferenciable no sólo por el sector al que pertenecen y la producción científica que aportan, sino por la cantidad de establecimientos en cada sector y el tamaño distinto que cada organización tiene, entre otros factores.

De acuerdo con la OCDE, el sistema de educación superior mexicano ha tenido un crecimiento acelerado durante las últimas décadas. Además, esta organización señala que ante la diversidad de instituciones que conforman este sistema, tanto la investigación como la docencia se constituyen como actividades muy variadas en cuanto al impulso que reciben y a su calidad:

El sistema de educación superior mexicano, con 13 subsistemas, es altamente complejo y diverso. Los subsistemas son sustancialmente distintos en cuanto a instituciones, programas, estructuras de gobierno, acuerdos de financiamiento, dependencia gubernamental, calidad, así como intensidad investigadora y docente (OCDE, 2019).

En concordancia con lo anterior, sobre el sistema mexicano de educación superior y su alta diferenciación, Didou y Remedi (2008) ya advertían que no todas las instituciones que conforman el sistema habían desarrollado las formaciones de posgrado y sus capacidades de investigación con calidad. Asimismo, señalaban que los grupos de investigación y los recursos estaban concentrados en la Ciudad de México y en algunos de los estados circundantes, lo que confirma que el problema de desigualdad en el sistema nacional no es nuevo.

En México los establecimientos dedicados de manera más exclusiva a la investigación son los centros públicos de investigación. De acuerdo con el Conacyt (2022b), el subsistema de centros públicos de investigación está conformado por 26 instituciones que se dedican a cuatro tareas sustantivas: *a*) realizar actividades de investigación, *b*) formar recursos humanos de alta especialización en posgrados, *c*) transferir conocimiento a los sectores productivos, públicos y sociales y *d*) comunicar y divulgar información científica y tecnológica.

Al igual que los centros del Conacyt, también están los centros de investigación de especialidad disciplinar y tecnológica pertenecientes a la SEP y otras dependencias federales cuyo propósito primordial es responder a las demandas específicas de su entorno y en función del sector productivo local que atienden (Didou y Remedi, 2008).

Dichas tareas y propósitos, aunque son distintivos de los centros de investigación, también forman parte y orientan el quehacer de buena parte de las instituciones de educación superior, sobre todo, aquellas que pertenecen al sector público. La vinculación de la investigación con las tareas formativas es un asunto de interés para el desarrollo científico y la formación de nuevos cuadros (Garduño, 1996). En las universidades la investigación científica está vinculada de forma directa con las actividades de docencia y la formación de posgrado y, a diferencia de los centros públicos de investigación, no es una actividad de dedicación exclusiva (Méndez *et al.*, 2020). Cabe añadir que no todas las actividades son atendidas o impulsadas de igual forma en estas organizaciones.

Además, los posgrados en las universidades no siempre están vinculados a la investigación, como sí lo están en los centros de investigación. Tal desvinculación suele ocurrir porque gran parte de la oferta de posgrados tiene una orientación profesional enfocada al mercado laboral. Otras causas pueden estar relacionadas con el grado de importancia que se le da o no a la actividad de investigación en cada establecimiento, en cada unidad, en cada posgrado.

En consecuencia, otras tareas relacionadas con la investigación como la transferencia de conocimiento a otros sectores, la comunicación y divulgación de la ciencia, así como el desarrollo de tecnología también resultan actividades muy variadas en las universidades, incluso con poca preponderancia en algunas de éstas. Derivado de

lo anterior, podemos precisar que, en las universidades, los espacios de socialización académica que privilegian la investigación científica influyen de manera profunda en el quehacer de sus miembros, es decir, profesores investigadores y estudiantes de posgrado, que son los participantes que van conformando a las comunidades académicas y disciplinares. De ahí que en este artículo se procura mostrar que los aportes de los estudiantes por medio de las tesis que elaboran bajo la supervisión de sus directores en las áreas de especialidad de la maestría tienen una alta aplicación pedagógica en la enseñanza de lenguas en diversos contextos educativos.

2. 2. Desigualdad en la entidad en los programas del Conacyt

Para contextualizar el desarrollo científico de la entidad en los principales sistemas y programas nacionales del Conacyt se muestran algunos avances y cambios registrados. Sin embargo, las cifras también evidencian la brecha de desigualdad de la entidad en estos programas, condición que hace todavía más difícil el desarrollo de las líneas de generación y aplicación de conocimiento en programas de maestría como el que aquí se analiza. Los datos se obtuvieron en 2020 del Sistema de Información y Estadística de Conacyt, del SNI (Sistema Nacional de Investigadores), del PNPC (Programa Nacional de Posgrados de Calidad) que fue reemplazado por el nuevo SNP (Sistema Nacional de Posgrados) en 2022 y del Programa de Cátedras para Jóvenes Investigadores vigente hasta 2021.

A diferencia del caso de estudio, donde más de la mitad del núcleo académico es miembro del SNI (60%), en las categorías del nivel I y candidato, durante los últimos treinta años el crecimiento de la comunidad científica de Tlaxcala en el sistema ha sido muy lento. De 9 investigadores del SNI en 1991 en Tlaxcala pasaron a 16 en 2000 y sólo 129 en 2014. Estas cifras, disponibles en el sistema de estadísticas de Conacyt (2020b), representan un porcentaje muy bajo del padrón nacional que es menor al 1%, si se considera que el padrón estaba integrado por 27 186 investigadores en 2016.

Son varias las reflexiones que estos datos pueden arrojar; no obstante, una de las más notables es la urgente necesidad de fortalecer a la comunidad científica de la entidad, pues la mayor parte corresponde a académicos dedicados a la docencia y sólo algunos desarrollan sus propias líneas de estudio. Asimismo, el programa de apoyo de cátedras Conacyt para jóvenes investigadores, vigente hasta 2021, tuvo muy poca incidencia para la comunidad científica en Tlaxcala. A nivel nacional este programa decreció: en un periodo de cuatro años, de 2014 a 2017, disminuyó un 40%, pasó de 550 a menos de la mitad (221 cátedras); por su parte, en Tlaxcala sólo se reportaron seis cátedras de 2014 a 2015. Aunque estos apoyos continúan a través del Programa de Investigadoras e Investigadores por México siguen siendo limitados y, a pesar de que parecen tener poca relevancia para una maestría de orientación profesional, es determinante notar el problema de inserción laboral que enfrentan aquellos que desean dedicarse a la investigación, en especial si desean seguir con nuevas líneas de generación y aplicación del conocimiento como las que impulsa este posgrado.

En cuanto al reconocimiento del Conacyt a la calidad y la pertinencia social de los posgrados que avala, si bien los programas de la entidad en el padrón nacional pasaron de cinco a quince en un periodo de ocho años, de 2007 a 2015 la tasa de crecimiento sigue siendo baja (33%) si se compara con la tendencia nacional (38%), que en una década aumentó de 834 a 2 207 posgrados de 2007 a 2017. Los posgrados avalados por Conacyt en Tlaxcala representan una cifra menor al 1% del total. Estos datos muestran que, en la entidad, a diferencia de la tendencia nacional creciente, los posgrados avalados han tenido muy poco crecimiento. En consecuencia, nos parece imperioso que las instituciones de educación superior de la entidad aseguren las condiciones para sumar más de sus programas al nuevo sistema nacional de posgrados.

Al respecto, mostrar la brecha de desigualdad de la entidad en materia de estos programas y apoyos nacionales es importante y, de esta manera, valorar los retos que enfrentan pocas academias de la UATx que han logrado incorporarse al SNP con la visión de asegurar la calidad, la pertinencia social e incidencia de sus programas y, por supuesto, la función institucional de la investigación.

3. MÉTODO

La investigación es de tipo documental, de carácter exploratorio y descriptivo. Para llevar a cabo el estudio se buscó información estadística de acceso público, documentos normativos y marcos de referencia de los principales programas del Conacyt: SNI (Sistema Nacional de Investigadores), SNP (Sistema Nacional de Posgrados) antes PNPC (Programa Nacional de Posgrados de Calidad), Cátedras para jóvenes investigadores y Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia (Pronaii) de los Programas Nacionales Estratégicos (Pronaces) (Conacyt, 2020b, 2020c, 2020d).

Esta información fue recabada en 2020 y se analizó con el propósito de conocer las condiciones de las políticas más recientes implementadas por el Conacyt, caracterizar la investigación y el posgrado en el contexto de la educación superior y revisar el impacto de los principales programas de fomento a la formación e investigación de Conacyt en Tlaxcala.

A continuación se plantean las preguntas del estudio: ¿Cuál es la pertinencia e incidencia social de la investigación que se lleva a cabo en un posgrado profesionalizante en la organización de una facultad y en el marco de la política nacional de Conacyt? ¿Cómo repensar la investigación de posgrados de orientación profesional en el contexto actual?

De esta forma, nos interesa aportar elementos que permitan a futuro vislumbrar cuáles podrían ser las metas para la investigación en posgrados como el caso de estudio que sigue las directrices que la política científica ha venido trazando y cumple con las nuevas condiciones que establecen las reformas mencionadas.

4. RESULTADOS

4. 1. Producción de tesis de posgrado e incidencia en la investigación

De manera general, consideramos necesario indagar cuáles son los aportes a la investigación por instituciones públicas de educación superior en el nivel de posgrado. Aquí nos interesa reflexionar sobre los alcances, en términos de pertinencia e incidencia social, que los trabajos de tesis de la Maestría en Estudios del Discurso y Literacidades Académicas pueden tener para el desarrollo de áreas de especialidad relevantes y prioritarias para la educación en México, como son, la enseñanza y el fomento de competencias de lectoescritura en los distintos niveles, básico, medio y superior.

La producción de tesis del programa del periodo 2017-2021 corresponde a las que concluyeron estudiantes de la primera promoción del posgrado en 2019 y las que están en proceso de la promoción 2021.

Asumir el enfoque de pertinencia social, de acuerdo con Garrocho y Segura (2017: 24), precisa que:

toda universidad pública sitúe sus funciones sustantivas en la complejidad y dinamismo del proceso de globalización a fin de reafirmar, con visión prospectiva, su papel científico en la sociedad y el compromiso de coadyuvar al desarrollo de las comunidades locales.

Como se señaló, el programa de Maestría en Estudios del Discurso y Literacidades Académicas de la UATx ingresó al PNPC en 2018 y en la actualidad está en desarrollo en el Sistema Nacional de Posgrados desde 2022. Vale mencionar que la planta está integrada por nueve académicos de tiempo completo y dos de tiempo parcial, adscritos a la Facultad de Filosofía y Letras. La mayoría tiene el grado de doctorado (90%), pertenece al SNI en los niveles I y candidato (60%) y se vincula con instituciones nacionales, internacionales y del sector comunitario.

Destaca también que en el periodo 2017- 2021 correspondiente a las primeras dos cohortes, el programa ya suma un total de 18 trabajos. Aunque esta producción inicial no es tan grande debido al tamaño de la matrícula (diez estudiantes en promedio por promoción), resalta que el porcentaje de titulación es alto (87.5%).

Esto se produce por el desarrollo que tienen las tres líneas de generación y/o aplicación de conocimiento (LGAC). De acuerdo con la información publicada en la página de la UATx, son las siguientes:

Alfabetización académica y estudios sobre literacidad. Esta línea desarrolla trabajos orientados a dos tipos de investigaciones. Por un lado, aquellos abocados a indagar los modos de enseñar la lectura, la escritura y la oralidad que propician el acceso a los estudiantes de los distintos niveles educativos a las culturas letradas de las disciplinas escolares. Aquí la investigación didáctica apunta a caracterizar las prácticas docentes, las formas de organizar las interacciones en clase que favorecen el trabajo con los textos que han de producirse o comprenderse para aprender las asignaturas, las intervenciones de los profesores, etc., que facilitan la participación de los estudiantes en las acciones retóricas típicas de cada disciplina. Los trabajos incluyen, también, los dispositivos que las instituciones sostienen para apoyar las alfabetizaciones académicas. Por otro lado, investigaciones de corte lingüístico y etnográfico que describan y analicen los distintos discursos especializados y las prácticas con textos en cada comunidad disciplinar, a fin de generar planes de intervención pedagógica para su enseñanza.

Procesos de literacidad en lenguas originarias. En esta línea de investigación se analizan los distintos géneros orales que las culturas indígenas utilizan para garantizar la reproducción cultural entre las nuevas generaciones. Estas prácticas de socialización didácticas específicas de las culturas originarias sirven de base para explorar y proponer géneros escritos que posibiliten la emergencia de una verdadera educación en lenguas indígenas. Para que esto pueda ser posible resulta urgente desarrollar prácticas de literacidad epistémicas en lenguas indígenas, es decir, utilizar estas lenguas para que sus hablantes puedan construir y comunicar conocimientos en el medio escolar. En el mismo sentido, esta línea de investigación recupera la tradición de escritura en lenguas indígenas llevada a cabo durante los primeros años de la conquista y de los intentos de escritura desarrollados en la educación bilingüe contemporánea para llamar la atención sobre la necesidad de una pedagogía particular, pues los referentes epistemológicos sobre el conocimiento, su generación y socialización son distintos en lengua indígena. Todas estas investigaciones contribuirán a potenciar una verdadera escolarización indígena que parta no sólo de una visión propia en torno al conocimiento, sino también un reconocimiento a los marcos de interpretación, discursivización y formas de organización áulica específicos de la cultura nahua.

Comunidades de aprendizaje y enseñanza del inglés. Esta línea desarrolla trabajos de investigación didáctica que abordan los temas relacionados con problemas que surgen durante la construcción de conocimiento. Específicamente en la enseñanza del inglés desde la perspectiva de comunidades de aprendizaje y los cambios metodológicos de la enseñanza del inglés en los contextos vigentes, tanto presenciales como virtuales, mediante el uso de las tecnologías disponibles. Por tanto, está orientada a investigaciones y propuestas de intervención que concilien los métodos actuales de enseñanza y aprendizaje del inglés como lengua extranjera con los presupuestos teóricos y perspectivas metodológicas de los estudios sobre literacidad y comunidades de aprendizaje. Incluye, también, trabajos relacionados con la enseñanza del inglés con propósitos específicos y el estudio de los usos del lenguaje en contextos formales. Esta línea se centra, además, en trabajos orientados a destacar el papel del inglés como herramienta académica y de difusión de conocimiento científico (UATx, 2020).

Las líneas de estudio son bastante amplias, puesto que abarcan los distintos niveles educativos y el contexto vernáculo. Su desarrollo es el resultado de un trabajo sistemático de investigación que se realiza en el posgrado debido a que se trata de líneas consolidadas que han sido trabajadas por más de diez años por los académicos de esta facultad, pero que también son docentes universitarios de pregrado.

De acuerdo con los resultados mostrados por Garduño (1997), enseñar a investigar a los alumnos y contar con un plan curricular fundamentado en líneas de investigación son dos de las principales formas de vinculación entre la investigación y la docencia más valoradas para los profesores de su estudio. De igual forma, elaborar una tesis durante la etapa formativa y tener la posibilidad de que los estudiantes se incorporen a la línea de un profesor son las formas de vinculación más valoradas por los estudiantes. Este programa de maestría, aunque es profesional, contempla ambas formas de vinculación con la investigación, ya que prepara a docentes especializados en la enseñanza de la lectoescritura en varios niveles de la educación (básica, media y superior) y en el análisis del discurso con cierto perfil interdisciplinario orientado a la investigación que se desarrolla a través de la elaboración de tesis, la participación en seminarios de investigación y otros eventos académicos.

El cuadro 1 muestra la producción de tesis en las tres líneas de investigación del posgrado en los distintos niveles educativos (18 tesis en total). Puede calcularse que el 27.7% de las tesis aborda temáticas concernientes a la educación básica, 5.5% a educación media superior, 61.1% se relaciona con temas de educación superior y el resto no escolarizado concierne al contexto vernáculo e intercultural bilingüe del náhuatl-español.

CUADRO 1

Producción de tesis de la Maestría en Estudios del Discurso y Literacidades Académicas por nivel educativo

Líneas de Generación y aplicación del Conocimiento	Nivel educativo*				No escolarizado	
	Básico		Media superior	Superior		
LGAC	P	S	B	L		Total
L1. Alfabetización académica y estudios sobre literacidad	1	2	1	7		11
L2. Procesos de literacidad en lenguas originarias	1			2	1	4
L3. Comunidades de aprendizaje y enseñanza del inglés	1			2		3
Total	3	2	1	11	1	18

Fuente: elaboración propia con datos del posgrado de las promociones 2017-2019 y 2019-2021.

Nota: *P = primaria; S = secundaria; B = Bachillerato; L = Licenciatura.

La tabla 1 muestra la incidencia de los trabajos de tesis, el nivel educativo, la temática y el género estudiados, así como una breve descripción que incluye el enfoque teórico-metodológico y la referencia del contexto escolar o la comunidad participante. Las temáticas de estudio fueron elegidas por los estudiantes en función de sus intereses y según la lengua que eligieron estudiar, pero responden a necesidades específicas escolares y disciplinares de cada nivel educativo.

Puede verse que la mayor producción está concentrada en contextos de educación superior de licenciatura, en la línea de alfabetización académica y estudios de literacidad. Al menos cinco trabajos han tenido una incidencia directa en programas de licenciatura de la UATx. Otros estudios en diferentes instituciones: uno en la Escuela Nacional de Danza del Instituto Nacional de Bellas Artes (INBA), otro en la Dirección de Universidades Tecnológicas y dos más en instituciones de educación superior privadas.

Los trabajos abarcan los estudios del discurso, la pedagogía de géneros –académicos, profesionales y disciplinares–, la argumentación disciplinar y los estudios de literacidades académicas en licenciaturas, tales como lengua y literatura, enseñanza de lenguas, náhuatl e inglés, educación dancística, carreras tecnológicas, ciencias de la comunicación, diseño gráfico y psicología. Algunas de las intervenciones pedagógicas para el aprendizaje de inglés consistieron en implementar modelos con el objetivo de que mejore la escritura de textos argumentativos del nivel superior y en otros casos la comprensión de lectura de textos narrativos digitales en primaria.

También se han hecho estudios de los discursos científico e histórico pedagógico del nivel básico y caracterizaciones de géneros discursivos en náhuatl que han sido muy relevantes para algunas comunidades del estado de Tlaxcala como Contla y San Isidro Buen Suceso.

Las investigaciones comprenden una variedad de géneros discursivos, escolares, literarios, profesionales y vernáculos, y se trabaja con perspectivas teórico-metodológicas de la socio-retórica, lingüística sistémico funcional, pedagogía del género, teorías de la argumentación, enseñanza del inglés con propósitos específicos, entre otras. De tal forma, vemos que los aportes de tesis, además de contribuir a las áreas disciplinares del posgrado, tienen un gran impacto educativo que se sostiene por el desarrollo que tienen las tres líneas de investigación e incidencia del posgrado descritas, y se relaciona con la enseñanza y aprendizaje de la lectura, escritura y oralidad, así como con intervenciones pedagógicas derivadas del estudio de las prácticas con textos y del análisis de distintos discursos especializados, en lenguas originarias y extranjeras.

TABLA 1

Incidencia de la producción de tesis de la Maestría en Estudios del Discurso y Literacidades Académicas

LGAC*	Nivel**	Área temática	Género	Descripción del estudio
L1	P	Alfabetización científica inicial	Libro de texto	Análisis retórico, multimodal y de marcas en el libro de texto de la SEP de primer grado de primaria, conocimiento del medio
	S	Alfabetización disciplinar de historia	Libro de texto	Análisis del discurso histórico pedagógico de la Revolución Mexicana en tres libros de texto de <i>Historia</i> en el marco de la lingüística sistémico-funcional
		Representaciones sociales sobre lectura en el contexto escolar	No aplica	Estudio de representaciones sociales de estudiantes y profesores de segundo grado de secundaria de la Escuela Secundaria General Vicente Suárez con el método de la teoría fundamentada
	B	Argumentación en géneros escolares	Reseña crítica	Análisis lingüístico de textos argumentativos en la reseña crítica de estudiantes cuarto semestre de educación media-superior de una institución privada del estado de Tlaxcala
	L	Análisis del discurso profesional jurídico	Tesis jurisprudenciales	Análisis retórico y marcas de posicionamiento en las tesis jurisprudenciales
		Géneros discursivos en lengua y literatura hispanoamericana	Ensayo	Análisis socio-retórico del ensayo escolar universitario en lengua y literatura de la UATx
		Argumentación y géneros discursivos en el marco de la movilidad internacional	Carta de exposición de motivos	Identificación de las estrategias retóricas en la redacción de la carta de exposición de motivos con estudiantes de universidades tecnológicas en el marco de la movilidad internacional
		Representaciones sociales sobre el apunte escolar y descripción del género	Apunte de clase	Estudio de representaciones sociales y caracterización discursiva del género: apunte de clase con estudiantes de Ciencias de la Comunicación y Diseño Gráfico de una institución de educación superior privada
		Discurso oral docente en el aula de danza	Clase práctica de danza	Oralidad en la enseñanza de la clase práctica de danza en la Escuela Nacional de Danza Nellie y Gloria Campobello del INBA
		Evaluación de comprensión lectora en la universidad	Artículo de divulgación	Diseño y validación de instrumento de evaluación de la comprensión lectora desde un enfoque sociocultural con estudiantes de séptimo semestre de la licenciatura en enseñanza de lenguas extranjeras de la UATx
		Prácticas lectoras en psicología	No aplica	Caracterización de prácticas de lectura de estudiantes de Psicología del Instituto de Educación Digital del Estado de Puebla (IEDEP)
L2	P	Prácticas discursivas en lengua materna náhuatl en contextos bilingües	Procedimiento de juego	Caracterización de prácticas discursivas en el procedimiento diario de los juegos en la lengua materna de náhuatl en la escuela bilingüe Xochitecalli en la comunidad de Contla
	L	Pedagogía de género en náhuatl como segunda lengua	Poesía	Uso de la poesía en la comprensión y aprendizaje de lengua náhuatl a través de la propuesta metodológica de la pedagogía basada en el género con estudiantes de lenguas de la UATx
		Géneros discursivos históricos en náhuatl	Testamento	Caracterización discursiva del género testamentario del siglo XVI en lengua náhuatl enfocado en la escritura prehispánica y colonial, los géneros utilizados y su función social
	NE	Oralidad y escritura en náhuatl en contextos bilingües y vernáculos	Recuento personal	Recopilación de recuentos personales en lengua materna en la comunidad de San Isidro Buen Suceso Tlaxcala, caracterización y escritura con base en la pedagogía basada en el género

TABLA 1 (continúa)

Incidencia de la producción de tesis de la Maestría en Estudios del Discurso y Literacidades Académicas

LGAC*	Nivel**	Área temática	Género	Descripción del estudio
L3	P	Desarrollo de la comprensión lectora de inglés como segunda lengua	Texto narrativo digital	Implementación del modelo de lectura activa con textos narrativos digitales en inglés con estudiantes de segundo grado de una escuela bilingüe privada en Tlaxcala
		Desarrollo de textos argumentativos en inglés	Texto argumentativo	Enseñanza y aprendizaje de textos argumentativos en inglés a través de la retroalimentación positiva en la comunidad de estudiantes de la licenciatura en enseñanza de lenguas extranjeras de la UATx
	L	Desarrollo de estrategias argumentativas en la enseñanza de inglés	Texto argumentativo	Implementación del modelo de argumentación de Toulmin con una aproximación a la literacidad crítica con estudiantes de la licenciatura en enseñanza de lenguas extranjeras de la UATx

Fuente: elaboración propia con datos del posgrado, promociones 2017-2019 y 2019-2021.

Notas: *L1 = Alfabetización académica y estudios sobre literacidad; L2 = Procesos de literacidad en lenguas originarias; L3 = Comunidades de aprendizaje y enseñanza del inglés. ** P = Primaria; S = Secundaria; B = Bachillerato; L = Licenciatura; NE = No escolarizado.

CONCLUSIONES Y PROSPECTIVA

Este artículo destaca la participación de un programa de posgrado en desarrollo en el sistema nacional. Dicho programa, dentro de una facultad de una universidad pública, busca priorizar la investigación como una actividad central y en el marco de las políticas de Conacyt se esfuerza por contribuir a su campo disciplinar e incidir en la realidad educativa, cultural y social del país a pesar del contexto de desigualdad de la entidad en los apoyos nacionales a la formación e investigación.

Asimismo, se discute la pertinencia e incidencia que ha tenido la producción de tesis del programa de Maestría en Estudios del Discurso y Literacidades Académicas de la UATx, para lo cual se mostraron los aportes de los trabajos de tesis clasificados según el nivel educativo, el objeto, la temática, el enfoque y método aplicados, así como la institución o la comunidad participante.

Como hemos observado, la vinculación del posgrado con la investigación, en buena parte se consigue a través de la incorporación de los estudiantes a las líneas contempladas en el plan de estudios que han sido desarrolladas en función de las áreas de especialidad y de algunas necesidades educativas prioritarias relacionadas con la alfabetización en español, lenguas originarias y extranjeras en México. Esta vinculación ha facilitado a los estudiantes la identificación de problemas significativos y de su interés en línea con la investigación del posgrado. Por ello, los trabajos de tesis de este programa constituyen un corpus con resultados de investigación aplicada interesantes que contribuyen a la atención de problemáticas relacionadas con la enseñanza y aprendizaje del lenguaje en contextos escolares y vernáculos. De manera específica, en dicho corpus se aprecia que los maestrantes atienden temas y problemas de enseñanza y aprendizaje variados en torno al discurso académico en las disciplinas y a las literacidades en los distintos niveles y contextos educativos. Por ende, son trabajos que guardan la posibilidad de ejecutarse a mayor escala en programas de intervención orientados a desarrollar literacidades académicas y disciplinares en el contexto escolar.

En el ámbito pedagógico y profesional, es posible reconocer que las tesis abarcan temáticas variadas que inciden de manera directa en la formación de docentes de lengua materna o adquirida, en español, inglés o náhuatl, del nivel básico, medio superior y superior. Así, este programa de posgrado tiene un altísimo impacto social por los docentes profesionales que forma.

Aunado a lo anterior, dado que la alfabetización académica es una de las áreas de especialidad de este posgrado y el fomento de la lectoescritura forma parte de una estrategia nacional del Conacyt para la inclusión social

a través de la educación, esta maestría se posiciona como un programa pionero en el país. Dicho esto, en el marco de las reformas actuales que llaman a una mayor pertinencia, sugerimos repensar la investigación en torno a las literacidades y los discursos académicos como una actividad básica de toda institución de educación superior pública que podría realizarse en facultades y posgrados en las humanidades, tal como se ha mostrado aquí.

Por último, insistimos en la necesidad de visibilizar la incidencia de las líneas de estudio que esta academia ha desarrollado en función de una problemática nacional y regional educativa que requiere ser atendida con propuestas concretas, pues es evidente que, dicha academia, además de incidir en el ámbito social al formar docentes profesionales, ha privilegiado a la investigación como una actividad esencial de sus labores académicas, a pesar de que, como observamos, los impulsos y apoyos a la formación e investigación del Conacyt en general han tenido muy poco impacto en la entidad.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los evaluadores por sus observaciones que contribuyeron a mejorar la estructura del artículo.

REFERENCIAS

- Conacyt (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). (2022a). *Ciencia básica y de Frontera*. Disponible en <https://conacyt.mx/ciencia-de-frontera/>
- Conacyt (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). (2022b). *¿Qué es el Conacyt?* Disponible en <https://conacyt.mx/conacyt/que-es-el-conacyt/>
- Conacyt (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). (2022c). *Resultados de la evaluación de programas aprobados en áreas afines a PRONACES - Temas Prioritarios*. Disponible en <https://conacyt.mx/wp-content/uploads/convocatorias/PNPC/resultados/2021/Ren2021EscAf%C3%ADnes.pdf>
- Conacyt (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). (2021a). *Comunicado 226. Anuncian la creación del Sistema Nacional de Posgrados que sustituirá al PNPC*. <https://conacyt.mx/anuncian-la-creacion-del-sistema-nacional-de-posgrados-que-sustituira-al-pnpc/>
- Conacyt (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). (2021b). *Convocatoria 2021 para Investigadoras e Investigadores por México Modalidades I y II*. Disponible en <https://conacyt.mx/convocatorias/convocatoria-2021-para-investigadoras-e-investigadores-por-mexico-modalidades-i-y-ii/>
- Conacyt (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). (2020a). *Comunicado 134. Anuncian el Programa Nacional Estratégico de Educación para Inclusión y la Paz*. Disponible en <https://conacyt.mx/anuncian-el-programa-nacional-estrategico-de-educacion-para-inclusion-y-la-paz/>
- Conacyt (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). (2020b). *Información de Ciencia y Tecnología. Estadísticas*. Disponible en <https://www.siiicyt.gob.mx/index.php/estadisticas>
- Conacyt (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). (2020c). *Padrón Nacional de Posgrados de Calidad*. Disponible en <http://svrtmp.main.conacyt.mx/ConsultasPNPC/padron-pnpc.php>
- Conacyt (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología). (2020d). *Programa de Cátedras Conacyt*. Disponible en <https://conacyt.mx/catedras-conacyt/>
- Didou, S. y Remedi, E. (2008). *De la pasión a la profesión: investigación científica y desarrollo en México*. Casa Juan Pablos.
- Fernández, M. y Torres, C. (2009). La ciencia como institución social: clásicos y modernos institucionalismos en la sociología de la ciencia. *Arbor: ciencia, pensamiento, cultura*, 185(738).

- Garduño, F. (1997). Diseño y aplicación de un modelo de análisis y evaluación del vínculo investigación-docencia del posgrado en una universidad pública mexicana (segunda de dos partes). *CIENCIA ergo-sum*, 4(1), 35-43. Disponible en <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/8013>
- Garduño, F. (1996). Diseño y aplicación de un modelo de análisis y evaluación del vínculo investigación-docencia del posgrado en una universidad pública mexicana (primera de dos partes). *CIENCIA ergo-sum*, 3(3), 251-256. Disponible en <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/7297>
- Garrocho, C. y Segura, G. (2017). La pertinencia social y la investigación científica en la universidad pública mexicana. *CIENCIA ergo-sum*, 19(1), 24-34. Disponible en <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/7770>
- Méndez, M., Romero, J., Carrasco, A., Kent, R. y Brambila, R. (2020). Normas y valores científicos: la ambivalencia percibida en las prácticas de investigación en una universidad pública mexicana. *Sociológica*, 98(34), 43-90.
- Meyer, J. y Rowan, B. (1999). Organizaciones institucionalizadas: la estructura formal como mito y ceremonia, en P. J. DiMaggio y W. W. Powell (Eds.), *El nuevo institucionalismo en la teoría organizacional* (pp. 79-103). Fondo de Cultura Económica.
- Powell, W., & Bromley, P. (2015). New institutionalism in the analysis of complex organizations. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). (2019). *Higher Education in Mexico: Labour Market Relevance and Outcomes*. OECD Publishing.
- Scott, R. (2003). *Organizations: Rational, Natural, and Open Systems*. Prentice Hall.
- Scott, R. (2005). Organizaciones: características duraderas y cambiantes. *Gestión y política pública*, 14(3), 26.
- UATx (Universidad Autónoma de Tlaxcala). (2022). *Secretaría de Investigación Científica y Posgrado*. Disponible en <https://uatx.mx/secretaria/investigacion/>
- UATx (Universidad Autónoma de Tlaxcala). (2020). *Maestría en Estudios del Discurso y Literacidades Académicas*. Disponible en <https://sites.google.com/uatx.mx/posgrado-fyl-literacidad/inicio?authuser=0>
- Whitley, R. (2003). Competition and pluralism in the public sciences: The impact of institutional frameworks on the organisation of academic science. *Research Policy*, 32, 1015-1029.

CC BY-NC-ND



Costos físicos de la reclusión: trayectorias de salud-enfermedad de mujeres en confinamiento penal en Morelos, Ciudad de México y el Estado de México

Espinoza Nieto, Lucia

Costos físicos de la reclusión: trayectorias de salud-enfermedad de mujeres en confinamiento penal en Morelos, Ciudad de México y el Estado de México

CIENCIA *ergo-sum*, vol. 30, núm. 2, julio-octubre 2023 | e197

Ciencias Humanas y de la Conducta

Universidad Autónoma del Estado de México, México

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.



Espinoza Nieto, L. (2023). Costos físicos de la reclusión: trayectorias de salud-enfermedad de mujeres en confinamiento penal en Morelos, Ciudad de México y el Estado de México. *CIENCIA ergo-sum*, 30(2).
<http://doi.org/10.30878/ces.v30n2a4>

Costos físicos de la reclusión: trayectorias de salud-enfermedad de mujeres en confinamiento penal en Morelos, Ciudad de México y el Estado de México

Physical costs of imprisonment: Health-illness trajectories of women in penal confinement in Morelos, Mexico City and the State of Mexico

Lucia Espinoza Nieto*

Universidad Nacional Autónoma de México, México

lucia.espinoza@crim.unam.mx

 <http://orcid.org/0000-0003-1970-3446>

Recepción: 2 de diciembre de 2021

Aprobación: 17 de junio de 2022

RESUMEN

En el siguiente artículo se analiza el impacto social de la reclusión a través de la trayectoria de salud-enfermedad de un grupo de mujeres liberadas de confinamiento penal. Para ello se revisaron doce historias de vida desde dos enfoques teórico-metodológicos: la perspectiva de cursos de vida y la teoría de la desigualdad acumulada. En cuanto a las conclusiones, se precisa que el deterioro en la salud de las mujeres durante la reclusión se relaciona con la violencia médica y de género, la ausencia de autocuidado, los estados acumulativos de desgaste físico desde las primeras etapas de vida, la pobreza estructural antes de vivir en reclusión y la falta de redes de apoyo.

PALABRAS CLAVE: costos físicos de la reclusión, desigualdad acumulada, trayectorias de salud-enfermedad, mujeres en reclusión y cursos de vida.

ABSTRACT

The social impact of imprisonment, through the health-illness trajectory of a group of women released from penal confinement is analyzed. For this purpose, twelve life histories were taken, from two theoretical-methodological approaches: the life course perspective and the theory of accumulated inequality. The conclusion is that the deterioration of women's health during imprisonment is related to medical and gender violence, the absence of self-care, cumulative states of physical wear and tear from the early stages of life, structural poverty before living in prison, and the lack of support networks.

KEYWORDS: Physical costs of confinement, cumulative inequality, health-illness trajectories, women in confinement and life courses.

INTRODUCCIÓN

La trayectoria de salud-enfermedad muestra cómo el encarcelamiento potencializa el deterioro de la salud en las mujeres que pasan por la reclusión en México; de esta manera, como resultado preliminar de la investigación se puede afirmar que las cárceles mexicanas matan a aquellas que transitan por procesos de penales prolongados. Una respuesta a esto es la desigualdad acumulada a lo largo de sus cursos de vida, la pobreza y la violencia estructural que cruzan las historias de las mujeres privadas de libertad. A continuación, se desarrollan algunos aspectos para entender el contexto sociodemográfico, teórico y empírico de los costos físicos de la reclusión, luego se muestra una tipología de la trayectoria salud-enfermedad de las mujeres participantes del estudio y después se ilustra cada tipo con un relato sobre las experiencias de encierro frente al acceso a salud en los espacios penitenciarios de México.

1. CONTEXTO SOCIODEMOGRÁFICO DE LAS MUJERES EN RECLUSIÓN Y SU ACCESO A LA SALUD

De acuerdo con la Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana y el Órgano Administrativo Desconcentrado Prevención y Readaptación Social en su informe mensual de información estadística penitenciaria nacional,

*AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

lucia.espinoza@crim.unam.mx

la población privada de libertad en marzo de 2021 ascendía a 219 117 de personas, lo cual representó un incremento de alrededor de 4 886 personas respecto a diciembre de 2020. La distribución por sexo equivale a 12 352 mujeres y 206 765 varones para el primer trimestre de 2021 (Órgano Administrativo Desconcentrado Prevención y Readaptación Social, 2021). En cuanto a las tres entidades de estudio, la población de mujeres en reclusión en la Ciudad de México es de 1 563, en el Estado de México 2 056 y en Morelos 1 086 (Órgano Administrativo Desconcentrado Prevención y Readaptación Social, 2021).

Para 2017, la asociación civil EQUIS Justicia para las Mujeres, en su *Informe sombra sobre la situación de acceso a la justicia para las mujeres en México* encontró que a nivel nacional, la mujeres internas cuentan con enfermedades crónicas y problemas de salud grave, por ejemplo: diabetes, extirpación de matriz u ovarios, enfermedades mentales y discapacidades psicosociales como consecuencia del encierro, en condiciones de hacinamiento (EQUIS, 2017).

De acuerdo con la Comisión Nacional de Derechos Humanos en un informe especial sobre las mujeres internas en centros de reclusión de la República Mexicana, demuestra que en el mayor número de establecimientos penitenciarios con población femenil la atención médica es deficiente, además de que no existen instalaciones médicas exclusivas para atenderlas, aunado a ello se carece de personal médico y suficiente, pues no hay especialistas en ninguna área médica. Las internas que desean acceder a atención específica o a estudios clínicos deben de ser trasladadas a los centros de salud al exterior, por lo que se ve prolongada la atención hasta para los casos más graves (CNDH, 2015).

Cifras de la ENPOL (Encuesta Nacional de Población Privada de Libertad en México) (INEGI, 2017) demuestran que las agresiones más comunes ejercidas por el personal médico hacia las mujeres es la negación de servicios y medicamentos, castigos, trabajo comunitario, ser ignoradas y aisladas. El desabastecimiento de medicamentos en los espacios penitenciarios es recurrente, así que los familiares y personas que acuden a visita son quienes los proporcionan; quienes reciben ayuda se agrupan de la siguiente manera: el 74.3% recibe comida, el 62.6% productos de higiene personal y el 14.7% medicinas; con los varones las cifras aumentan para el caso de la comida con un 77% y disminuye para el porcentaje que recibe productos de higiene personal con 58 y 12.8% los que reciben medicamentos (INEGI, 2017).

Frente al panorama actual por el COVID-19, la situación de acceso a servicios de salud y medicamentos no ha cambiado en los centros de reclusión. Tomando en cuenta que el hacinamiento que existe en los penales del país es del 32%, es decir que una persona comparte celda al menos con otras cinco más (CNDH, 2020a), el riesgo al contagio aumenta y con ello disminuye la esperanza de vida, sobre todo para la población más vulnerable como las 6 635 personas mayores (de 60 años y más privadas de libertad) y las 5 117 que hasta 2020 habían sido diagnosticadas con diabetes *mellitus* tipo 1 y tipo 2 (EQUIS, 2020). Apenas para el 16 de abril de 2020, la asociación civil EQUIS Justicia para las Mujeres registraba 5 personas contagiadas de COVID-19 en los centros de reclusión de la Ciudad de México (EQUIS, 2020).

La CNDH en su Diagnóstico Nacional de Supervisión Penitenciaria (DNSP) para el 4 de junio de 2020 reportó 215 casos sospechosos y 357 casos confirmados de contagio por COVID-19 en reclusión, 3 mujeres y 354 varones, de los cuales 15 perdieron la vida, 259 se encontraba en tratamiento, 72 recuperados y 9 hospitalizados (CNDH, 2020a). Los contagios evolucionaron exponencialmente, ya que para el 31 de diciembre de 2021 la misma institución reportó por medio del Mecanismo de Monitoreo Nacional por COVID-19 en los Centros Penitenciarios, 2 954 casos confirmados, 244 decesos y 211 sospechosos a nivel nacional (CNDH, 2020b).

Una de las medidas propuestas para erradicar los estragos de la pandemia fue establecer una ley de amnistía que consiste en excarcelar a personas privadas de libertad por delitos relacionados con la pobreza, aborto, delitos relacionados con drogas cometidos por personas indígenas y afromexicanas, robo simple y presas políticas (EQUIS, 2020), la cual fue aprobada el 20 de abril de 2020; sin embargo, a un año de su aprobación y con 771 solicitudes de amnistía recibidas hasta la fecha (octubre de 2021) no hay personas beneficiadas pese a que los contagios siguen aumentando, lo que se agudiza con la falta de agua potable (INEGI, 2016), de personal médico y de diagnósticos para detectar los contagios y enfermedades crónicas en las prisiones mexicanas.

2. LA TEORÍA DE LA DESIGUALDAD ACUMULADA PARA ENTENDER LOS COSTOS DE LA RECLUSIÓN CON PERSPECTIVA DE GÉNERO

El punto de partida teórico para entender los costos físicos de la reclusión es la teoría de la desigualdad acumulada, la cual sirve para identificar (dentro de las trayectorias del curso de vida) la influencia de las desigualdades en edades tempranas y cómo éstas generan un *continuum* durante el curso de vida. Las trayectorias de vida son acumulativas y pueden modificarse en función de los recursos disponibles. Comprender los costos físicos de la reclusión obliga a mirar hacia atrás en las vidas de las mujeres al plantear ciertas preguntas sobre las desigualdades que vivieron antes de su ingreso la cárcel.

Esa idea de acumulación no viene sola, es un concepto que desde la teoría de la desigualdad acumulada ha tenido vigencia en las ciencias médicas. Para las ciencias sociales la categoría de acumulación se desprende de la macroestructura en los albores de la economía política, donde la teoría de la desigualdad ayuda a entender en términos sociales esa lógica acumulativa, pues contribuye a explicar cómo los sistemas sociales generan desigualdad a través de procesos demográficos y de desarrollo social (Ferraro y Shippee, 2009). Las trayectorias personales están conformadas por la acumulación de riesgos, recursos disponibles, trayectorias percibidas y agencia humana (Hareven, 1987).

La teoría de la desigualdad acumulada de Ferraro *et al.* (2009) sienta las bases para entender cómo las ventajas y desventajas a lo largo de la vida son el resultado de múltiples desigualdades frente a la estratificación de los individuos en la sociedad. El punto de partida es el efecto Mateo que propone Robert K. Merton (1985) para explicar las sociedades científicas; esta acción tiene una premisa basada en el salmo bíblico de San Mateo: “Porque al que tiene se le dará y tendrá en abundancia; pero al que no tiene incluso lo que tiene se le quitará” (San Mateo en Jiménez, 2009: 145).

Ferraro y Shippee (2009) metafóricamente se refieren a la desigualdad como un factor acumulativo que no es visible hasta que llega a un punto de culminación –con la enfermedad o la muerte–, tal es el caso de las investigaciones en el ámbito de la salud que han recurrido a explicar cómo los efectos de enfermedades prematuras afectan los dominios económicos y sociales de las personas (Hebrero, 2013). Uno de los objetivos principales de esta investigación fue analizar por medio de la teoría de las desigualdades acumuladas cómo la trayectoria salud-enfermedad está influenciada por desigualdades tempranas, ya que estudios como los de Montes de Oca (2003) han demostrado que existen distintos procesos sociales en hombres y mujeres que conducen a procesos distintos de acumulación de desigualdades.

La teoría de la desigualdad acumulada sostiene que las condiciones de la infancia son importantes para el desarrollo y las oportunidades en la edad adulta. Desde una perspectiva estructural, los sistemas sociales generan desigualdad que se manifiesta a lo largo de la vida a través de procesos demográficos y de desarrollo. Desde esta visión macrosocial, la teoría de la desigualdad acumulada se centra en cómo las estructuras sociales van moldeando la vida de las personas y sus relaciones interpersonales (Ferraro y Shippee, 2009). Así, la desigualdad es el resultado de acciones sociales como los niveles de pobreza generalizados en diversos sectores de un país que se articulan en diversas opresiones de género, raza y clase.

Los referentes primarios de la desigualdad están modelados socialmente, y uno de los principales mecanismos son los procesos de subjetivación y género. La familia como la primera institución de socialización interviene en la acumulación de desigualdades bajo cuatro mecanismos: el biológico, el social, económico y ecológico. Los procesos biológicos se manifiestan a través de factores nutricionales y genéticos; los sociales, por medio de normas de socialización; los económicos, a través del capital monetario; el ecológico, por arreglos ambientales y espaciales (Ferraro y Shippee, 2009).

Por medio del mecanismo social, lo que interesa es mirar cómo las normas de socialización que se inculcan desde el origen familiar van moldeando las primeras desigualdades. En este sentido, Fernández (1993: 144) argumenta que “las mujeres se incluyen en aquellas formas de sociabilidad correspondientes a su clase social” y han sido sujetas en lo privado, lo cual da lugar a una analogía con los hombres que pertenecen a lo público.

En ese sentido, las mujeres en la sociedad moderna han sido representadas como sujetas de protección, tuteladas primero por los padres y después por los cónyuges. Se han guiado por el sentido de las prácticas sociales en lo

doméstico –privado–, bajo el sello de la *hija-madre-esposa*, aspectos que delinear los procesos de control a los que son sometidas a lo largo de la vida. De esta manera, desde la familia de origen hasta la pareja han sido expuestas a la subordinación de género, que se potencializa en el medio carcelario.

El encarcelamiento es una práctica que reproduce las desigualdades de género y reafirma las relaciones de dependencia de las mujeres. En esta dinámica las encarceladas (el actor cautivo) necesitan ejercer una negociación constante de su libertad con el Estado (el actor libre). Esto las devuelve a la posición de dependencia y tutelaje. En ese sentido, una mujer privada de la libertad:

Se caracteriza por su subordinación al poder, su dependencia vital [...] y la ocupación de sus vidas por las instituciones, y los particulares (los otros), por la obligación de cumplir con el deber ser femenino de su grupo de adscripción, concretado en vidas estereotipadas” (Lagarde, 2011: 37).

Esto no viene solo: está acompañado de las desigualdades acumuladas por causa de las etapas de vida y son naturalizadas en los modos de socialización que llevan a las mujeres a que ingresen a prisión. Para entender los modos de socialización de las mujeres, es preciso explicar cómo es entendido el género en nuestra sociedad, pues supone una herramienta epistemológica fundamental para explicar las relaciones socioculturales entre hombres y mujeres (Lozano, 2010). En términos sociológicos, el género es entendido como un productor de distancias sociales que permite ordenar el mundo social, pues “no sólo mujeres o varones; tienen atributos que los hacen colectivamente diferenciados en subconjuntos” (De Barbieri, 1996: 23), sino dichos atributos se dan en una lógica individual que se construye indistintamente a partir de la clase social, la división sexual del trabajo, la organización del poder y las representaciones de género cargadas de significados diversos.

Existen muchas formas de ser personas definidas por un sistema cultural que integra experiencia e identidad. Se considera que al emplear estos atributos diferenciados en subconjuntos se ordena a la sociedad. Cada uno de estos elementos responden a un proceso operativo, es decir, que funcionan en conjunto, pues uno se refleja en el otro y viceversa. Así, los símbolos sobre lo femenino y lo masculino, se integran a la normativa social por medio de las instituciones y organizaciones sociales que evocan las identidades de género. Este proceso habla de una configuración que toma en cuenta otros aspectos como la clase, la etnia y la raza; esto permea la introducción de más posibilidades de operacionalización del género en función de reconocer las diferencias de las mujeres y hombres en la sociedad, lo cual permite sistematizar el efecto del género en las relaciones sociales de las mujeres en sus experiencias antes, durante y después de reclusión.

En el caso de las mujeres que han salido de reclusión, el género como primicia del poder ayuda a explicar los roles que ellas adquieren una vez recuperada su libertad; de esta manera, las relaciones simbólicas de poder frente al género dan sentido a las experiencias de las mujeres. Esto demuestra que el género no es lineal, sino que se moldea de acuerdo con la clase social, la raza y otras complejidades como la orientación sexual, la edad, el lugar de origen (la etnia) o la religión. Por lo tanto, el género frente al individuo en las relaciones sociales cotidianas es multidimensional, pues involucra la identidad y subjetividad en un todo generalizado por códigos culturales definidos en mecanismos de poder. En el siguiente apartado, se aborda la perspectiva metodológica que sirvió para visibilizar la trayectoria de estudio y poder entender su relación con la desigualdad acumulada como respuesta a los costos físicos de la reclusión

3. LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA LONGITUDINAL Y LOS CURSOS DE VIDA PARA EL ESTUDIO DE LAS DESIGUALDADES ACUMULADAS

Según Glen Elder, el carácter investigativo de la perspectiva de cursos de vida permite entender el desarrollo humano en las diferentes etapas de vida, frente a los cambios sociales y las instituciones. Para ello, Elder propone tres conceptos: trayectoria, transición y puntos de inflexión. Cada uno cuenta con características diversas que hace dinámico y multidimensional el curso de vida (junto con el elemento social). De esta manera, una trayectoria es la visión larga del curso de vida y es una dimensión que obedece a normativas sociales estructuradas, por ejemplo

la trayectoria laboral, educativa o sexual. Estas dimensiones se presentan en la vida de las personas como elementos de larga o corta duración según aspectos biológicos, sociales y materiales (Elder *et al.*, 2003; Blanco, 2011).

Las transiciones son elementos de corta duración en el curso de vida de una persona, se rigen bajo normativas socialmente establecidas y se relacionan con los ritos de paso de una etapa de vida a otra, es decir, los eventos (sociales o físicos) que caracterizan el paso de la adolescencia a la juventud, que no son los mismos de una sociedad a otra (Hareven, 1987). El concepto de *punto de inflexión*, en su forma materializada, son los eventos más cortos del curso de vida, pero los más impactantes, pues pueden cambiar de dirección; un ejemplo es alguna enfermedad terminal, la muerte prematura de un miembro de la familia, un accidente o un desastre natural. Cada concepto del curso de vida sirve para entender cómo el cambio social e histórico afecta a las vidas individuales. Para lograrlo se recurre a la investigación cualitativa longitudinal (QL, *Qualitative Longitudinal*, la cual tiene raíces en la historia oral, la antropología y la etnografía (Neale, 2015).

La investigación cualitativa longitudinal es una metodología que se relaciona con el tiempo; utiliza herramientas como las entrevistas a profundidad y la investigación situada en combinación con recursos como historiales médicos o testimonios de terceros, con el fin de entender cómo se desarrolla el curso de vida de una persona. Esta metodología es construida de forma retrospectiva y prospectiva. El seguimiento de los informantes puede ser de forma intensiva o en intervalos separados por décadas, indagando sobre las experiencias, subjetividades, agencia e interacciones sociales de las personas (Neale, 2015).

Recurrir al análisis longitudinal permite recoger los tiempos y las secuencias individuales de las mujeres de estudio al reconstruir cuidadosamente cada uno de los eventos que integran su curso de vida personal y sus trayectorias. El análisis longitudinal ubica el momento en el que las mujeres comienzan, interrumpen y desarrollan cada una de sus trayectorias, además de que problematiza cómo estas se relacionan con la desigualdad acumulada a lo largo de sus cursos de vida con el fin de elaborar tipologías que contribuyen a la comprensión de los costos físicos de la reclusión (Neale, 2015). Las trayectorias de vida ayudan a comprender los escenarios del desarrollo humano en contextos de desigualdad acumulada, donde las redes sociales con el exterior se inicien en diversas trayectorias vitales como se muestra enseguida con la trayectoria de salud-enfermedad de las mujeres de estudio.

El diseño de esta investigación fue de corte cualitativo longitudinal. En su caso, la muestra fue por saturación teórica y los criterios de inclusión para elegir a las mujeres de estudio integraron características como haber estado en reclusión más de un año y tener un año más de egreso de reclusión. Fue muy importante elegir mujeres que hayan pasado su estancia en la Ciudad de México (2 145 mujeres), en Morelos (1 587 mujeres) y el Estado de México (1 084 mujeres), ya que son las tres entidades que cuentan con más población penitenciaria femenina a nivel nacional para agosto del 2021, según el Órgano Administrativo Desconcentrado Prevención y Readaptación Social. La investigación integró las experiencias en torno a la trayectoria de vida de 12 mujeres en esas tres entidades.

Cabe destacar que primero se llevó a cabo un rastreo de la trayectoria de salud-enfermedad por medio de un cuestionario que sirvió para situar los momentos exactos en la historia de vida de las mujeres respecto a sus estados de enfermedad en cruce con el ingreso, estancia y salida de reclusión; posteriormente, se profundizó en la narrativa sobre los eventos que le daban sentido a la desigualdad acumulada, como aquel proceso que surge en la infancia y se acumula en el desarrollo vital de las personas. A continuación, se presentan algunos relatos para enmarcar las experiencias en torno a los procesos de salud- enfermedad de las mujeres de estudio.

4. COSTOS FÍSICOS DE LA RECLUSIÓN POR MEDIO DE LA TRAYECTORIA DE SALUD-ENFERMEDAD

Uno de los campos más estudiados hasta ahora, desde la perspectiva cursos de vida es el de la salud y su relación con diversas enfermedades en la población. Desde una visión longitudinal, la salud se deriva a partir de la relación entre eventos, etapas y exposiciones a enfermedades a lo largo de la vida. La salud es un proceso acumulativo desde las etapas más tempranas e integra una acumulación de ventajas o desventajas en las trayectorias vitales (Hebrero, 2013; Graham, 2010).

La reclusión rompe (en la mayoría de los casos) con la continuidad en la salud. Se presentan casos de enfermedades crónicas como consecuencia del encarcelamiento en las mujeres sobre todo las de estudio. El encierro potencializa los episodios de enfermedad y tiene consecuencias graves en la salud cuando las mujeres salen libres. El deterioro de la salud es uno de los impactos más severos para las mujeres, según Gavidia Catalán y Talavera (2012: 166), “la enfermedad interrumpe el devenir *normal* del tiempo que hace cumplir el ciclo de vida de las personas”, así como la salud es acumulativa, las enfermedades también, lo cual es resultado de exposición a factores de riesgo como la precariedad en la familia de origen, la desigualdad acumulada y el encarcelamiento.

En los casos más severos los impactos de la reclusión se dan por medio de enfermedades crónicas no detectadas en esta circunstancia o mal atendidas desde antes de ingresar. En el estudio de las trayectorias de vida, el factor salud es un determinante del impacto que genera la reclusión. Diversas investigaciones y organizaciones de la sociedad civil han planteado la necesidad de conformar una agenda de política pública respecto a la salud de las personas privadas de libertad (Red Feminista Anticarcelaria, 2020; Giacomello, 2013; Gutiérrez, 2011).

Los episodios relacionados con enfermedades específicas se cruzan con los tiempos de espera en reclusión. La trayectoria de salud-enfermedad es la relación entre los estados de vida saludables individuales y las enfermedades y, a su vez, es un proceso influenciado por el género, la raza y la clase social. El deterioro de la salud es el resultado de factores sociales y económicos de manera generacional y contextual.

En esta propuesta se trazó el inicio de cada trayectoria a partir de los relatos de vida y su relación con el surgimiento de enfermedades a lo largo del curso vital. Si bien la medición de los estados de salud es compleja, pues no está marcada por una temporalidad específica, las enfermedades tienden a relacionarse con ciclos de control (elementos que emplean las personas para controlar una situación en las etapas de vida: infancia, adolescencia, juventud, adultez y vejez) y puntos de inflexión; así, se identificaron en relación con los años calendario (años cumplidos desde el día de nacimiento hasta el día de la entrevista).

Gracias al análisis se pudo observar que existe un deterioro importante en la salud de las mujeres en dos momentos, los cuales ayudaron a establecer una tipología de la trayectoria salud-enfermedad para las mujeres impactadas por el sistema penal: *a)* el primer tipo es el de mujeres que comienzan su trayectoria de salud-enfermedad en la etapa del ingreso a reclusión; *b)* el segundo es el de mujeres que comienzan su trayectoria de salud-enfermedad al momento de la salida de reclusión. A excepción de “S” (Ciudad de México, 45 años), que tuvo una trombosis a los 19 años, cabe señalar que todas las entrevistadas argumentaron tener buena salud hasta su llegada a reclusión. Es importante advertir a los lectores que, por motivos de ética, se referirá a los nombres de las participantes con la primera o segunda letra de su nombre (en caso de repetición) con el fin de resguardar su identidad. A continuación, se muestra cada tipo y algunos relatos de las participantes para ilustrarlos.

4. 1. Tipo 1. Mujeres que comienzan su trayectoria de salud-enfermedad en la etapa del ingreso a reclusión

En este tipo se ubican “M” de 43 años, “L” de 44 años, “F” de 41 años, “Lu” de 47 años y “Se” de 32 años al momento de la entrevista. Las primeras cuatro pertenecientes al estado de Morelos, “Lu” a la Ciudad de México y “Se” al Estado de México. Sus relatos de vida de acuerdo con la trayectoria de salud-enfermedad se relacionan porque el surgimiento de enfermedades y malestares físicos se presentan al ingresar y durante toda su estancia en reclusión. Las enfermedades más comunes en las mujeres de estudio son colitis nerviosa, gastritis, asma y obesidad como lo relatan.

“F”, una mujer de clase media que vivía en Cuernavaca, Morelos, ingresa a reclusión a la edad de 26 años y sale a la edad de 35. Sostuvo un proceso penal en el Centro de Reinserción Social de Atlacholaya, Morelos, durante diez años por el delito de asesinato, del cual sale absuelta sin que se le encontrara culpable. Su testimonio es sólo un caso de muchos que se repiten en las cárceles en México. Cabe resaltar que a comparación de los varones, las mujeres permanecen más tiempo en reclusión por procesos penales, muchas veces siendo inocentes.

Estaba frito todo, y mucha gente se enfermó. Muchas entraron delgadas y salieron gorditas. Entonces, me dediqué a hacer mucho ejercicio y a alimentarme bien, pero aun así me enfermé de colitis por el estrés cuando llegó la primera audiencia (“F”, Morelos, 41 años).

Para “Lu”, ama de casa, madre sola de cuatro hijos, fue distinta la trayectoria de salud-enfermedad. Ella estuvo veinte años en reclusión por violencia familiar. Sin embargo, al purgar su sentencia en la Ciudad de México, y detectarle asma, la trasladan a Tepepan, donde tuvo la oportunidad de recibir atención médica constante, medicamentos y una estancia para ella sola debido a su enfermedad. Estas circunstancias son un privilegio que las mujeres de los centros de reclusión estatales no tienen y muy pocas de las Ciudad de México también:

Me bajaron la sentencia a treinta y ocho años, dos meses, veinte días; de allí me llevaron a Tepepan a la torre médica, porque me enfermaba seguido de los bronquios. Hasta que una vez no pude respirar y me subieron al servicio médico, tenía asma (“Lu”, Ciudad de México, 47 años).

“L”, mujer trabajadora de una estética, madre sola de dos hijos, relata que en su estancia de quince años en el Centro de Reinserción Social de Atlacholoaya, Morelos, sufría de enfermedades estomacales, que muchas veces eran diagnosticadas con estrés:

Me enfermé mucho de la gastritis y la colitis. Todo el tiempo la padecí y me subió el colesterol y los triglicéridos y después me diagnosticaron que era por estrés, porque cuidaba mi alimentación, no comía carne, comía verduras y cosas sanas, pero, de todos modos, yo seguía con los niveles altos de colesterol, triglicéridos y la colitis, que ya era como crónica (“L”, Morelos, 44 años).

“M”, trabajadora del gobierno municipal de Cuernavaca, cuenta que durante su reclusión siempre sufría de colitis. Ella es originaria de Morelos y pagó una condena de ocho años en Atlacholoaya y dos en las Islas Marías por delitos contra la salud:

Siempre me daba colitis en la cárcel, pero era como una parte de no querer estar encerrada. Necesitaba hacer ejercicio para no *estreñirme* y estar más tranquila. Nunca me gustó comer grasa, pero la comida de población^[1] siempre estaba muy fea; entonces, como las que teníamos colitis o que estábamos mal del estómago nos daban dieta, nos daban un poquito mejor de comer. O sea, si sufría de colitis en la cárcel, pero parte también yo la utilizaba para estar bien para que me dejaran hacer ejercicio y comer mejor (“M”, Morelos, 43 años).

“Se” cuando ingresó a prisión tenía 25 años y un hijo pequeño de 1 año. Era trabajadora doméstica antes de cumplir una pena de cinco años, primero en el Reclusorio de Chiconautla en Ecatepec y después en el reclusorio de Nezahualcoyot, ambos en el Estado de México. Ella relata que cuando entró a prisión comenzó con problemas de obesidad que no podía controlar después de salir:

Salí muy gorda y mi ropa ya no me quedó. Mi mamá fue a comprarme ropa [...]. Donde subí mucho fue en el reclusorio de Neza. No sé por qué, pero fue horrible. Todavía en Ecatepec no estaba tan gorda, pero en Neza, no inventes. Y pues nada de mi ropa me quedaba (“Se”, 30 años, Estado de México).

Cabe destacar que la trayectoria de salud-enfermedad para las mujeres situadas en este tipo, y que tienen enfermedades gastrointestinales como colitis y gastritis, se interrumpe al momento de que salen de reclusión, es decir, una vez en libertad, las enfermedades de tipo gastrointestinal disminuyeron. Los casos de obesidad y el asma de “Se” y “Lu” quedaron permanentes después de salir. Es interesante observar cómo los cambios sociales como la privación preventiva de la libertad en las mujeres se relaciona con enfermedades gastrointestinales sobre todo aquellas que emergen de reacciones nerviosas como el estrés o la depresión.

4. 2. Mujeres que comienzan su trayectoria al momento de la salida de reclusión. Tipo 2.

El segundo tipo es el de mujeres que fueron detectadas con alguna enfermedad hasta después de salir de reclusión. “Sa”, “Ka”, “Me”, “Fe” y “Su”, fueron diagnosticadas con enfermedades crónicas. En este tipo se ven reflejadas con más intensidad las consecuencias de la desigualdad acumulada y el impacto de la reclusión en el cuerpo de las mujeres de estudio.

por el delito de fraude y robo (a cargo del que era su pareja en aquel momento). Después de declararse culpable por recomendación de su abogado, recibe una sentencia de veinte años en el Centro de Recusación Femenil de Atlacholoaya, pero sale libre a los once por buena conducta. En reclusión conoció a un hombre del varonil y se casó. Al salir de reclusión, con 41 años, se embaraza y comienza con diversos problemas de salud:

Fui al doctor y ya, pues estaba embarazada, pero me sentía mal. Estando embarazada me dio hepatitis y me puse muy mal. Después se me quita la hepatitis y estuve internada. Pasaron como quince días y me vuelvo a poner mal y otra vez era hepatitis (“Ka”, Morelos, 45 años).

“Me” estuvo cinco años en el Centro Femenil de Reinserción Social Santa Martha Acatitla por delitos contra la salud. Antes de ir a prisión vivía violencia familiar con una expareja, un militar retirado. “Me” se dedicaba a atender a los clientes de su esposo en un negocio de venta de narcóticos. Ella es apresada sola. El hombre nunca fue puesto en custodia. Después de que ella sale de la prisión, le detectaron diabetes:

Ahorita se me acaba de terminar el Seguro Popular, pero ayer precisamente pasé con el médico porque me hice la prueba y estoy pero bajísima de azúcar [...]. Me dijo el médico que tengo que tramitar el seguro de desempleo para seguir teniendo derecho de atenderme en la clínica (“Me”, Ciudad de México, 45 años).

“Fe”, del Estado de México, a sus 44 años fue acusada por delitos contra la salud, de los cuales pasó cinco en proceso penal. El delito por el que la inculpan nunca fue comprobado. Durante su estancia en reclusión murió su esposo de una enfermedad crónica.

Ahora que salí se me disparó el azúcar. O sea, cuando salí y vi que todo estaba mal, no tenía casa, ni cosas, ni nada, cómo que me cayó el veinte de todo eso y me afectó. Ahorita tengo que empezar de nuevo porque me quede en cero (“Fe”, Estado de México, 49 años).

En el siguiente relato “Sa” cuenta desde su propia experiencia los malestares físicos y emocionales que una persona experimenta al salir de reclusión. “Sa”, madre de dos hijas, va a prisión por dos años, por el delito de extorsión. Ella sufre un intento de violación por parte de un funcionario público. Además de que es juzgada y denunciada, nunca detuvieron al agresor:

Tenía ataques de ansiedad y me mareaba en el coche. En las rutas, me daban ataques de pánico. Me acuerdo que una vez en el metro de Barranca del Muerto, ya ves que están los túneles, ahí me senté a llorar. Me dio un ataque de pánico y dije: “No, no puedo quedarme acá” (“Sa”, Morelos, 52 años).

En el caso de “Su”, ella fue acusada por delitos contra la salud y pasó cinco años en el penal de Santa Martha Acatitla. Ingresó con una trombosis en el brazo izquierdo, pero logró controlar la enfermedad en reclusión gracias a que su madre adquiría los medicamentos y se los proporcionaba cuando la visitaba: “Nada más estuve medicada con mi *angeolo*. Me mandaba recetas y medicamento” (“Su”, Ciudad de México, 45 años).

La reclusión deteriora la salud física y, en la mayoría de los casos, agudiza las enfermedades contraídas durante el aislamiento penal. Lo anterior no es generalizado, ya que depende del cuidado propio, así como de las redes sociales de apoyo por parte de la institución y de la familia al exterior. Algunas mujeres tienen más posibilidad de cuidar su salud dentro de prisión, y esto es un aspecto determinado por la clase social. Las mujeres que no tienen recursos y quedan a la espera de la atención médica viven violencia médica en donde se encuentran reclusas. La violencia médica aquí es entendida como el hecho de negar servicios de salud, medicamentos, diagnóstico y tratamiento especializado a las mujeres privadas de libertad. Si las mujeres cuentan con recursos económicos para llevar una dieta saludable, estudios y medicinas, pueden acceder a una vida saludable dentro de prisión; sin embargo, el deterioro físico se repite después de salir, sobre todo en aquellas con condenas más largas.

5. DISCUSIÓN TEÓRICA

El camino de la trayectoria de salud enfermedad muestra la incapacidad del sistema penal en la zona centro de México para atender las necesidades de salud en la población de mujeres reclusas, ya que la atención médica no cubre la detección y atención oportuna de enfermedades como la diabetes, asma, obesidad y en la actualidad el COVID-19. Los procesos de salud-enfermedad como estados acumulativos en el tiempo de vida individual obligan a reflexionar sobre la importancia de mirar a través de las generaciones (Ferraro *et al.* 2009), ya que toman relevancia en el análisis cuando se establecen diferencias entre los grupos por edad, pues las que pertenecen a generaciones de mujeres mayores, las enfermedades que surgen antes de prisión, se vuelven crónicas en el proceso de encarcelamiento (Elder *et al.* 2003). Para las mujeres más jóvenes, es recurrente el colesterol, la gastritis y colitis, las cuales pueden desembocar en enfermedades crónicas si no son tratadas a tiempo.

Los aspectos económicos (acceso a sistemas de salud y bienestar económico), así como las estructuras de clase (desigualdad económica), que en una sociedad racializada se traslapan con las jerarquías étnico-raciales y las jerarquías de género (desigualdad de género), son aspectos de origen en la desigualdad acumulada de las mujeres criminalizadas por el sistema penal. Para las mujeres que estuvieron privadas de libertad, y que pertenecen a las clases económicas más bajas, las estructuras de género y clase constituyen la pobreza y las desigualdades que conforman los primeros aspectos de su deterioro en la salud cuando se encuentran reclusas.

Para el caso de las mujeres que estuvieron privadas de libertad, varias son las desventajas presentadas en su curso de vida que tienen que ver con la criminalización de sus cuerpos: nacer en una familia de origen indígena, interrumpir sus estudios a edad temprana, migrar del campo a la ciudad o comenzar su vida reproductiva prematuramente. Las situaciones de riesgo que viven desde sus contextos de origen son los relacionados con la violencia de género.

La mayoría de los casos ha sufrido abusos sexuales desde la infancia sin poder denunciar por tales hechos elementos de la desigualdad acumulada. Otras formas de violencia de género se dan en espacios como la escuela y el hogar. Muchas han sido obligadas a interrumpir sus estudios para insertarse en el campo laboral y en el hogar el maltrato físico es experimentado en la delegación de responsabilidades de acuerdo con estereotipos de género. Otras situaciones de riesgo es la violencia en las relaciones de pareja y en la violencia institucional cuando son privadas de la libertad.

La desigualdad se acumula debido al racismo, clasismo y sexismo que atraviesa de forma estructural a nuestra sociedad (Ferraro y Shippee, 2009). Categorías como el género, a la par de los cambios sociales, la pobreza y la violencia pueden dar pistas para entender las múltiples desigualdades en los contextos de origen de estas mujeres. La desigualdad acumulada permite ver los aspectos que propician los riesgos de ser mujer y enfrentar un mecanismo de poder opresor como lo es el penal. En definitiva la desigualdad de género es el resultado de desventajas acumuladas durante el curso de vida.

ANÁLISIS PROSPECTIVO

Los procesos de encarcelamiento en México transgreden el desarrollo humano. La reinserción social como el objetivo del castigo punitivo es el resultado de un sistema de seguridad nacional fallido. Por lo tanto, el impacto carcelario no se resuelve con un tratamiento de reinserción social, sino con las formas simbólicas y las estrategias que las mujeres han construido para enfrentar la reclusión. De esta manera, los costos físicos del encarcelamiento dejan ver la capacidad de agencia que las mujeres mexicanas tienen para enfrentar situaciones de riesgo, violencia e injusticia.

Las redes sociales de apoyo se proyectan a lo largo del curso de vida como un aspecto que condiciona la reconstrucción vital después de la reclusión. Las redes dependen de la movilización de recursos para la subsistencia y son más extensas cuando se dan por medio de relaciones de género: “ayuda entre mujeres”. Cabe mencionar que cada una vive su proceso de libertad de una forma individualizada; sin embargo, hay rasgos como el agenciamiento y el desarrollo de redes sociales de apoyo intrafamiliares que contribuyen a la reconstrucción de sus vidas y a que el costo físico de la prisión sea menor.

A manera de proyección prospectiva, los procesos de salud-enfermedad como estados acumulativos en el tiempo de vida individual obligan a reflexionar (más allá de esta investigación), sobre la importancia de mirar en las cohortes sociales de edad respecto al deterioro de la salud, ya que su análisis es relevante para establecer la relación entre los cambios sociales, el deterioro del cuerpo y la muerte. En ese sentido, un análisis adicional enfocado en las genealogías maternas en diferentes grupos de personas que han experimentado cambios sociales agudos pueden explicar más a profundidad cómo opera la transmisión de desigualdad social y su impacto en la salud de la población mexicana.

CONCLUSIONES

El acceso a servicios de salud desde la reclusión es parte de una desigualdad de clase; nada más a las mujeres que tienen recursos económicos para solventar los estudios clínicos, los medicamentos y la atención médica se les diagnostica. Las que no tienen visita o alguna red familiar de apoyo quedan a reserva de la atención médica que proporciona la institución penal, son diagnosticadas de forma externa o física con enfermedades intestinales y los medicamentos que se les llega a proporcionar son paracetamol o algún otro calmante que alivia malestares momentáneamente. Esto se ha vuelto más visible por parte de las organizaciones de la sociedad civil, con los casos de mujeres infectadas por COVID-19 en los centros de reclusión del país, a quienes sólo se les medica con paracetamol y se les aísla en celdas de castigo (Hernández, 2020).

Si las mujeres en prisión siguen acumulando enfermedades sin ser diagnosticadas, los costos físicos y económicos de la reclusión serán más elevados en cuanto a salud. El encarcelamiento propicia el cuerpo enfermo crónico y la muerte sobre todo para aquellas que no tienen recursos o redes para acceder a una vida saludable en esa circunstancia. Desde una óptica a futuro, se debe implementar el autocuidado como una estrategia para sobre todo en grupos provenientes de contextos precarios e indígenas.

En cuanto a las conclusiones se determina que:

- a) Las mujeres que salieron de reclusión en su mayoría son portadoras de enfermedades crónicas que se desarrollan desde dentro como resultado de la mala alimentación, el colesterol, la gastritis, y colitis. Las enfermedades que ahora padecen mujeres más jóvenes en un futuro pueden desembocar en enfermedades crónicas, como en todos los casos de estudio donde la mayoría ingresó a reclusión con un estado de salud estable o al menos no detectable y se agravó en el proceso de encarcelamiento.
- b) El deterioro en la salud de las mujeres que estuvieron privadas de libertad son estados acumulativos que surgen como resultado de los altos niveles de estrés y la violencia médica ejercida por las instituciones penales.
- c) Las que no tienen visita o ninguna red familiar de apoyo están a reserva de la atención médica que proporciona la institución penal y tampoco reciben diagnóstico médico ni medicinas, lo cual eleva el costo de la reclusión, ya que presentan más riesgo de contraer y desarrollar enfermedades crónicas que conducen a la muerte.

AGRADECIMIENTOS

La autora agradece a los revisores por sus comentarios y sugerencias, sus aportaciones fueron fundamentales para la mejora de este artículo.

REFERENCIAS

- Blanco, M. (2011). El enfoque del curso de vida: orígenes y desarrollo. *Revista Latinoamericana de Población*, 8, 5-31.
- CNDH. (2020a). *situación de las personas privadas de la libertad en centros penitenciarios en México*. Disponible en <http://informe.cndh.org.mx/menu.aspx?id=60087>
- CNDH. (2020b). *Informe especial sobre el estado que guardan las medidas adoptadas en centros penitenciarios para la atención de la emergencia sanitaria generada ante el SARS-CoV-2 (COVID-19)*. Disponible en https://www.cndh.org.mx/sites/default/files/documentos/2020-07/IE_COVID19_Penitenciarios.pdf

- CNDH (Comisión Nacional de los Derechos Humanos). (2015). *Informe especial de la comisión nacional de los derechos humanos sobre el estado que guardan los derechos humanos de las mujeres internas en centros de reclusión de la república mexicana*. Disponible en https://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/Informes/Especiales/informeEspecial_CentrosReclusion.pdf
- De Barbieri, T. (1996). Certezas y malos entendidos sobre la categoría de género, en L. Guzmán y G. Pacheco (Eds.), *Estudios Básicos de Derechos Humanos IV*. IDH.
- Elder Jr., G. H., Johnson, K. M., & Crosnoe, R. (2003). The Emergence and Development of Life Course Theory. *Handbook of the Life Course*, 3-19. <https://doi.org/10.1177/0952695114541864>
- EQUIS Justicia para las Mujeres. (2020). *Las dos pandemias, violencia contra las mujeres en México en el contexto de COVID-19*.
- EQUIS Justicia para las Mujeres. (2017). *Informe sombra sobre la situación de acceso a la justicia para las mujeres en México*. Disponible en https://tbinternet.ohchr.org/Treaties/CEDAW/Shared Documents/MEX/INT_CEDAW_NGO_MEX_29281_S.pdf
- Fernández, A. M. (1993). *La mujer de la ilusión. Pactos y contratos entre hombres y mujeres*. Paidós.
- Ferraro, K. F., & Shippee, T. P. (2009). Aging and cumulative inequality: How does inequality get under the skin? *Gerontologist*, 49(3), 333-343. <https://doi.org/10.1093/geront/gnp034>
- Ferraro K. F., Shippee T. P., & Schafer M.H. (2009). Cumulative inequality theory for research on aging and the life course. In V. L. Bengtson, M. Silverstein, N. M. Putney, D. Gans (Eds.), *Handbook of theories of aging*. New York: Springer. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/281549834_Cumulative_inequality_theory_for_research_on_aging_and_the_life_course
- Gavidia Catalán, V. y Talavera, M. (2012). La construcción del concepto de salud. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 26. <https://doi.org/10.7203/dces.26.1935>
- Giacomello, C. (2013). *Mujeres, delitos de drogas y sistemas penitenciarios en América Latina. Documento Informativo del IDPC*. IDPC. Disponible en <https://idpc.net/es/publications/2013/11/mujeres-delitos-de-drogas-y-sistemas-penitenciarios-en-america-latina>
- Graham, H. (2010). Where Is the Future in Public Health? *Milbank Quarterly*, 88(2). <https://doi.org/10.1111/j.1468-0009.2010.00594.x>
- Gutiérrez, J. (2011). *Mujeres privadas de libertad ¿Mujeres sin derechos? Diagnóstico sobre la situación de los derechos sexuales y reproductivos de las mujeres privadas de libertad en los estados de Guanajuato, Guerrero, Puebla y Querétaro, Ciudad de México*. ASILEGAL, IDHIE.
- Hareven, T. (1987). *Transitions. The family and the life course in historical perspective*. Academic Press.
- Hebrero, M. (2013). *Transiciones en el proceso de salud-enfermedad en la población con 60-79 años residente en el Distrito Federal: el caso de Iztapalapa*. Colegio de México.
- Hernández, A. (2020, 16 de abril). El coronavirus y las mujeres en prisión. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/2020/04/16/opinion/016a2pol>
- INEGI. (2017). *Encuesta Nacional de Población Privada de la Libertad (ENPOL) 2016*. <https://www.inegi.org.mx/programas/enpol/2016/#Tabulados>
- Jiménez, J. (2009). El efecto mateo: un concepto psicológico. *Papeles del Psicólogo*, 30(2), 145-154.
- Lagarde, M. (2011). *Los cautiverios de las mujeres: madresposas, monjas, putas, presas y locas* (quinta edición). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Lozano, B. (2010). El feminismo no puede ser uno porque las mujeres somos diversas. Aportes a un feminismo negro decolonial desde la experiencia de las mujeres negras del Pacífico colombiano. *La Manzana de la Discordia*, 5(2), 7-24.

- Merton, R. (1985). *Teoría y estructura sociales*. Fondo de Cultura económica.
- Montes de Oca, V. (2003). Redes comunitarias, género y envejecimiento. *Notas de Población*, 77, 35-70.
- Neale, B. (2015). Time and the lifecourse: Perspectives from qualitative longitudinal research. In N. Worth & I. Hardill (Eds.), *Researching the Lifecourse: Critical Reflections from the Social Sciences*. Policy Press.
- Órgano Administrativo Desconcentrado Prevención y Readaptación Social. (2021). *Cuaderno mensual de información estadística penitenciaria nacional*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/639470/CE_2021_03.pdf
- Red Feminista Anticarceraria. (2020). *Catastro latinoamericano de organizaciones que trabajan con personas en reclusión*. Disponible en https://feministasanticarcelarias.org/wp-content/uploads/2020/11/Catastro_VersionFinal.pdf

NOTAS

- [1] En el Centro de Reinserción Social de Atlacholoaya en Morelos se le llama *población* a las personas que están en un espacio donde conviven mujeres con sentencia y en proceso de recibir una. Ellas están separadas de las mujeres que ingresan al penal, las cuales se encuentran en una estancia llamada *ingresos*.

CC BY-NC-ND



Servicios ecosistémicos del arbolado urbano en la Laguna de San Baltazar, Puebla, mediante el uso del *software* i-Tree

Hernández-Castán, Jesús; Cuesta Mejía, Eduardo; Ortiz Espejel, Benjamín; Rosano Reyes, Enrique
Servicios ecosistémicos del arbolado urbano en la Laguna de San Baltazar, Puebla, mediante el uso del *software* i-Tree
CIENCIA *ergo-sum*, vol. 30, núm. 2, julio-octubre 2023 | **e198**
Ciencias de la Tierra

Universidad Autónoma del Estado de México, México

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.



Hernández-Castán, J., Cuesta Mejía, E., Ortiz Espejel, B. y Rosano Reyes, E. (2023). Servicios ecosistémicos del arbolado urbano en la Laguna de San Baltazar, Puebla, mediante el uso del *software* i-Tree. CIENCIA *ergo-sum*, 30(2). <http://doi.org/10.30878/ces.v30n2a5>

Servicios ecosistémicos del arbolado urbano en la Laguna de San Baltazar, Puebla, mediante el uso del *software* i-Tree

Environmental Services of Urban Trees in San Baltazar, Puebla Lagoon using i-Tree software

Jesús Hernández-Castán*

El Colegio de Puebla A.C., México

jesus.hernandez@colpue.edu.mx

 <http://orcid.org/0000-0001-8063-6647>

Recepción: 27 de enero de 2022

Aprobación: 6 de julio de 2022

Eduardo Cuesta Mejía

El Colegio de Puebla A.C., México

eduardo.cuesta@colpue.edu.mx

 <http://orcid.org/0000-0001-6024-2528>

Benjamín Ortiz Espejel

El Colegio de Puebla A.C., México

benjamin.ortiz@colpue.edu.mx

 <http://orcid.org/0000-0001-6201-6452>

Enrique Rosano Reyes

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

enrique.rosano@correo.buap.mx

 <http://orcid.org/0000-0001-5028-3094>

RESUMEN

Se determinan los servicios ecosistémicos del arbolado urbano en la Laguna de San Baltazar, Puebla, México, mediante el uso del *software* i-Tree. Para ello se registraron las especies y medidas alométricas del total del arbolado con diámetro igual o mayor a 5 cm. El monto económico equivalente a la cantidad de los principales contaminantes removidos calculada por el programa se determinó a partir de los datos registrados y de parámetros nativos asociados a la base de datos del mismo. Los servicios ambientales ascienden a 592 200 pesos mexicanos anuales, 73% deriva de la remoción de contaminantes. Se establece una línea base para el sitio y se amplía el conocimiento relativo a la utilización de esta herramienta.

PALABRAS CLAVE: inventario, clase diamétrica, remoción de contaminantes, diversidad, valoración económica.

ABSTRACT

The ecosystem services of urban trees in Laguna de San Baltazar, Puebla, Mexico, are determined using i-Tree software. For that, the species and the allometric measurements of all the trees with a diameter equal or greater 5 cm were registered. The equivalent economic amount of the main pollutants removed calculated by the program was determined using the registered data and the native parameters associated to its data base. Environmental services rise to \$592,200.00 pesos per year, 73% of which are derived from the removal of pollutants. A baseline for this site is established and knowledge of the use of this tool is expanded.

KEYWORDS: inventory, diametric class, pollutant removal, diversity, economic valuation.

AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

jesus.hernandez@colpue.edu.mx

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de las zonas urbanas en México desde el 2000 ha sido mayor en ciudades costeras, fronterizas y aquellas ubicadas en el corredor industrial del centro del país (Zubicaray *et al.*, 2021), dentro del que se encuentra la ciudad de Puebla. El patrón de urbanización dominante en estas regiones implica una mayor extensión y una menor densidad al incrementarse el uso de suelo a tasas superiores a las del aumento poblacional. Esta forma de crecimiento puede tener efectos negativos en la salud de la población y en el medio ambiente derivado del aumento de la contaminación atmosférica (Zubicaray *et al.*, 2021).

El arbolado urbano aporta beneficios que pueden contrarrestar lo anterior mediante la disminución de contaminantes en el aire, la infiltración de agua y la provisión de entornos estéticos y de espacios para la realización de actividades lúdicas, entre otros (Barreto y Martínez, 2018). En ese sentido, el estudio de las áreas verdes urbanas, cuyo elemento central es la vegetación (Gregorio de Andrade, 2012), se torna necesario a fin de protegerlas (Taborda *et al.*, 2017) y maximizar sus efectos positivos.

En Puebla capital, de acuerdo con diversos autores (Gutiérrez *et al.*, 2015, 2021; Hernández *et al.*, 2016), existen esfuerzos por evaluar el estado de la cobertura arbórea de áreas verdes en las zonas aledañas a monumentos históricos o áreas naturales protegidas insertas en la ciudad, aunque son escasos los estudios que, además, cuantifiquen los beneficios que de ella derivan.

El programa i-Tree^[1] ha sido desarrollado por el Servicio Forestal de Estados Unidos para determinar de manera homologada elementos centrales de la composición y estructura del arbolado urbano en diversas zonas urbanas, además de permitir el cálculo del valor de sus servicios ecosistémicos en términos económicos con el fin de facilitar la comprensión de su importancia para gestores y tomadores de decisiones. Puebla fue incluida entre las ciudades modelo para la adecuación del programa al país (USDA Forest Service & Davey Tree Expert Company, 2018). Si bien otras zonas también incluidas en el proceso ya cuentan con ejemplos de aplicación, como en el caso del estado de México (Martínez *et al.*, 2021), existen pocas publicaciones científicas que referan su uso en áreas verdes urbanas, en particular para Puebla.

Por lo anterior, este artículo está centrado en el análisis de los servicios ecosistémicos del arbolado urbano de la Laguna de San Baltazar, Puebla, además, de determinar su valor en términos económicos mediante el uso del *software* i-Tree. Se estimó también la diversidad de la masa arbórea presente para realizar comparativos con literatura científica disponible al respecto. Se pretende con ello aportar un referente del uso del programa en la entidad y también generar una línea base relativa a la determinación del valor de los servicios ecosistémicos del área de estudio.

1. METODOLOGÍA

La Laguna de San Baltazar es un área verde urbana que se encuentra ubicada en la zona sur de la ciudad de Puebla y cuenta con una superficie aproximada de 14 hectáreas (de las cuales el 50% se encuentra ocupada por agua). Se posiciona en promedio a 2 114 msnm y presenta un clima subhúmedo con lluvias en verano (Almazán-Núñez y Hinterholzer-Rodríguez, 2010).

Durante octubre, noviembre y diciembre del 2021, se hicieron visitas semanales a la Laguna de San Baltazar, Puebla, gracias a las que se recopiló información espacial (geoposicionamiento) y medidas relativas a la altura total (m), altura del fuste (m), el cual se consideró desde la base hasta el inicio de las hojas, área de cobertura a partir del ancho de copa en dos direcciones (norte-sur, este-oeste) y diámetro del total del arbolado que superase los 5 cm de grosor a 1.30 m de altura. Para el geoposicionamiento se empleó un GPS Etrex-20 marca Garmin, así como un distanciómetro láser MESTEK-50 para las evaluaciones de altura y diámetro. Las especies se identificaron con ayuda de la guía de árboles comunes de la Ciudad de México (CONABIO, 2012) y el aplicativo móvil SEEK vinculado a la base de datos de Naturalista que gestiona esa misma institución; se emplearon sólo registros que han alcanzado el grado investigación dentro de ella.

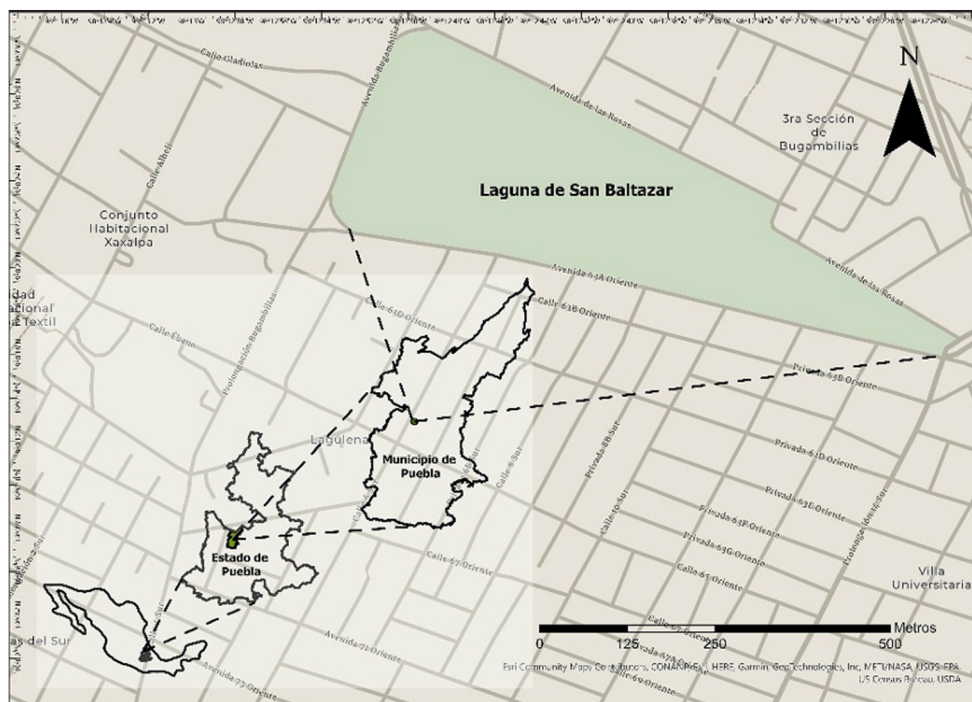


FIGURA 1

Ubicación de la Laguna de San Baltazar

Fuente: elaboración propia.

Todos los datos se sistematizaron en paquetería Microsoft Excel 2019 y después se ingresaron al programa i-Tree Eco versión 6 (USDA Forest Service & Davey Tree Expert Company, 2018) mediante el cual se obtuvo el valor del total de biomasa y se determinó la infiltración de agua al subsuelo, el carbono capturado, el oxígeno producido y los principales contaminantes eliminados por el arbolado evaluado (Martínez *et al.*, 2021). Para estimar la remoción de contaminantes, se emplearon datos de la estación meteorológica 766850-99999, la cual se seleccionó en la paquetería por su proximidad con el área de estudio.

El monto económico^[2] de los servicios ecosistémicos estimados se calculó considerando precios de 32 197 pesos por tonelada métrica de dióxido de carbono, 469 138 pesos por tonelada métrica de ozono, 70 071 pesos por tonelada métrica de dióxido de nitrógeno, 25 529 pesos por tonelada métrica dióxido de sulfuro y 16 284 914 pesos por tonelada métrica de material particulado menor a 2.5 μm . El valor del escurrimiento evitado se determinó con base en el precio de 44.91 pesos por m^3 . Estos referentes se establecieron desde parámetros nativos asociados a las bases de datos más actualizadas del programa.

Con el fin de realizar comparativos con otras áreas verdes urbanas, se determinó el total de abundancias por especies, la densidad del arbolado por hectárea, así como el índice de diversidad de Shannon (H) para la zona de estudio. Este último índice determina la probabilidad de ocurrencia de un individuo de una especie determinada en un evento de muestreo y es ampliamente empleado en la bibliografía con fines similares (Leal *et al.*, 2018). Para estos cálculos se empleó el módulo de diversidad del programa PAST versión 4.1 desarrollado en la Universidad de Oslo, que también reportan otros autores (Ramos *et al.*, 2015).

2. RESULTADOS

El arbolado de la laguna de San Baltazar estudiado está conformado por 3 403 individuos de 23 especies, siendo las más abundantes el cedro blanco (*Hesperocyparis lusitánica* Mill) (41.6%) y el trueno lila (*Ligustrum lucidum* W.T.Aiton) (23.9%), le siguen fresnos (*Fraxinus uhdei* Wenz) (11.7%), sauces (*Salix sp*) (6.6%), casuarinas

(*Casuarina equisetifolia* L.) (3.2%) y ahuehuetes (*Taxodium huegelii* C. Lawson) (3%). En total, estas especies representan el 90% de los individuos analizados (cuadro 1). La densidad general de árboles por hectárea es de 243.03 individuos, lo cual resulta superior a lo reportado por Gutiérrez *et al.* (2015) en relación con diversos parques y jardines del municipio de Puebla en los cuales se encontró un promedio de 160.8 árboles/ha en 25 áreas verdes urbanas evaluadas.

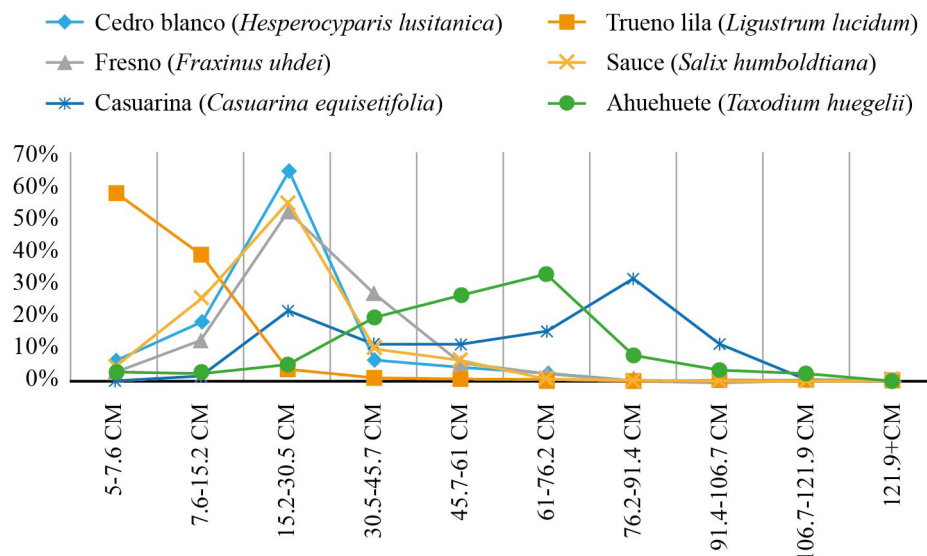
En función de la amplitud de su follaje, las especies más dominantes son el cedro blanco (*H. lusitanica*), el fresno (*F. uhdei*) y el ahuehuete (*T. huegelii*), que constituyen el 69% de 25.7 hectáreas de extensión foliar en el sitio si se considera que el tamaño de la Laguna de San Baltazar es de aproximadamente 14 hectáreas; esto significa una superposición o estratificación entre las especies, que es un aspecto clave al momento de incorporar criterios ecológicos en el diseño y gestión de áreas verdes urbanas (Alvarado *et al.*, 2015).

CUADRO 1
Total de especies y abundancias del arbolado de la Laguna de San Baltazar

Especie	Número de árboles	Porcentaje de la población
<i>Hesperocyparis lusitanica</i> Mill	1 416	41.61%
<i>Ligustrum lucidum</i> W. T. Aiton	815	23.95%
<i>Fraxinus uhdei</i> Wenz	398	11.70%
<i>Salix humboldtiana</i> Willd	225	6.61%
<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	110	3.23%
<i>Taxodium huegelii</i> C. Lawson	104	3.06%
<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	91	2.67%
<i>Ficus benjamina</i> L.	48	1.41%
<i>Salix babylonica</i> L.	43	1.26%
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	42	1.23%
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill	20	0.59%
<i>Eucalyptus cinerea</i> F.Muell. ex Benth	16	0.47%
<i>Populus alba</i> L.	14	0.41%
<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	14	0.41%
<i>Pyracantha coccinea</i> M. Roem	13	0.38%
<i>Quercus resinosa</i> Liebm	11	0.32%
<i>Pinus montezumae</i> Lamb	8	0.24%
<i>Schinus molle</i> L.	8	0.24%
<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl	2	0.06%
<i>Yucca guatemalensis</i> Baker	2	0.06%
<i>Erythrina coralloides</i> DC.	1	0.03%
<i>Annona cherimola</i> Mill	1	0.03%
<i>Bauhinia aculeata ssp. grandiflora</i> (Juss.) Wunderlin	1	0.03%
Total	3 403	100%

Fuente: elaboración propia usando el *software* i-Tree con datos de campo.

La distribución de diámetros de troncos se concentra en valores entre los 15 y 30 cm, similar a lo que ocurre en otras áreas verdes urbanas del centro del país para las cuales se han desarrollado estudios empleando i-Tree (Martínez *et al.*, 2021). Especies como los ahuehuetes (*T. huegelii*) y las casuarinas (*C. equisetifolia*) presentan los mayores diámetros reportados; asimismo; el trueno lila (*L. lucidum*) registra los menores valores para este parámetro.

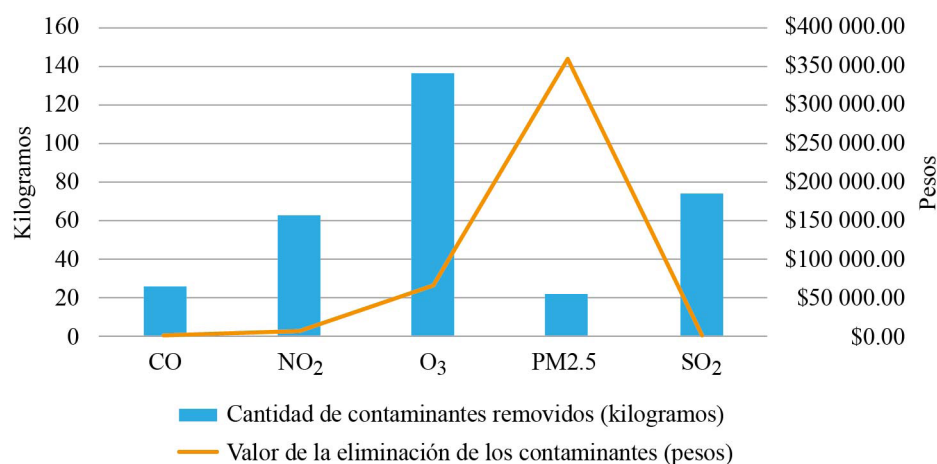


GRÁFICA 1

Distribución de clases diamétricas de las cinco especies más abundantes del arbolado de la Laguna de San Baltazar

Fuente: elaboración propia usando el *software* i-Tree con datos de campo.

De acuerdo con los datos calculados por el programa, se estima que los árboles de la Laguna de San Baltazar eliminan por año 324 kg de la contaminación del aire por ozono (O_3), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO_2), material particulado menor a $2.5 \mu m$ (PM2.5) y dióxido de sulfuro (SO_2) con un valor asociado de 432 000 pesos. Esto representa el 73% del total del valor económico de los servicios ecosistémicos determinados.

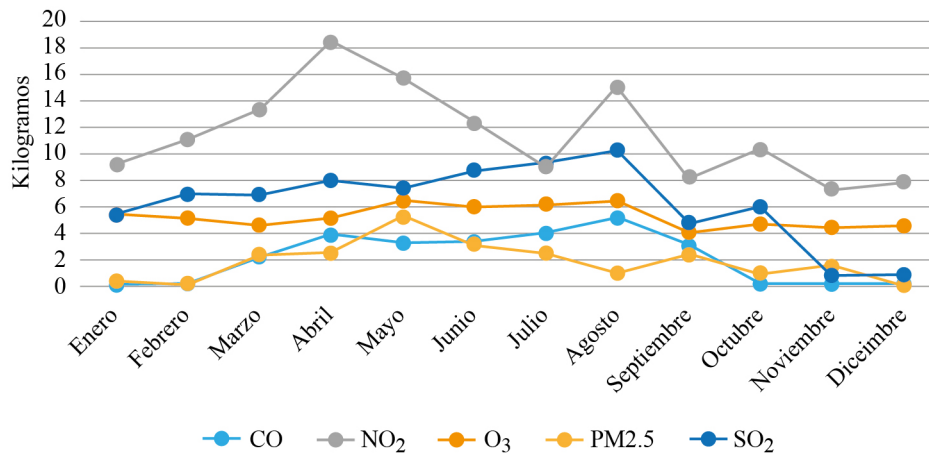


GRÁFICA 2

Eliminación de contaminantes por el arbolado de la Laguna de San Baltazar

Fuente: elaboración propia usando el *software* i-Tree con datos de campo.

El aporte para la eliminación de los contaminantes calculados es diferenciado a lo largo del tiempo; en cuanto a esto, el ozono es el contaminante que presenta los valores más altos de remoción durante todos los meses del año; en específico, en febrero se registra su pico más alto, lo que coincide con una de las temporadas de mayor concentración de este contaminante, donde incluso se le encuentra en magnitudes 40% superiores a los límites permisibles de acuerdo con datos generados por la SMADSOT (2021).

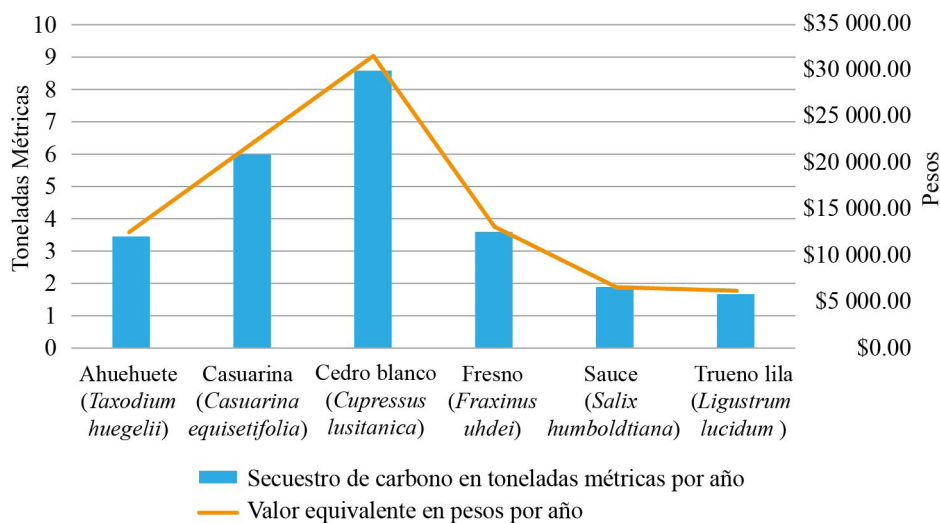


GRÁFICA 3

Eliminación mensual de contaminantes por el arbolado

Fuente: elaboración propia usando el software i-Tree con datos de campo.

El secuestro bruto de carbono provocado por el arbolado de Laguna de San Baltazar es de 28.47 toneladas métricas por año con un valor asociado de 105 000 pesos; al respecto, las especies que más contribuyen a ello son el cedro blanco (*H. lusitanica*), la casuarina (*C. equisetifolia*) y el fresno (*F. uhdei*). Calculado en toneladas por hectárea al año, el valor de carbono secuestrado en el área de estudio es de 2.03, resultado que es superior a lo registrado en otras áreas verdes urbanas del centro del país en las que se ha empleado i-Tree (Navarro, 2017), incluso en áreas donde la densidad del arbolado es mayor (Martínez *et al.*, 2021). Este diferencial puede deberse, entre otros aspectos, al clima, especies presentes y calidad general del sitio (Ordóñez *et al.*, 2015).



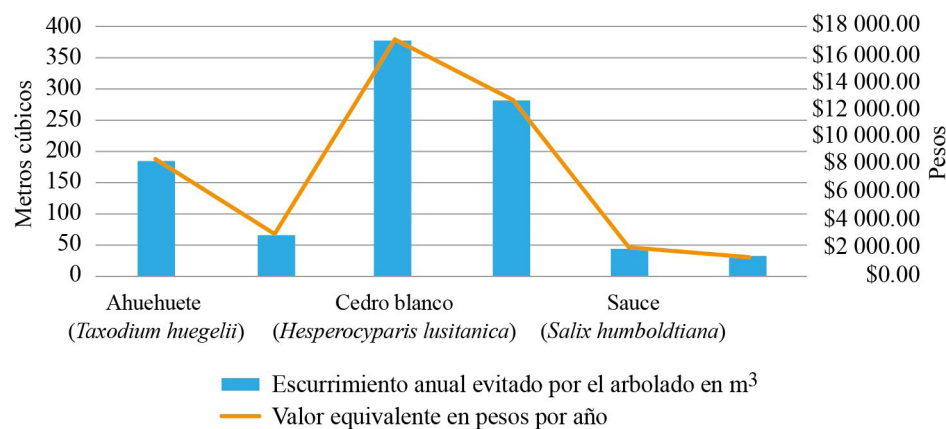
GRÁFICA 4

Secuestro anual de carbono por el arbolado de la Laguna de San Baltazar

Fuente: elaboración propia con datos de campo.

El escurrimiento reducido por la infiltración al subsuelo provocada por los árboles de la Laguna de San Baltazar es de 1 230 m³ al año, con un valor asociado de 55 000 pesos. Las especies que más contribuyen a ello son el cedro blanco (*H. lusitanica*), el fresno (*F. uhdei*) y el ahuehuete (*T. huegelii*), ya que los bosques urbanos funcionan como un componente fundamental para el control de inundaciones (Zuñiga *et al.*, 2021) y, dado que la Laguna

de San Baltazar ha sido considerada parte de un conjunto de espacios óptimos para desarrollar infraestructura verde con el fin de mitigar esta problemática en la ciudad de Puebla (Bolaños, 2020). A partir de estos datos base, será crucial desarrollar estudios complementarios que permitan determinar la importancia del escurrimiento que en la actualidad se evita en relación con otros sitios.



GRÁFICA 5
Ecurrimiento anual reducido por el arbolado de la Laguna de San Baltazar
Fuente: elaboración propia con datos de campo.

Los árboles de la Laguna de San Baltazar generan 75.92 toneladas de oxígeno al año. A continuación, se muestran ordenadas de mayor a menor las 10 principales especies que aportan a este resultado (cuadro 2).

CUADRO 2
Principales especies productoras de oxígeno en la Laguna de San Baltazar

Especie	Oxígeno (tonelada métrica)
<i>Hesperocyparis lusitanica</i> Mill	22.88
<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	16.06
<i>Fraxinus uhdei</i> Wenz	9.62
<i>Taxodium huegelii</i> C. Lawson	9.23
<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	5.03
<i>Ligustrum lucidum</i> W.C. Aiton.	4.54
<i>Salix babylonica</i> L.	4.13
<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	1.06
<i>Ficus benjamina</i> L.	0.98
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	0.76

Fuente: elaboración propia usando el *software* i-Tree con datos de campo.

La diversidad del arbolado urbano presente en la laguna, estimada mediante el índice de Shannon, es de 1.8. Este valor se considera bajo (Margalef, 1972, citado en en Medrano *et al.*, 2020); no obstante, es superior al de otras áreas verdes urbanas como lo son el zócalo de Puebla, el jardín del Barrio del Artista, el parque de San José, entre otros (Gutiérrez *et al.*, 2015), ya que la citada diversidad juega un papel determinante en la provisión de hábitat para aves y mamíferos que residen en las ciudades (Zuñiga *et al.*, 2021). Al respecto, es necesario analizar de forma integral el efecto que variaciones de este índice tienen sobre estas otras formas de vida. Cabe destacar que se desarrollan ya estudios de la ornitofauna de la Laguna de San Baltazar, por lo que con los datos presentados se podrán complementar.

ANÁLISIS PROSPECTIVO

Si bien no es el único aspecto por considerarse, la valoración de los servicios ecosistémicos forma parte de múltiples esfuerzos para visibilizar el aporte de la naturaleza al mantenimiento de las condiciones de vida de la población. También es un elemento fundamental para orientar una toma de decisiones adecuada, lo que contribuye a la construcción de políticas públicas que estimulen el desarrollo sustentable y climáticamente inteligente (INECC, 2020).

Artículos como el que aquí se presenta construyen referentes que amplían la información comparativa ante la cual es posible evidenciar el efecto de una futura toma de decisiones en Puebla u otras ciudades. Los resultados aquí mostrados se constituyen en información valiosa para el planeamiento de nuevas evaluaciones de áreas verdes urbanas y para incrementar el conocimiento respecto a los aportes de estos entornos en relación con el bienestar de los habitantes de las ciudades. Aunado a lo anterior, generan una línea base que permitirá evaluar el efecto de acciones de manejo del área de estudio y las implicaciones que puedan tener sobre los servicios ecosistémicos que el arbolado aporta.

CONCLUSIONES

El arbolado urbano de la Laguna de San Baltazar presenta una densidad y diversidad superior a la reportada en otros espacios verdes del municipio de Puebla. El secuestro de carbono por parte del arbolado evaluado se destaca en relación con datos bibliográficos de otros espacios del centro del país donde se han realizado análisis similares con el programa i-Tree. Incluso, supera el de áreas donde la densidad es mayor, lo que revela el valor de las paletas vegetales en el diseño de este tipo de espacios, ya que se ha considerado al sitio como un espacio clave para la regulación de inundaciones. En este sentido, los 1 230 m³ calculados de escurrimiento reducido al año permitirán determinar de mejor manera el valor que el área tiene para este fin mediante comparativos con trabajos con este mismo tópico se desarrollen en otros sitios. La estimación de la remoción de contaminantes, en particular la del ozono, abre la posibilidad de reflexionar sobre el papel que pueden jugar las zonas verdes urbanas de Puebla en la mejora de la calidad del aire, especialmente en los meses de máximas concentraciones de partículas contaminantes.

El valor económico de los servicios ecosistémicos del arbolado de la Laguna de San Baltazar, es de 592 200 pesos anuales; esta cifra sirve como una línea base que permitirá evaluar cambios derivados, entre otros aspectos, de acciones de manejo. Resulta necesario estimar el efecto que la diversidad de la masa arbórea respecto a sus beneficios que pudiera tener en otras formas de vida como las aves y mamíferos que habitan la zona para tener una visión más integral.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a los árbitros que aportaron una mejora a la estructura del artículo y a Puebla Verde A. C. por su aportes para la realización del proyecto.

REFERENCIAS

- Almazán-Núñez, R. C., y Hinterholzer-Rodríguez, A. (2010). Dinámica temporal de la avifauna en un parque urbano de la ciudad de Puebla, México. *Huitzil*, 11(1), 26-32. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-74592010000100007&lng=es&tlng=es
- Almanza-Marroquín, V., Figueroa, R., Parra, O., Fernández, X., Baeza, C., Yañez, J., & Urrutia, R. (2016). Bases limnológicas para la gestión de los lagos urbanos de Concepción, Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 44(2), 313-326.

- Alvarado, N., De la Barrera, F. y Steiniger, S. (2015). Evaluación ecológica rápida de las plazas del norte de Chile: una técnica de teledetección para identificar arbolado urbano. *Chloris Chilensis. Revista Chilena de Flora y Vegetación*, 18(2).
- Barreto, M. y Martínez, F. (2018). *Beneficios del arbolado urbano*. México: Universidad Autónoma Metropolitana. Disponible en http://evaluacion.azc.uam.mx/assets/importancia_del_arbolado_urbano.pdf
- Bolaños, E. (2020). *Infraestructura verde, método para la mitigación de inundaciones en zonas urbanas. Caso microcuenca río Chinguñoso, Puebla* (tesis de grado). México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2012). *Guía de Árboles Comunes de la Ciudad de México*. México. Disponible en https://www.biodiversidad.gob.mx/Difusion/cienciaCiudadana/aurbanos/pdf/GuiaArboles_v3.pdf
- Gregorio de Andrade, R. de C. (2012). Urbanismo y planificación: Áreas Verdes Urbanas. *Summa Humanitatis*, 6(1). Disponible en https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/summa_humanitatis/article/view/3729
- Gutiérrez, V., Gómez, S., Silva, S., Toxtle, J. y Hernández, J. (2015). El arbolado de los espacios públicos abiertos de la zona de monumentos del centro histórico de la Ciudad de Puebla. *Estudios en Biodiversidad*, 15. Disponible en <http://digitalcommons.unl.edu/biodiversidad/15>
- Gutiérrez, V., Silva, S. y Varela, L. (2021). Flora del bosque de encino (*Quercus*: Fagaceae) de dos barrancas de la ciudad de Puebla, México. *Madera y bosques*, 27(1), e2712113. <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2712113>
- Hernández, F., López, J., Medina, J., Aguilar, J. y Valencia, V. (2016). Diagnóstico del arbolado de la reserva ecológica “Cerro de Amalucan”, ciudad de Puebla, México. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 4(2), 141-148.
- INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático). (2020). *Revisión y análisis de documentos sobre valoración económica de los servicios ecosistémicos de México de 1990 a 2019*. México. Disponible en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/579760/Revisio_n_y_analisis_valoracion.pdf
- Leal, C., Leal, N., Alanís, E., Pequeño, M., Mora, A. y Buendía, E. (2018). Estructura, composición y diversidad del arbolado urbano de Linares, Nuevo León. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(48), 252-270. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v8i48.129>
- Martínez, T., Hernández, P., López, S. y Mohedano, L. (2021). Diversidad, estructura y servicios ecosistémicos del arbolado en cuatro parques de Texcoco mediante i-Tree Eco. *Revista Mexicana de ciencias forestales*, 12(67), 202-223. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v12i67.880>
- Medrano, A., Enríquez, P., Zuria, I. y Castellanos, J. (2020). Riqueza y abundancia de aves en áreas verdes en la ciudad de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. *Revista Peruana de Biología*, 27(2), 169-182. <https://doi.org/10.15381/rpb.v27i2.17883>
- Navarro, N. M. (2017). *Assessment of ecosystem services and perceived benefits of street trees: a case study of Coyoacan, Mexico City (T)*. University of British Columbia. Retrieved from <https://open.library.ubc.ca/collections/ubctheses/24/items/1.0361760>
- Ordóñez, J. A., Rivera, R., Tapia, M. E. y Ahedo, L. R. (2015). Contenido y captura potencial de carbono en la biomasa forestal de San Pedro Jacuaro, Michoacán. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 6(32), 7-16. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322015000600007&lng=es&tlng=es
- Ramos, D., Castro, V. y Sánchez, E. (2015). Caracterización de la vegetación a lo largo de una gradiente altitudinal en la comunidad de Cochahuayco, cuenca media del río Lurín, Lima. *Ecología Aplicada*, 14(1), 11-25. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162015000100002&lng=es&tlng=es

- SMADSOT (Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial). (2021). *Informe 2020 de Calidad del Aire: Zona Metropolitana del Valle de Puebla ZMVP*. Gobierno del Estado. Disponible en https://calidaddelaire.puebla.gob.mx/Documents/Reporte_Anual_2020.pdf
- Taborda, V. J., Gianello, D., Aguer, I. y Crettaz, M. C. (2017). Importancia de la conservación de las Lagunas Urbanas Pampeanas, en Filippini María, Pinto Mauricio y Rébora Cecilia, *Congreso Internacional Aguas, Ambiente y Energía de la Asociación de Universidades Grupo Montevideo: resúmenes de trabajos*. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo. Disponible en <https://www.uncuyo.edu.ar/congresoaae2017/upload/libro-congreso-final-1.pdf>
- USDA Forest Service & Davey Tree Expert Company. (2018). *i-Tree ECO Mex handout Davey. i-Tree Development Team*. Washington. Retrieved from https://www.itreetools.org/resources/lang/es/iTree_Eco_Mexico_Adaptation_Description_15Sep2018.pdf
- Zubicaray, G., Brito, M., Ramírez Reyes, L., García, N. y Macías, J. (2021). *Las ciudades mexicanas: tendencias de expansión y sus impactos*. London: Coalition for Urban Transitions. <https://urbantransitions.global/publications/>
- Zuñiga, A. V., Farnum, F. y Murillo, V. (2021). Comparación del estrato arbóreo en fragmentos de bosques urbanos de Margarita, Espinar y Davis, Provincia De Colón, República De Panamá. *Scientia*, 31(1), 17-37. <https://doi.org/10.48204/j.scientia.v31n1a2>

NOTAS

[1] Disponible en <https://www.itreetools.org>

[2] Precios en moneda nacional de México

CC BY-NC-ND

Calentamiento de nanopartículas de oro inducido por excitación fotónica y multifotónica

Gutierrez-Cruz, Flonth Viena; Ancira-Cortez, Alejandra; Camacho-López, Miguel Ángel; Isaac-Olivé, Keila; Jiménez-Mancilla, Nallely

Calentamiento de nanopartículas de oro inducido por excitación fotónica y multifotónica

CIENCIA *ergo-sum*, vol. 30, núm. 2, julio-octubre 2023 | e199

Ciencias de la Salud Humana

Universidad Autónoma del Estado de México, México

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.



Gutierrez-Cruz, F. V., Ancira-Cortez, A., Camacho-López, M. Á., Isaac-Olivé, K. y Jiménez-Mancilla, N. (2023). Calentamiento de nanopartículas de oro inducido por excitación fotónica y multifotónica. *CIENCIA ergo-sum*, 30(2). <http://doi.org/10.30878/ces.v30n2a6>

Calentamiento de nanopartículas de oro inducido por excitación fotónica y multifotónica

Heating of gold nanoparticles induced by photon and multiphoton excitation

Flonthe Viena Gutierrez-Cruz

Universidad Autónoma del Estado de México, México

vienagc@gmail.com

 <http://orcid.org/0000-0003-4515-6458>

Recepción: 26 de enero de 2021

Aprobación: 17 de noviembre de 2021

Alejandra Ancira-Cortez

Universidad Autónoma del Estado de México, México

aancira2@gmail.com

 <http://orcid.org/0000-0001-8772-1078>

Miguel Ángel Camacho-López

Universidad Autónoma del Estado de México, México

macamachol@uaemex.mx

 <http://orcid.org/0000-0002-3093-3560>

Keila Isaac-Olivé

Universidad Autónoma del Estado de México, México

kisaaco@uaemex.mx

 <http://orcid.org/0000-0003-4388-3811>

Nallely Jiménez-Mancilla*

Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, México

nallely_jimenez@yahoo.com.mx

 <http://orcid.org/0000-0001-9480-4621>

RESUMEN

Se evalúa la temperatura generada por nanopartículas de oro (AuNPs) al ser irradiadas con luz láser para su utilidad en terapia fototérmica plasmónica fotónica o multifotónica. Las AuNPs fueron sintetizadas por el método de Turkevitch y caracterizadas por técnicas espectroscópicas. La irradiación se realiza con un láser Nd:YAG, a longitudes de onda de 532 y 1 064 nm, frecuencias de repetición 5, 10 y 15 Hz durante 210 s. La temperatura fue medida con un termopar tipo K acoplado a una tarjeta Arduino UNO®. Las AuNPs muestran tamaños de 20.7 ± 0.2 nm, forma esférica y un máximo de absorción UV-Vis en 520.16 ± 0.93 nm. La irradiación a 1 064 nm exhibe mayor incremento de temperatura en 3.4, 1.9, y 1.2 veces más que a 532 nm a las respectivas frecuencias.

PALABRAS CLAVE: nanopartículas de oro, excitación fotónica, excitación multifotónica.

ABSTRACT

Temperature generated by AuNPs when irradiated with laser, was evaluated to determine their usefulness in photonic plasmonic photo-thermal therapy or multiphotonic plasmonic photothermal therapy respectively. AuNPs were synthesized by the Turkevitch method and characterized by spectroscopic techniques. The AuNPs were irradiated by a Nd:YAG laser for 210 s, with 532 and 1 064 nm wavelength at 5, 10 and 15 Hz pulse repetition rate frequency. Temperature recording was carried out every second by a type-K thermocouple bounded to an Arduino UNO® card. AuNPs showed spherical shape, size of 20.7 ± 0.2 nm and a maximum absorption peak of 520.16 ± 0.93 nm. Irradiation at 1 064 nm exhibits higher temperature increase by 3.4, 1.9, and 1.2 times more than at 532 nm at the respective frequencies.

KEYWORDS: gold nanoparticles, photonic excitation, multiphotonic excitation.

AUTORA PARA CORRESPONDENCIA

nallely_jimenez@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

El calentamiento de nanopartículas de oro (AuNPs), inducido por excitación fotónica, es la base de la terapia fototérmica plasmónica, la cual utiliza el calor generado por las AuNPs cuando son irradiadas por luz láser para producir ablación térmica a nivel celular (Liu *et al.*, 2018; Ma *et al.*, 2019; Sivasubramanian *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2019).

Cuando las AuNPs son expuestas a la luz láser experimentan un fenómeno conocido como *resonancia del plasmón de superficie* (RPS), donde los electrones libres de los átomos de oro se excitan a un estado de oscilación colectivo. Se produce entonces una separación de las cargas de los átomos superficiales que forma un dipolo eléctrico. Cuando los electrones en resonancia colectiva regresan a su estado base, lo hacen mediante la liberación de energía al medio en forma de una red caliente de electrones que, a su vez, transfieren su energía a una onda expansiva de calor conocida como fonón. La RPS le permite a las AuNPs absorber o dispersar parte de la luz incidente (Aioub *et al.*, 2018; Ali *et al.*, 2019; Panikkanvalappil *et al.*, 2017). Al respecto, la absorción se utiliza para conseguir imágenes ópticas de contraste de fase, fototérmica, fotoacústica y microscopía de campo oscuro, mientras que la dispersión induce la generación de calor. Estudios previos han reportado que la temperatura originada a escala nanométrica (en las inmediaciones de la nanopartícula) es cercana a los 800 °C, mientras que a escala microscópica el aumento de la temperatura es en el orden de unas pocas decenas de grados (Huang y El-Sayed, 2010).

El éxito para obtener imágenes o generación de calor con AuNPs depende sobre todo de su forma y tamaño, características que tienen una relación directa con el método de síntesis. En tal sentido, cabe mencionar que *nanopartícula* es aquella estructura con un tamaño entre 1-100 nm en alguna de sus dimensiones. Entre los métodos para la síntesis de AuNPs se encuentra la síntesis por reducción de Au (III) con surfactantes, la síntesis asistida por microondas, la síntesis sonoquímica y la síntesis por ablación láser. Al respecto, el método más usado es la reducción con citrato de sodio al permitir que se obtengan nanopartículas de 20 nm. En la actualidad es posible sintetizar AuNPs con diferentes geometrías y tamaños (cilindros, cubos, cajas, esferas, hilos, etc.), características que repercuten en sus propiedades ópticas. Por ejemplo, las nanopartículas esféricas presentan sólo una banda de RPS, en tanto que aquellas con morfología cilíndrica presentan dos bandas (una asociada a la resonancia longitudinal y la otra a la resonancia transversal). El tamaño y forma de las nanopartículas determinan la longitud de onda donde se experimenta la RPS (Riley y Day, 2017). Las bandas de RPS pueden ser monitoreadas por espectroscopía ultravioleta-visible (UV-Vis), mientras que la microscopía electrónica de transmisión (TEM) permite determinar su forma y tamaño.

Algunos autores han sugerido que nanopartículas de tamaño >40 nm dispersan mayor cantidad de luz; en cambio, los tamaños menores experimentan mayor absorción (Liu *et al.*, 2019). Ante esto, la gran limitante para la obtención de imágenes ópticas y/o inducción de generación de calor con AuNPs radica en el tamaño, porque determina la longitud de onda a la cual la nanopartícula experimente RPS. En lo que toca a las imágenes ópticas, se requiere que la longitud de onda de la radiación dispersa (λ) esté dentro del rango espectral del infrarrojo cercano (NIR, por sus siglas en inglés), $\lambda = 700\text{-}1\,000$ nm, ya que el tejido biológico es transparente para estas longitudes de onda debido a su baja absorción y dispersión, así como a su mínima autofluorescencia (Huh *et al.*, 2018). En el caso de la generación de calor se requieren longitudes de onda de absorción (λ) cercanas a 532 nm, longitud de onda que está dentro del rango espectral donde el tejido biológico es muy absorbente y dispersante, por lo cual se requiere otra estrategia para irradiar las nanopartículas de forma eficiente.

Una alternativa a la terapia fototérmica plasmónica (usando AuNPs) es la terapia fototérmica plasmónica multifotónica, en donde la RSP se induce por medio de la absorción simultánea de dos fotones infrarrojos de 1 064 nm, en lugar de uno a 532 nm, como lo es para la primera. De esta forma, se cumple con la energía (y longitud de onda) necesaria para inducir la RPS de las AuNPs embebidas en tejido biológico, pues la energía de un fotón de 532 nm es igual a la suma de las energías de dos fotones de 1 064 nm. La figura 1 muestra en un esquema el fenómeno de absorción multifotónica (Szepes y Tarczay, 1999; Paschotta, 2019).

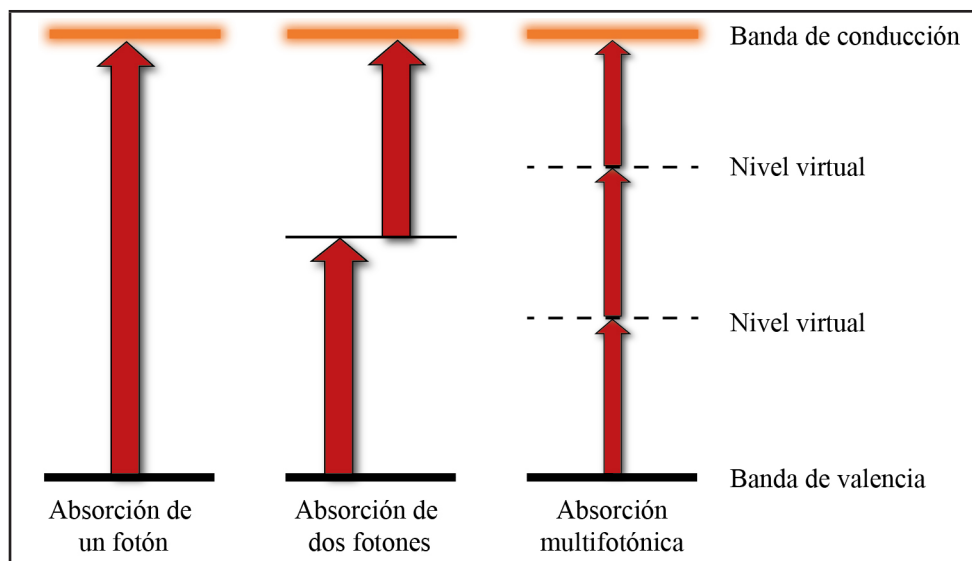


FIGURA 1
Esquema de absorción multifotónica
Fuente: elaboración propia.

La ventaja que ofrece la terapia fototérmica plasmónica multifotónica es que, al utilizar fotones de mayor longitud de onda, hay menor absorción por los componentes de los tejidos biológicos. El rango espectral donde la luz tiene máxima penetración en tejido se denomina *ventana óptica*. En esta ventana el tejido llega a ser parcialmente transparente a la luz visible e infrarroja, por lo que la misma presenta su máxima penetración. El tejido presenta dos ventanas ópticas, la primera es la NIR I que va de 650 a 850 nm (rango espectral definido entre la banda de absorción visible de la hemoglobina) y la segunda es la NIR II que va de 950 a 1 350 nm (que corresponde a las bandas de absorción de agua) (Golovynskyi *et al.*, 2018). Ambas ventanas pueden ser aprovechadas en terapia fototérmica plasmónica multifotónica para lograr una mayor penetración biológica.

Con base en este contexto, el objetivo de este artículo es evaluar el incremento de temperatura generado por nanopartículas de oro al ser irradiadas con luz láser de una longitud de onda de 532 nm, como método de terapia fototérmica plasmónica, y con una longitud de onda de 1 064 nm, como método de terapia fototérmica plasmónica multifotónica.

1. METODOLOGÍA

1. 1. Síntesis y caracterización de las nanopartículas de oro

Las AuNPs se sintetizaron por el método que reportó Turkevitch en 1951, mediante la reducción de ácido cloráurico (HAuCl_4) con citrato de sodio [$\text{Na}_3\text{C}_3\text{H}_5\text{O}(\text{COO})_3$]. Todos los materiales utilizados se lavaron tres veces con agua regia ($3\text{HCl}:1\text{HNO}_3$), agua desionizada y agua grado inyectable. Después, se esterilizaron por calor seco con la finalidad de eliminar toda impureza de los materiales.

El primer paso consistió en calentar a ebullición 100 mL de una solución de citrato de sodio trihidratado 1.7 mM con agitación constante. En seguida, se adicionaron 0.87 mL de HAuCl_4 al 1% a la solución anterior; al momento de la adición del HAuCl_4 , se percibió un cambio de color de amarillo claro a rojo fuerte, lo que indicó la formación de las nanopartículas de oro; posterior a esto, la mezcla se retiró del calor. Por último, las nanopartículas se purificaron por diálisis, para lo cual se emplearon membranas de celulosa Spectra/Por Float-A-Lyzer G2 (100 kD) durante 24 horas en 0.5 L de agua grado inyectable, con dos cambios agua.

La solución de AuNPs resultante se caracterizó por espectroscopia UV-Vis para monitorear la banda de RPS asociada a la forma y tamaño que tienen y por TEM para evaluar su tamaño y morfología. Los espectros de absorción se

adquirieron en un espectrofotómetro UV-Vis marca PerkinElmer modelo Lambda Bio, donde se colocaron 1 000 μL de la solución en una celda de cuarzo de 1 cm con barridos en un rango de 400 a 700 nm. Los análisis se hicieron al instante de la síntesis y también a las 36 h posteriores con la finalidad de observar la estabilidad de las AuNPs sintetizadas.

Las micrografías se obtuvieron con un microscopio electrónico de transmisión marca JEOL JEM 2010 HT operado a 200 kV. Las muestras se prepararon colocando una gota de la solución de AuNPs en rejillas de cobre recubiertas con carbón. Los tamaños de partícula se cuantificaron gracias al programa ImageJ; en cuanto a esto, se contaron al menos 600 nanopartículas para determinar el diámetro promedio y la distribución de la muestra.

1. 2. Irradiación y monitoreo de la temperatura generada por las nanopartículas de oro

La irradiación de las muestras de AuNPs se realizó con un láser Nd:YAG de la marca Quantel®, modelo Q-smart 100, el cual cuenta con dos longitudes de onda disponibles: la fundamental de 1 064 nm y la del segundo armónico (532 nm). Provee una energía máxima de 108 mJ a 1 064 nm y de 49 mJ a 532 nm y una frecuencia de repetición variable de 1 a 20 Hz. Todas las muestras se irradiaron durante un tiempo de 210 s con ambas longitudes de onda a frecuencias de repetición de 5, 10 y 15 Hz. Este tiempo de irradiación (210 s) es el considerado en la terapia fototérmica plasmónica para entregar una densidad de energía acumulada de 233 J/cm². La densidad de energía total entregada (D_E) en cada una de las irradiaciones se calculó con la siguiente ecuación:

$$D_E = D_P * t \quad (1)$$

Donde: D_P es la densidad de potencia [mW/cm²] y t es el tiempo de irradiación [s].

La densidad de potencia [D_P], por su parte, se calculó mediante esta ecuación:

$$D_P = P_m / A \quad (2)$$

Donde: P_m es la potencia media del láser a la longitud de onda utilizada en el nivel máximo de energía, que se obtiene en mJ/s, y A es el área de irradiación en cm².

Para las irradiaciones se utilizó un mililitro de la muestra de AuNPs y un grupo control (*buffer* de fosfato, PBS por sus siglas en inglés) que se colocaron en un vial de vidrio con la finalidad de evitar la posible absorción de la energía del láser por el contenedor de la muestra. Cada irradiación, con sus respectivas variaciones de frecuencia de repetición del láser, se realizó por triplicado. El esquema estructural de la irradiación de las muestras se encuentra en la figura 2.

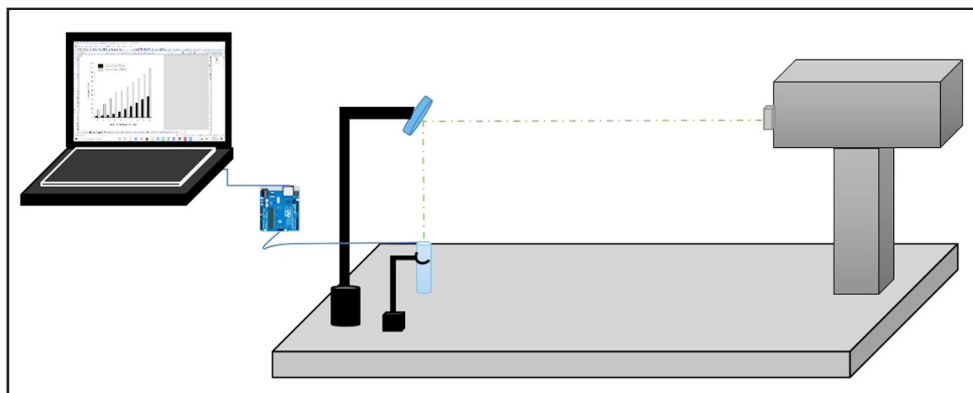


FIGURA 2

Arreglo experimental. Láser de Nd:YAG, cubeta de cuarzo con la muestra y el sistema de monitoreo de la temperatura

Fuente: elaboración propia.

En un inicio las muestras se encontraban a temperatura ambiente. Durante cada una de las irradiaciones, la temperatura se monitoreó con un termopar tipo K acoplado a una tarjeta Arduino UNO® (figura 2), codificada en Matlab para la medición de temperatura por segundo. El termopar fue sumergido en cada una de las muestras durante las irradiaciones.

Se realizaron las curvas de temperatura vs. tiempo para cada una de las variaciones de parámetros de irradiación con la finalidad de determinar las condiciones óptimas para llevar a cabo la terapia fototérmica plasmónica multifotónica.

2. RESULTADOS

2. 1. Síntesis y caracterización de las nanopartículas de oro

Con el método de Turkevich se realizó la síntesis de las AuNPs, donde el citrato, además de ser el agente reductor, también fungió como el agente estabilizante de la suspensión coloidal. La formación de las AuNPs se pudo observar tras el cambio de color de amarillo claro a rojo fuerte después de añadir la solución de HAuCl_4 a la de citrato, lo cual es indicativo de la correcta formación de las nanoestructuras.

La figura 3 ilustra los espectros de absorción UV-Vis de las AuNP inmediatamente después de ser sintetizadas, así como también los que se obtienen pasadas 36 h. Las bandas de absorción, correspondientes a la RSP se encuentran centradas a alrededor de los 520 nm, tanto para los espectros adquiridos inmediatamente después de la síntesis como para los espectros correspondientes a las 36 h.

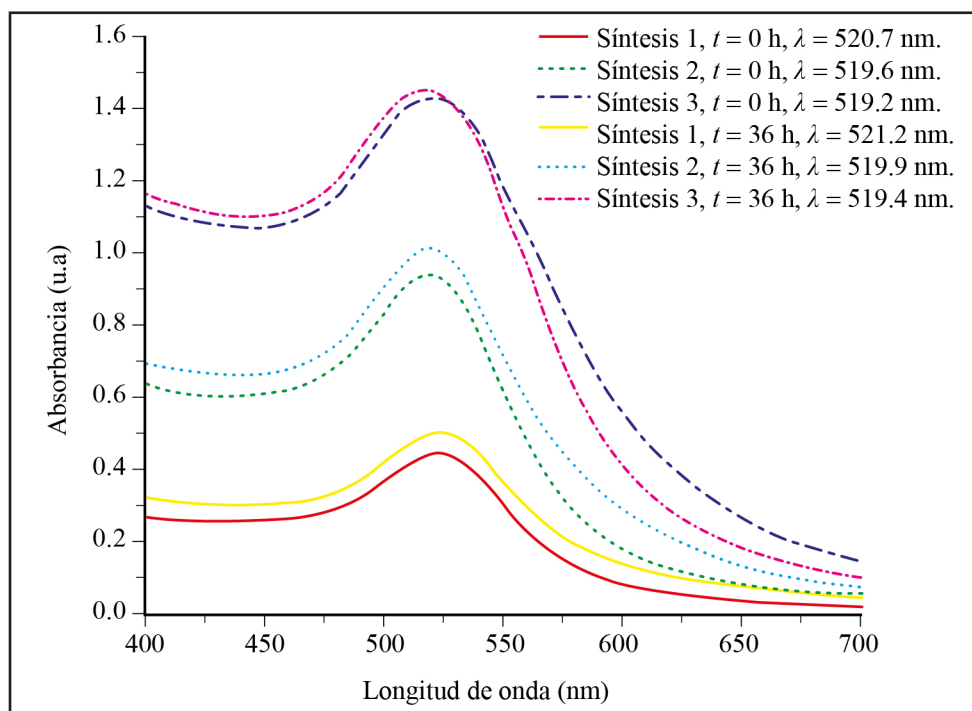


FIGURA 3

Espectros de absorción UV-Vis de nanopartículas de oro después de ser sintetizadas y después de 36 h

Fuente: elaboración propia.

La figura 4 presenta una micrografía TEM de las AuNPs sintetizadas, donde se observa que las nanopartículas obtenidas fueron de morfología esférica, así como también el histograma de frecuencias ($n = 600$) de las tres síntesis realizadas con el porcentaje de frecuencias correspondiente al diámetro de las nanopartículas. El diámetro promedio de las AuNPs sintetizadas fue de 20.7 ± 0.2 nm, obtenido a partir del ajuste de la función gaussiana del histograma.

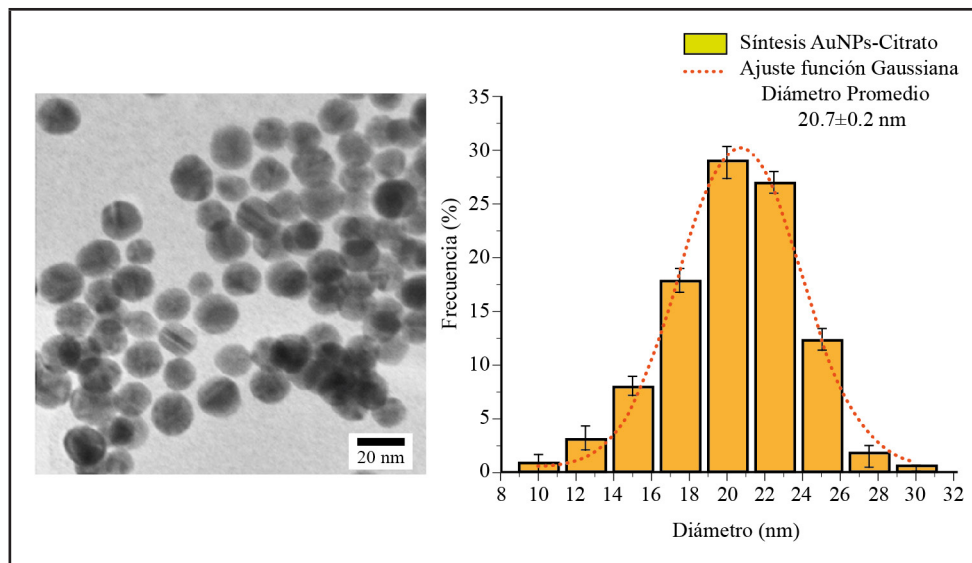


FIGURA 4

Micrografía obtenida de las AuNPs sintetizadas por microscopía electrónica de barrido e histograma de frecuencias por conteo de micrografías

Fuente: elaboración propia.

2. 2. Irradiación y monitoreo de la temperatura generada por las nanopartículas de oro

El cuadro 1 exhibe los parámetros de irradiación utilizados, así como también los cálculos empleados para obtener la energía total entregada (DE_m) en cada una de las irradiaciones. Como se puede observar la DE_m en la irradiación a 1 064 nm es el doble de la entregada a 532 nm, lo cual se debe a que en la emisión fundamental se tiene mayor número de fotones de longitud de onda de 1 064 nm en comparación con los fotones que se tienen a 532 nm; cabe recordar que la energía de un fotón es inversamente proporcional a su longitud de onda. Así, se podría pensar que la irradiación de 1 064 nm produciría el doble de la cantidad de calor; sin embargo, el calor depende de que en las AuNps se genere la RPS, lo cual sólo será posible si la frecuencia de irradiación es suficiente para producir absorción multifotónica.

Los resultados del incremento de temperatura alcanzados para la irradiación a 532 nm y 1 064 nm con sus correspondientes variaciones en la frecuencia de repetición de láser se muestran en las figuras 5 y 6.

Como se aprecia, la velocidad del incremento de temperatura es mayor en la irradiación de las AuNPs a 1 064 nm para cada una de sus frecuencias, aunque también lo es para las muestras control, lo que implicaría un incremento en los tejidos que no poseen AuNPs y causar su destrucción térmica. Para poder afirmar o refutar lo anterior, sería necesario realizar pruebas *in vivo* con la finalidad de observar los cambios histopatológicos del tejido a profundidad. En la figura 7 se encuentra la comparación del incremento total de temperatura para cada una de las irradiaciones con sus respectivas variaciones de frecuencia.

El incremento total de temperatura en la irradiación de AuNPs a 1 064 nm, con las frecuencias de repetición del láser de 5, 10 y 15 Hz, fue 3.4, 1.9 y 1.2 veces mayor, respectivamente, en comparación con el obtenido a 532 nm. Los resultados arrojan que la irradiación con dicha longitud de onda produce RPS, ya que la temperatura en las muestras con AuNPs es mayor a las de control, además de que la irradiación a 1 064 nm penetra más en el tejido siendo más adecuada en aplicaciones *in vivo*, ya que se encuentra dentro de la ventana óptica del tejido.

CUADRO 1

Parámetros de irradiación utilizados para la obtención de energía total entregada

Longitud (nm)	532	1 064
Energía (mJ)	49	108
Potencia media ($P_m = P_1 \cdot \text{Frecuencia}$)		
Frecuencia (Hz)	Pm (mJ/s)	
5	245	540
10	490	1080
15	735	1620
Área a irradiar 0.5026 cm ²		
Densidad de potencia ($DP_m = P_m / \text{Área}$)		
Frecuencia (Hz)	DP _m (W/cm ²)	
5	0.487	1.074
10	0.974	2.148
15	1.462	3.223
Densidad de energía ($DE_m = DP_m \cdot \text{tiempo}$)		
Tiempo de irradiación = 210 s		
Frecuencia (Hz)	(DE _m (J/cm ²))	
5	102.27	225.54
10	204.54	451.08
15	307.02	676.83

Fuente: elaboración propia.

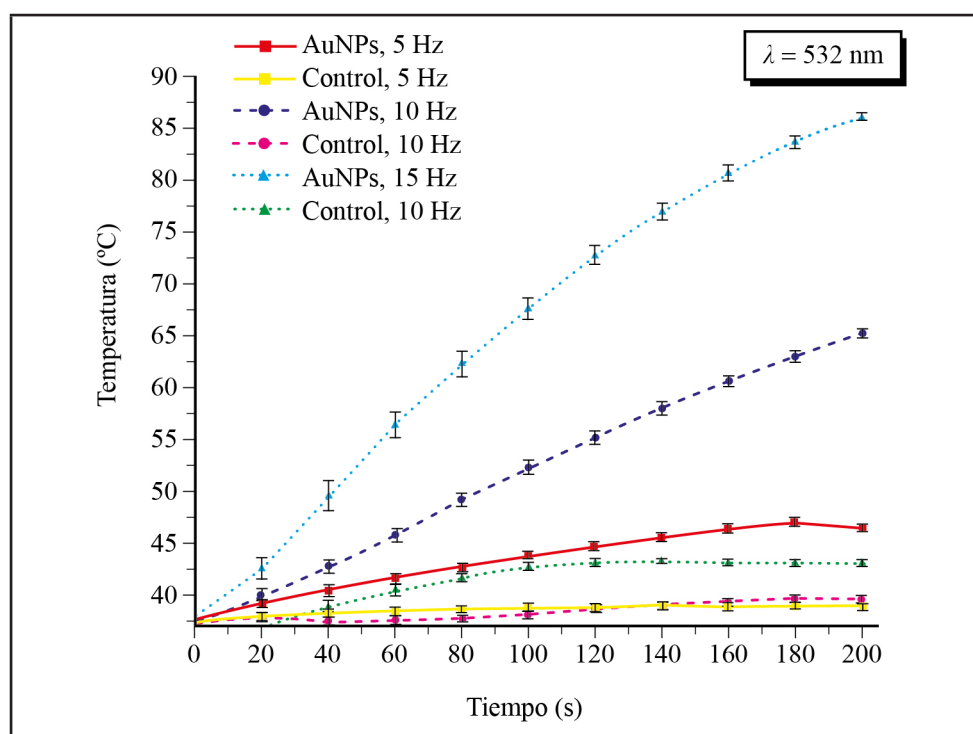


FIGURA 5

Incremento de la temperatura en la irradiación a 532 nm con frecuencias de repetición de 5, 10 y 15 Hz

Fuente: elaboración propia.

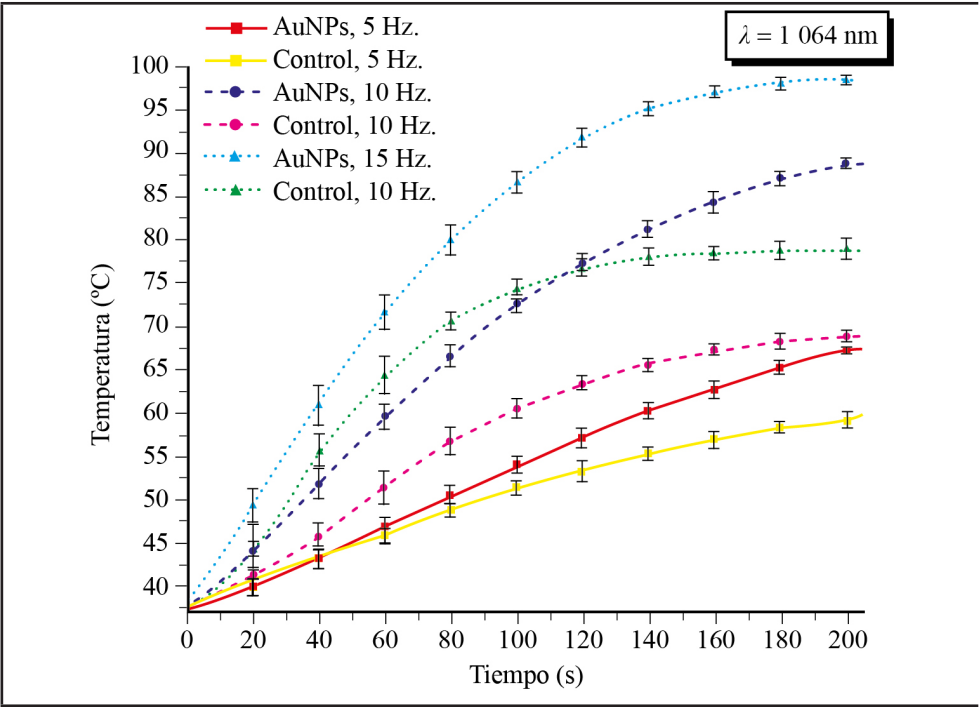


FIGURA 6

Incremento de la temperatura en la irradiación a 1 064 nm con frecuencias de repetición de 5, 10 y 15 Hz
Fuente: elaboración propia.

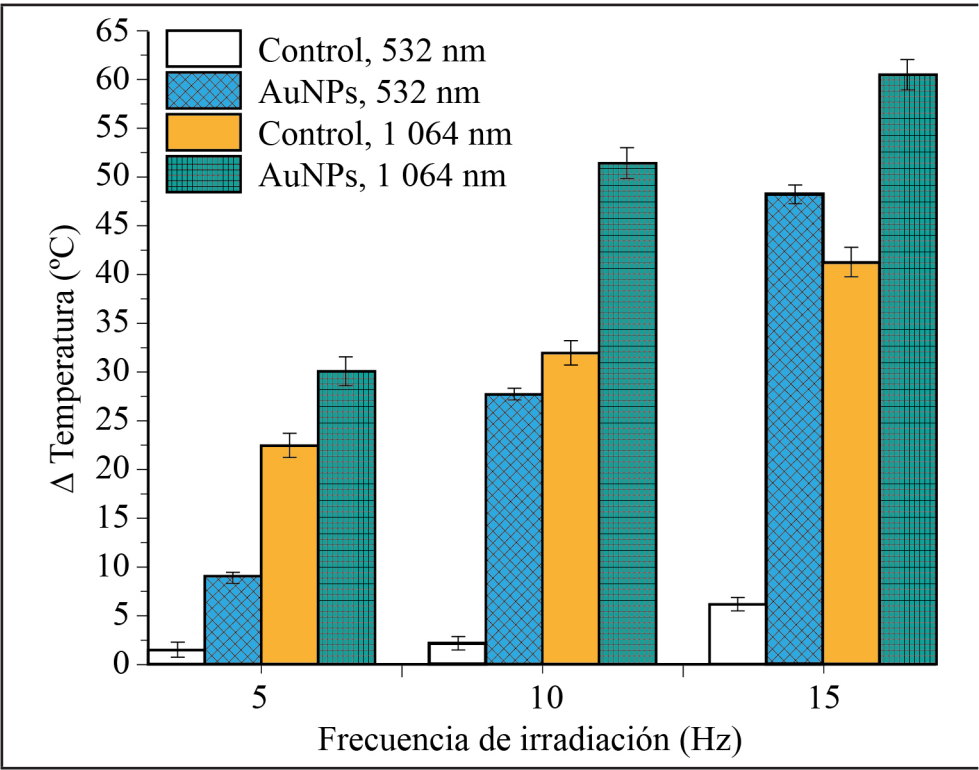


FIGURA 7

Incremento total de temperatura obtenido con irradiación a 532 nm y 1 064 nm con frecuencias de repetición de 5, 10 y 15 Hz
Fuente: elaboración propia.

PROSPECTIVA

Los resultados muestran un mayor incremento de temperatura con la irradiación a 1 064 nm en comparación a la obtenida con 532 nm. A su vez, indican que a 1 064 nm hubo absorción multifotónica en los electrones superficiales de las AuNPs que generó la RPS y, como consecuencia, la producción de calor. El incremento de temperatura es el primer indicador considerado para la posible aplicación en terapia fototérmica plasmónica multifotónica. Otro indicador es el alcance que posee la longitud de onda de 1 064 nm, ya que ésta se encuentra dentro de la ventana óptica del tejido, por lo que los componentes del tejido presentan menor absorción de esta longitud y dan la posibilidad de realizar la terapia en tejidos más profundos.

Aunado a lo anterior, en el área de la medicina hoy en día las AuNPs han mostrado una gran aplicación, debido a la facilidad de conjugar a su superficie diferentes moléculas biológicamente activas (péptidos, proteínas, fluoróforos, entre otros) (Kasten *et al.*, 2013; Luna-Gutiérrez *et al.*, 2012). Esta característica abre la posibilidad de aplicar terapias combinadas e incluso terapia y diagnóstico (teranóstica), como ya algunos autores lo han sugerido en otros campos como la medicina nuclear. La implementación de la terapia fototérmica plasmónica multifotónica y las técnicas de imágenes sugeridas (imagen óptica) producirían un menor daño biológico que otras terapias o técnicas de imagen de uso clínico en la actualidad.

Los resultados conseguidos permiten continuar el estudio en tejido biológico para conocer parámetros de aplicación clínica, como la eficiencia de producción de calor a profundidad en tejidos homogéneos y no homogéneos y, en un futuro, implementar métodos alternativos de tratamiento de diferentes enfermedades, como el cáncer, basados en la terapia fototérmica plasmónica multifotónica.

CONCLUSIONES O RESULTADOS

Las nanopartículas de oro se sintetizaron con un tamaño de 20.7 ± 0.2 nm y morfología esférica. La espectroscopía UV-Vis mostró una banda de absorción centrada a 520 nm tanto para las AuNPs analizadas después de la síntesis como para las analizadas luego de 36 horas. Los resultados indican que dichas nanopartículas se mantienen fisicoquímicamente estables.

Posterior a la irradiación con la longitud del láser de Nd:YAG de 532 nm (con variaciones de frecuencia de repetición del láser de 5, 10 y 15 Hz), se produjo calor y por ende el incremento de temperatura (hasta ~ 90 °C, 15 Hz). Sin embargo, la irradiación a la longitud de onda de 1 064 nm mostró un incremento de temperatura de 3.4, 1.9 y 1.2 veces más respecto a la lograda a 532 nm respectivamente. Con base en estos resultados, se puede afirmar que se experimentó absorción multifotónica en los electrones superficiales de las AuNPs, generada por la RPS y la subsecuente producción de calor. Lo anterior, abre la posibilidad de la aplicación futura de la terapia fototérmica plasmónica multifotónica.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto se desarrolló como parte de las actividades del Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo de Radiofármacos (LANIDER-CONACyT) del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares y la Red de Investigación-UAEMéx: Investigación en Farmacia y Teranóstica. Su financiamiento se llevó a cabo con los proyectos 337 Cátedras CONACyT, el de ciencia básica CB-2016-286753 y el 5020/2020CIB de la Secretaría de Investigación y Estudios Avanzados de la Universidad Autónoma del Estado de México. Agradecemos la beca otorgada a la estudiante de la Maestría en Física Médica (UAEMéx) Flonth Viena Gutiérrez Cruz a través del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC, CONACyT). Asimismo, extendemos los agradecimientos a los árbitros que con sus comentarios al artículo aportaron una mejora a su contenido y estructura.

REFERENCIAS

- Aioub, M., Austin, L. A., & El-Sayed, M. A. (2018). Gold nanoparticles for cancer diagnostics, spectroscopic imaging, drug delivery, and plasmonic photothermal therapy. In *Inorganic Frameworks as Smart Nanomedicines*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813661-4.00002-X>
- Ali, M. R. K., Wu, Y., & El-Sayed, M. A. (2019). Gold-Nanoparticle-Assisted Plasmonic Photothermal Therapy Advances Toward Clinical Application [Review-article]. *Journal of Physical Chemistry C*, 123(25), 15375-15393. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.9b01961>
- Golovynskiy, S., Golovynska, I., Stepanova, L. I., Datsenko, O. I., Liu, L., Qu, J., & Ohulchanskyy, T. Y. (2018). Optical windows for head tissues in near-infrared and short-wave infrared regions: Approaching transcranial light applications. *Journal of Biophotonics*, 11(12), e201800141. <https://doi.org/10.1002/jbio.201800141>
- Huang, X., & El-Sayed, M. A. (2010). Gold nanoparticles: Optical properties and implementations in cancer diagnosis and photothermal therapy. In *Journal of Advanced Research*. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2010.02.002>
- Huh, J. H., Lee, J., & Lee, S. (2018). Comparative study of plasmonic resonances between the roundest and randomly faceted Au nanoparticles-on-mirror cavities. *ACS Photonics*, 5(2), 413-421. <https://doi.org/10.1021/acsp Photonics.7b00856>
- Kasten, B. B., Liu, T., Nedrow-Byers, J. R., Benny, P. D., & Berkman, C. E. (2013). Targeting prostate cancer cells with PSMA inhibitor-guided gold nanoparticles. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 23(2), 565-568. <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2012.11.015>
- Liu, Y., Crawford, B. M., & Vo-Dinh, T. (2018). Gold nanoparticles-mediated photothermal therapy and immunotherapy. *Immunotherapy*, 10(13), 1175-1188. <https://doi.org/10.2217/imt-2018-0029>
- Liu, Y., Bhattarai, P., Dai, Z., & Chen, X. (2019). Photothermal therapy and photoacoustic imaging via nanotheranostics in fighting cancer. *Chemical Society Reviews*, 48(7), 2053-2108. <https://doi.org/10.1039/C8CS00618K>
- Luna-Gutiérrez, M., Ferro-Flores, G., Ocampo-García, B., Jiménez-Mancilla, N., Morales-Avila, E., De León-Rodríguez, L., & Isaac-Olivé, K. (2012). 177Lu-labeled monomeric, dimeric and multimeric RGD peptides for the therapy of tumors expressing $\alpha(v)\beta(3)$ integrins. *Journal of Labelled Compounds and Radiopharmaceuticals*, 55(4), 140-148. <https://doi.org/10.1002/jlcr.2910>
- Ma, Y. C., Zhu, Y. H., Tang, X. F., Hang, L. F., Jiang, W., Li, M., Khan, M. I., You, Y. Z., & Wang, Y. C. (2019). Au nanoparticles with enzyme-mimicking activity-ornamented ZIF-8 for highly efficient photodynamic therapy. *Biomaterials Science*, 7(7), 2740-2748. <https://doi.org/10.1039/c9bm00333a>
- Panikkanalappil, S. R., Hooshmand, N., & El-Sayed, M. A. (2017). Intracellular assembly of nuclear-targeted gold nanosphere enables selective plasmonic photothermal therapy of cancer by shifting their absorption wavelength toward near-infrared region. *Bioconjugate Chemistry*, 28(9), 2452-2460. <https://doi.org/10.1021/acs.bioconjchem.7b00427>
- Paschotta, R. (2019). Multiphoton absorption. *RP Photonics Encyclopedia*. Retrieved from https://www.rp-photonics.com/multiphoton_absorption.html
- Riley, R. S., & Day, E. S. (2017). Gold nanoparticle-mediated photothermal therapy: Applications and opportunities for multimodal cancer treatment. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Nanomedicine and Nanobiotechnology*, 9(4), e1449. <https://doi.org/10.1002/wnan.1449>

- Sivasubramanian, M., Chuang, Y. C., & Lo, L. W. (2019). Evolution of nanoparticle-mediated photodynamic therapy: From superficial to deep-seated cancers. *Molecules*, 24(3). <https://doi.org/10.3390/molecules24030520>
- Szepes, L., & Tarczay, G. (1999). Photoelectron Spectrometers. *Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry*, 1822-1830. <https://doi.org/10.1006/RWSP.2000.0235>
- Zhang, D., Wu, T., Qin, X., Qiao, Q., Shang, L., Song, Q., Yang, C., & Zhang, Z. (2019). Intracellularly generated immunological gold nanoparticles for combinatorial photothermal therapy and immunotherapy against tumor. *Nano Letters*, 19(9), 6635-6646. <https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.9b02903>

CC BY-NC-ND



Sensibilidad del carbón de la espiga del maíz a diferentes fungicidas

Quezada-Salinas, Andrés; Moreno-Velázquez, Magnolia; De León, Carlos; Nava-Díaz, Cristian;

Hernández-Anguiano, Ana María; Márquez-Licon, Guillermo

Sensibilidad del carbón de la espiga del maíz a diferentes fungicidas

CIENCIA *ergo-sum*, vol. 30, núm. 2, julio-octubre 2023 | **e200**

Ciencias Naturales y Agropecuarias

Universidad Autónoma del Estado de México, México

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.



Quezada-Salinas, A., Moreno-Velázquez, M., De León, C., Nava-Díaz, C., Hernández-Anguiano, A. M. y Márquez-Licon, G. (2023). Sensibilidad del carbón de la espiga del maíz a diferentes fungicidas. *CIENCIA ergo-sum*, 30(2). <http://doi.org/10.30878/ces.v30n2a7>

Sensibilidad del carbón de la espiga del maíz a diferentes fungicidas

Sensitivity of head smut of maize to different fungicides

Andrés Quezada-Salinas*

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, México

andresqsa79@gmail.com

 <http://orcid.org/0000-0002-6476-5251>

Recepción: 15 de junio de 2021

Aprobación: 3 de febrero de 2022

Magnolia Moreno-Velázquez

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria, México

magnoliux@colpos.mx

 <http://orcid.org/0000-0002-8222-6374>

Carlos De León

Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, México

cdeleon@colpos.mx

 <http://orcid.org/0000-0001-5945-1998>

Cristian Nava-Díaz

Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, México

cnava@colpos.mx

 <http://orcid.org/0000-0003-1502-0277>

Ana María Hernández-Anguiano

Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, México

ahernandez@colpos.mx

 <http://orcid.org/0000-0003-4562-4565>

Guillermo Márquez-Licona

Instituto Politécnico Nacional, México

gmarquezl@ipn.mx

 <http://orcid.org/0000-0002-3981-8585>

RESUMEN

Se determina la sensibilidad de *Sporisorium reilianum* f. sp. *zeae* a diferentes fungicidas en condiciones de *in vitro*, como factor previo a su uso en campo. Para cada fungicida se evaluaron cinco concentraciones: 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1 y 1 gramo de ingrediente activo por litro; la cantidad necesaria para preparar dichas concentraciones fue adicionada a medio de cultivo PDA, el cual se depositó en cajas Petri, y las teliosporas del hongo fueron expuestas sobre el medio. Se establece que carboxín y carboxín+captán inhibieron por completo la germinación de teliosporas y el desarrollo de colonias *in vitro*. Se propone el uso de carboxín y tebuconazol+thiram en la rotación de grupos químicos para el manejo integrado del carbón de la espiga del maíz.

PALABRAS CLAVE: *Sporisorium reilianum* f. sp. *zeae*, fungicidas, *in vitro*.

ABSTRACT

The sensitivity of *Sporisorium reilianum* f. sp. *zeae* to different fungicides was determined under *in vitro* conditions, as a factor prior to its use in the field. Five concentrations were evaluated for each fungicide: 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1 and 1 gram of active ingredient per liter; the necessary amount to prepare the concentrations was added to PDA culture medium, which was deposited in Petri dishes, teliospores of the fungus were exposed on the medium. Carboxin and carboxin+captan completely inhibit the teliospore germination and colony development *in vitro*. The use of carboxin and tebuconazole+thiram in the rotation of chemical groups for the integrated management of corn ear charcoal is proposed.

KEYWORDS: *Sporisorium reilianum* f. sp. *zeae*, fungicides, *in vitro*.

AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

andresqsa79@gmail.com

INTRODUCCIÓN

México es uno de los más importantes consumidores de maíz. La producción de este cereal se concentra en los estados de Sinaloa, Jalisco, Michoacán, México, Guanajuato, Guerrero y Veracruz, los cuales aportan poco más del 67% de la producción nacional, la cual fue de 27 424 527.55 t para 2020 (SIAP, 2021). El maíz, como cualquier otro cultivo, no está exento del ataque de malezas, patógenos e insectos cuasantes de pérdidas en la producción (Reséndiz *et al.*, 2016). Una de las principales enfermedades es el carbón de la espiga causado por el hongo *Sporisorium reilianum* f. sp. *zeae* (Kühn) Langdon y Fullerton (Basidiomycota, Ustilaginaceae), sinónimo *Sphacelotheca reiliana* (Khün) Clinton (Matyac y Kommedahl, 1985a; Matyac y Kommedahl, 1985b); esta enfermedad se presenta con mayor incidencia en los Valles Altos de México y sus daños se han incrementado ciclo tras ciclo desde su aparición en 2003 (Aquino-Martínez *et al.*, 2011). En el Estado de México se ha estimado una reducción en el rendimiento hasta del 15% en variedades e híbridos susceptibles, mientras que en otras regiones de México se reportan incidencias que oscilan de 0.1 hasta 42.5% (Pérez *et al.*, 2006; Sánchez-Pale *et al.*, 2011), pero también se han observado incidencias de hasta 80% en otras regiones del mundo (Pataky, 1999) y pérdidas en el rendimiento de hasta 300 000 t en China (Zhang *et al.*, 2013). La afectación en el rendimiento de grano causado por *S. reilianum* f. sp. *zeae* se debe a que este hongo desarrolla estructuras denominadas *soros* (que contienen teliosporas) que reemplazan de forma parcial o completa a la mazorca y la espiga, ambos durante la etapa de floración, lo cual reduce la producción de grano por planta y mazorca. La infección por este patógeno tiene lugar cuando las teliosporas (diploides) que se encuentran en el suelo de cultivo germinan y dan lugar a esporidias haploides de cuatro tipos diferentes de apareamiento (Ingold, 1994; Schirawski *et al.*, 2005). Las esporidias con diferente tipo de apareamiento a y b son compatibles y forman hifas de conjugación que se fusionan; esto conduce a la formación de un dicarion filamentoso (hifa parasítica) (Schirawski *et al.*, 2005), que penetra la raíz de la plántula, y las hifas proliferan para invadir el tejido de manera sistémica (Martínez *et al.*, 2000; Martínez *et al.*, 1999; Ghareeb *et al.*, 2011). Sólo en el momento de la floración los síntomas y signos son visibles: cuando la inflorescencia es reemplazada total o parcialmente por soros (Ghareeb *et al.*, 2011; Stromberg *et al.*, 1984). Debido a que la infección ocurre durante la germinación de la semilla y estados tempranos de desarrollo de la plántula de maíz, la principal estrategia de control se basa en la generación de material resistente, pero sobre todo en la aplicación directa de fungicidas a las semillas para prevenir el contacto entre el patógeno y el hospedante durante estas etapas de desarrollo (Stienstra *et al.*, 1985; Martínez y Ledesma, 1990; Wright *et al.*, 2006).

Sin embargo, se desconoce la eficiencia de los fungicidas utilizados en el tratamiento a la semilla, ya que, aun cuando es tratada, la incidencia de la enfermedad es cada vez mayor. Esto ha favorecido la dispersión del patógeno y el incremento en la superficie con problemas de carbón. Por lo anterior, el objetivo del artículo es evaluar la sensibilidad de *Sporisorium reilianum* f. sp. *zeae* a diferentes fungicidas y sus efectos en la germinación de teliosporas y formación de basidiosporas que darán origen a la etapa infectiva.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

1. 1. Recolección de teliosporas

Mazorcas y espigas de plantas infectadas con *Sporisorium reilianum* f. sp. *zeae* fueron recolectadas en parcelas de producción comercial de maíz localizadas en el municipio de Metepec, Estado de México, México (19°12'54.40" N; 99°36'1.09" O). El material vegetal infectado se colocó en bandejas plásticas y se dejó secar por 15 días en invernadero. Una vez pasado ese tiempo, se recolectaron las teliosporas y se almacenaron en bolsas de papel a 22 ± 2 °C hasta su uso.

1. 2. Viabilidad de teliosporas

Se utilizaron teliosporas de *S. reilianum* f. sp. *zeae* desinfectadas en una solución de CuSO₄ al 1% (w/v) por 12 h, se lavaron con tres cambios de agua destilada estéril y se recuperaron en papel filtro. La viabilidad del inóculo se verificó antes de su uso. Se preparó una suspensión de 50 000 teliosporas mL⁻¹ en una solución de Tween al 0.05% en agua destilada estéril y se depositó 1 mL por caja Petri con medio de cultivo de papa dextrosa agar (PDA) preparado a partir de papas (Gilchrist *et al.*, 2005). Las placas se incubaron en oscuridad a 25 °C durante 48, 72 y 96 h. Cinco placas se observaron directamente en el microscopio y el número de teliosporas germinadas por campo se contó a magnificación de 40X. Se observaron cinco campos por caja y se registró el promedio de germinación como porcentaje.

1. 3. Fungicidas

Se determinó la sensibilidad de *S. reilianum* f. sp. *zeae* a los fungicidas indicados en el cuadro 1.

CUADRO 1

Características y formulación de los fungicidas utilizados en la evaluación de la sensibilidad en el carbón de la espiga del maíz (*Sporisorium reilianum* f. sp. *zeae*)

Fungicida	Grupo (Código FRAC) ^X	Modo de acción	Formulación	Dosis de aplicación recomendada por el fabricante	Dosis de aplicación en µg i. a.	Observaciones
Carboxín	SDHI (7)	Sistémico	400 g i. a. L ⁻¹	250 mL 100 kg semilla ⁻¹	1 g i. a.	<i>Sphacelotheca reiliana</i> *
Carboxín + Captán	SDHI (7), Phthalimides (M4)	Sistémico-contacto	200 + 200 g i. a. Kg ⁻¹	260 g 100 kg semilla ⁻¹	1 g i. a.	<i>Sphacelotheca reiliana</i> *
Difenoconazol	DMI (3)	Sistémico	250 g i. a. L ⁻¹	500 mL 100 L agua ⁻¹	1.25 g i. a.	
Propiconazol	DMI (3)	Sistémico	250 g i. a. L ⁻¹	500 mL 100 L agua ⁻¹	1.25 g i. a.	
Tebuconazol	DMI (3)	Sistémico	120 g i. a. L ⁻¹	500 mL 100 kg semilla ⁻¹	1.2 g i. a.	
Tebuconazol + Thiram	DMI (3), Dithio-carbamates (M3)	Sistémico-contacto	6.6 + 220 g i. a. L ⁻¹	300 mL 100 kg semilla ⁻¹	0.679 g i. a.	
Triadimenol	DMI (3)	Sistémico	150 g i. a. L ⁻¹	500 mL 100 kg semilla ⁻¹	0.75 g i. a.	<i>Sphacelotheca reiliana</i> *

Fuente: elaboración propia.

Nota: SDHI = succinate dehydrogenase inhibitors; DMI = demethylation inhibitor; * = recomendado por el fabricante para el control de *Sphacelotheca reiliana*; i. a. = ingrediente activo.

1. 4. Evaluación de la sensibilidad a fungicidas

La sensibilidad de *S. reilianum* f. sp. *zeae* a los diferentes fungicidas (cuadro 1) fue determinada sobre la germinación, tamaño del basidio, formación de basidiosporas primarias, secundarias y terciarias y formación de colonias de basidiosporas. Para cada fungicida se evaluaron cinco concentraciones: 0.0001, 0.001, 0.01, 0.1 y 1 g i. a. (gramo de ingrediente activo) L⁻¹ a partir de una solución madre a 1 g i. a. L⁻¹ diluida en RPMI-1640 (Sigma; cat#RH130-1L). La cantidad necesaria para preparar dichas concentraciones se adicionó a PDA a 50 °C (Noel *et al.*, 2018); PDA sin fungicida se usó como testigo. Una vez adicionado el fungicida al PDA, se mezcló durante 1 min con un agitador magnético estéril. La mezcla se vació en cajas Petri de plástico y se

dejaron reposar por 48 h. Se prepararon cuatro cajas por concentración de fungicida y testigo, y una suspensión de teliosporas desinfectadas en agua destilada estéril a concentración de 50 000 teliosporas estéril (Quezada-Salinas *et al.*, 2013). Se depositaron 0.5 mL de suspensión por caja con PDA y fungicida, y se distribuyó de manera uniforme sobre el medio de cultivo con un triángulo de vidrio estéril. Las cajas se incubaron en oscuridad a 25 °C.

La efectividad de cada fungicida se evaluó a las 96 h de incubación y se determinó el porcentaje de germinación, tamaño del basidio, formación de basidiosporas primarias, secundarias y terciarias y formación de colonias de basidiosporas. El porcentaje de germinación, formación de basidiosporas primarias, secundarias y terciarias y la formación de colonias de basidiosporas para cada dosis se calculó respecto al porcentaje de germinación del testigo. Las variables se cuantificaron en cuatro campos del microscopio de luz en 40x. El porcentaje medio por caja Petri se calculó usando la media de los cuatro campos observados. Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y a una prueba de comparación de medias (Tukey: $P \leq 0.05$) mediante el paquete estadístico SAS para Windows (Versión 8.1). El experimento se repitió en dos ocasiones bajo un diseño al azar. A partir de los porcentajes de inhibición de la germinación, obtenidos mediante la fórmula de Abbott (1925), se estimó la concentración efectiva 50 (CE₅₀); para ello, los porcentajes se transformaron a unidades probit y las concentraciones, a logaritmos (Throne *et al.*, 1995).

2. RESULTADOS

2. 1. Viabilidad de teliosporas

En medio PDA a 25 °C se registró 17%, 28% y 30.25% de teliosporas germinadas después de 48, 72 y 96 h respectivamente. Las teliosporas formaron un basidio septado con cuatro células y cada una de ellas dio origen a una basidioespora que desarrolló colonias tipo levadura de color crema (figura 1).

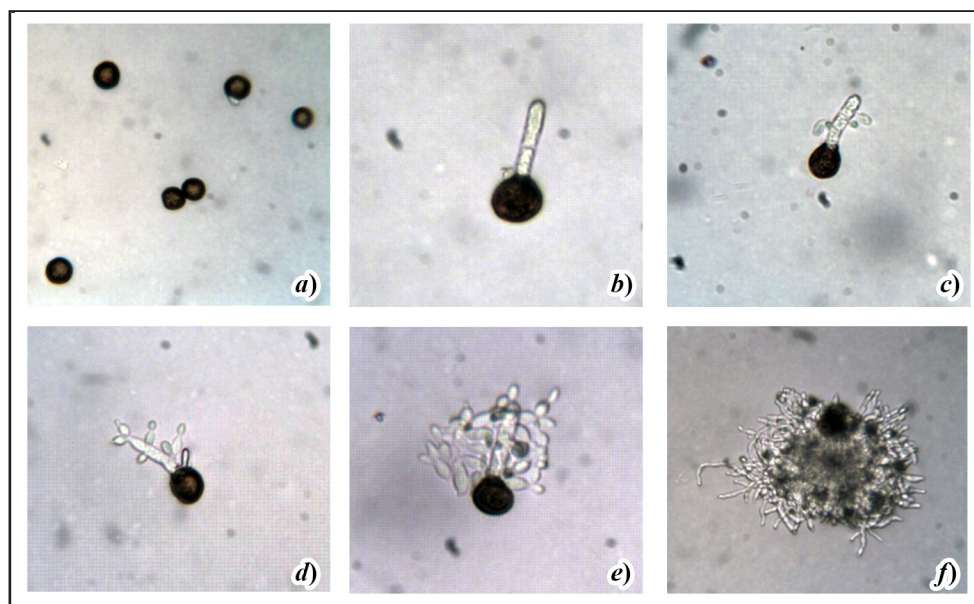


FIGURA 1

Proceso de germinación de una teliospora de *Sporisorium reilianum* f. sp. *zeae* (sinónimo *Saphaceloteca reiliana*)

Fuente: elaboración propia.

Nota: a) Teliospora sin germinar. b) Teliospora germinada con basidio septado. c) Basidiosporas primarias. d) Basidiosporas primarias con formación de basidiosporas secundarias. e) Basidiosporas terciarias. f) Colonia de basidiosporas.

2. 2. Evaluación de la sensibilidad a fungicidas

La mayor cantidad de teliosporas germinadas en el testigo (30.25%) se obtuvo después de 96 h de incubación. Tanto en el testigo como en algunos tratamientos con fungicida, las teliosporas formaron un basidio septado con cuatro células, cada una de las cuales originó una basidiospora.

Todos los fungicidas inhibieron significativamente la germinación de teliosporas comparados con el testigo ($P \leq 0.05$) a 96 h después de la inoculación de cajas (cuadro 2). Sin embargo, carboxín inhibió en su totalidad la germinación a partir de 0.001 g i. a. L^{-1} , siendo el fungicida con mayor efectividad, seguido de carboxín+captán, el cual inhibió la germinación de teliosporas a partir de 0.01 g i.a. L^{-1} . Al respecto, ambos fungicidas están recomendados para el tratamiento de semilla de maíz y control de *Sphacelotheca reiliana* a una dosis de aplicación recomendada de 250 mL 100 kg semilla $^{-1}$ y 260 g 100 kg semilla $^{-1}$, respectivamente, que equivalen a 1 g i. a. en cada caso (cuadro 1), por lo que en este estudio se determinó que se requiere de una dosis menor a la recomendada para inhibir la germinación. Otro fungicida que también es recomendado y de mayor uso para el control de dicho patógeno es triadimenol; sin embargo, en este estudio fue el fungicida que, después del testigo (PDA), permitió el mayor porcentaje de germinación de teliosporas, el cual llegó a ser de 56.19% para la dosis más baja y de 38.01% en la mayor concentración, 1 g i. a. L^{-1} . Es decir, en ninguna de las concentraciones evaluadas para triadimenol se registró un efecto inhibitorio por arriba del 90%; cabe señalar que la dosis recomendada de acuerdo con el cuadro 1 es de 0.75 g i. a. Kg^{-1} para ejercer un control contra el patógeno. Un comportamiento muy similar al de triadimenol se observó para propiconazol, el cual también facilitó la germinación de teliosporas hasta en la dosis más alta (1 g i. a. L^{-1}). Difeconazol únicamente inhibió la germinación en la dosis de 1 g i. a. L^{-1} , por lo que requirió menor cantidad de ingrediente activo a la dosis de 1.25 g i. a. L^{-1} que recomienda el fabricante.

Por su parte, la combinación de tebuconazol+thiram, la cual está indicada para el tratamiento de semilla de cebada, avena y trigo para el control del carbón descubierto de la cebada (*Ustilago nuda*) y carbón cubierto (*Ustilago hordei*), inhibió la germinación de teliosporas de *S. reilianum* f. sp. *zeae* a partir de la concentración de 0.01 g i. a. L^{-1} . Por lo anterior se propone su uso en el tratamiento de semilla de maíz para el control del carbón de la espiga, ya que la dosis a la cual se inhibe la germinación es en menor a la dosis de aplicación que sugiere el fabricante (0.679 g i. a.). Por último, cuando se aplicó únicamente tebuconazol, la inhibición de la germinación se presentó a partir de las 0.1 g i. a. L^{-1} , que es una dosis menor a la recomendada por el fabricante (1.2 g i.a.).

CUADRO 2

Efecto de diferentes fungicidas adicionados al medio PDA en la germinación de teliosporas y la formación de basidiosporas de *Sporisorium reilianum* f. sp. *zeae* a 25 °C en oscuridad durante 96 h de incubación

Fungicida	Fungicida Concentración (g i. a./L)	Acumulación de la germinación a las 96 horas					
		Teliosporas sólo con basidio (%)	Longitud del basidio (µm)	Teliosporas con basidio y basidiosporas primarias (%)	Teliosporas con basidio y basidiosporas secundarias (%)	> basi- diosporas secundarias (%)	Germi- nación Total (%)
Triadimenol	0.0001	3.31abc*	22.73cd	5.78abc	2.48dc	42.97bc	56.19bcd
	0.001	2.48abc	22.65cd	5.78abc	4.96abcd	40.49bcd	57.85bc
	0.01	1.65abc	21.18d	4.13bc	6.61abcd	36.36cde	54.54bcd
	0.1	1.65abc	21.76d	0.82c	4.13bcd	38.84bcd	52.06bcd
	1	2.48abc	21.00d	4.13bc	2.48dc	28.10cdefg	38.01cdefg

CUADRO 2 (continúa)

Efecto de diferentes fungicidas adicionados al medio PDA en la germinación de teliosporas y la formación de basidiosporas de *Sporisorium reilianum* f. sp. *zeae* a 25 °C en oscuridad durante 96 h de incubación

Fungicida	Fungicida Concentración (g i. a./L)	Acumulación de la germinación a las 96 horas					
		Teliosporas sólo con basidio (%)	Longitud del basidio (µm)	Teliosporas con basidio y basidiosporas primarias (%)	Teliosporas con basidio y basidiosporas secundarias (%)	> basi- diosporas secundarias (%)	Germi- nación Total (%)
Tebuconazole	0.0001	3.30abc	23.42cd	2.48bc	4.13bcd	42.97bc	56.19bcd
	0.001	0.82bc	27.08bc	6.61abc	3.30dc	28.10cdefg	40.49cdefg
	0.01	2.48abc	31.43b	3.30bc	5.78abcd	9.92hij	23.96ghi
	0.1	0.00c	0.00e	0.00c	0.00d	0.00j	0.00j
	1	0.00c	0.00e	0.00c	0.00d	0.00j	0.00j
Tebuconazole +Thiram	0.0001	2.48abc	37.71a	4.96bc	3.30dc	25.62defgh	39.67cdefg
	0.001	3.30abc	38.35a	4.96bc	2.48dc	22.31efgh	39.67cdefg
	0.01	0.00c	0.00e	0.00c	0.00d	0.00j	0.00j
	0.1	0.00c	0.00e	0.00c	0.00d	0.00j	0.00j
	1	0.00c	0.00e	0.00c	0.00d	0.00j	0.00j
Difeno- conazole	0.0001		21.36d	3.31bc	10.74abc	32.23cdef	52.06bcde
	0.001	3.30abc	23.91cd	6.61abc	5.78abcd	35.53cde	55.37bcd
	0.01	2.48abc	21.48d	9.09ab	12.39ab	16.52fghi	44.63cdef
	0.1	4.13abc	20.06d	13.22a	13.22a	0.00j	32.23efgh
	1	0.00c	0.00e	0.00c	0.00d	0.00j	0.00j
Propi- conazole	0.0001	3.30abc	21.54d	1.65bc	4.13bcd	54.54b	68.59b
	0.001	3.30abc	23.36cd	9.09ab	1.65d	33.05cde	49.58bcde
	0.01	1.65abc	21.58d	2.48bc	0.82d	28.92cdef	37.19defg
	0.1	1.65abc	21.77d	4.96bc	4.13bcd	12.39ghij	28.92fgh
	1	5.78abc	21.16d	5.78abc	0.82d	0.00j	12.39hij
Carboxín+ Captán	0.0001	4.13abc	22.60cd	4.96bc	2.48dc	32.23cdef	46.28cdef
	0.001	7.43a	22.21cd	4.13bc	0.82d	1.65ij	14.04hij
	0.01	0.00c	0.00e	0.00c	0.00d	0.00j	0.00j
	0.1	0.00c	0.00e	0.00c	0.00d	0.00j	0.00j
	1	0.00c	0.00e	0.00c	0.00d	0.00j	0.00j
Carboxín	0.0001	6.61ab	19.10d	0.00c	0.00d	0.00j	6.61ij
	0.001	0.00c	0.00e	0.00c	0.00d	0.00j	0.00j
	0.01	0.00c	0.00e	0.00c	0.00d	0.00j	0.00j
	0.1	0.00c	0.00e	0.00c	0.00d	0.00j	0.00j
	1	0.00c	0.00e	0.00c	0.00d	0.00j	0.00j
Testigo PDA		0.00c	23.49cd	0.00c	0.80d	99.1a	100.00a

Fuente: elaboración propia.

Nota: *medias con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

La CE₅₀ para la inhibición de la germinación de teliosporas de *S. reilianum* f. sp. *zeae* se presenta en el cuadro 3. Carboxín, carboxín+captán y tebuconazole+thiram tuvieron el mayor efecto en la inhibición de la germinación, mientras que difeconazol, propiconazol, tebuconazol, el menor efecto.

En el cuadro 3 también se muestran los valores de la CE_{50} para la inhibición de la formación de colonias de basidiosporas de *S. reilianum* f. sp. *zeae*. Carboxín en todas sus concentraciones probadas fue el único fungicida que inhibió la formación de colonias; sin embargo, todos los fungicidas fueron efectivos estadísticamente.

CUADRO 3

Concentración efectiva de fungicidas a la cual se inhibe el 50% de germinación de teliosporas y desarrollo de colonias de basidiosporas de *Sporisorium reilianum* f. sp. *zeae* incubadas a 25 °C en oscuridad durante 96 h

Fungicida	Germinación	Formación de colonias
	CE_{50}	CE_{50}
Carboxín	0.054	0.000
Carboxín+captán	0.109	0.075
Difeconazole	1.095	0.064
Propiconazole	2.104	0.251
Tebuconazole	0.306	0.088
Tebuconazole+thiram	0.130	0.035
Triadimenol	19.609	7.1
DMS _(0.05)	5.523	0.077

Fuente: elaboración propia.

PROSPECTIVA

El hongo *S. reilianum* f. sp. *zeae* inverna como teliosporas en el suelo y en ocasiones sobre la semilla. Cuando se presentan las condiciones óptimas de temperatura y humedad del suelo para el desarrollo de las teliosporas, éstas germinan y dan origen a un filamento corto llamado *promicelio* o *probasidio*, en donde el núcleo diploide migra y experimenta la meiosis, la cual resulta en cuatro células, cada una con un núcleo haploide. Estas células producen basidiosporas, las cuales producen otras y así de manera sucesiva formando cadenas de células haploides denominadas *esporidias*. Las esporidias tienen la característica de poseer tipos de acoplamiento opuestos (+ y -), que por lo general son producidos en igual número (Ingold, 1994; Téféri *et al.*, 1989; Baier y Krüger, 1962). Esporidias con tipos de acoplamiento opuesto se unen dando origen a hifas infectivas dicarióticas (binucleadas). Estas hifas dicarióticas infectan a las plántulas de maíz vía mesocotilo o raíz (Martínez *et al.*, 2002; Martínez *et al.*, 2000; Fowler, 1985) e invaden sistémicamente los tejidos del meristemo y el tejido floral indiferenciado (Martínez *et al.*, 1999; Matyac, 1985; Fullerton, 1970).

Debido a que el inóculo se encuentra en el suelo de cultivo, los fungicidas han sido la herramienta de manejo primaria para el control del carbón de la espiga, en donde el principal objetivo es evitar la infección durante el desarrollo de la plántula (Wright *et al.*, 2006). Sin embargo, no existen estudios que sustenten su uso y que estén respaldados por evaluaciones de efectividad. Esto es de vital importancia, ya que un estudio de sensibilidad a fungicidas es fundamental para establecer una base para futuras comparaciones en el monitoreo de los cambios en la sensibilidad del patógeno a los fungicidas que, a su vez, pueden predecir la efectividad de los programas de manejo.

En México este es el primer reporte *in vitro* de la evaluación de la sensibilidad de *Sporisorium reilianum* f. sp. *zeae* a diferentes fungicidas, en donde se analiza la germinación de teliosporas como factor de generación de esporidias, las cuales son necesarias para la formación de la hifa infectiva (dicarion), ya que la fase haploide es incapaz de infectar, y solamente la hifa dicariótica derivada de la unión de dos esporidias compatibles es infectiva (Schirawski *et al.*, 2005; Martínez *et al.*, 2002).

Aunque todos los fungicidas inhibieron significativamente la germinación de las teliosporas respecto al testigo, en nuestro estudio *S. reilianum* f. sp. *zeae* fue más sensible a carboxín, ya que únicamente se presentó la germinación de teliosporas a una dosis de 0.0001 g L^{-1} sin el desarrollo de basidiosporas, que son las responsables de la formación del dicarion (hifa infectiva) (Martinez *et al.*, 2000), por lo que este fungicida inhibe en 100% la formación de la fase infectiva a una dosis menor de la recomendada ($1000 \mu\text{g mL}^{-1}$). Asimismo, presenta la menor concentración efectiva (EC_{50}) requerida para inhibir el 50% de la germinación de teliosporas. Kosiada (2011) reportó resultados similares con carboxín en la inhibición de la germinación de teliosporas *in vitro*, en cuya investigación se utilizó la combinación de carboxín+thiram y de esta manera obtuvo una inhibición de la germinación total a partir de $0.01 \text{ g i.a. L}^{-1}$. Por su parte, Fullerton *et al.* (1974) en condiciones de campo registraron que con un tratamiento a la semilla de carboxín+captán al 0.2% es efectivo para reducir la incidencia del carbón de la espiga, ya que sólo se obtuvo un 4.56% de plantas enfermas.

Por otra parte, en todos los casos, triadimenol (fungicida recomendado para el control de *S. reilianum* f. sp. *zeae*) fue el menos efectivo en inhibir la germinación, después del testigo, pues se presentó hasta en un 38.01% en la dosis más alta (1 g i.a. L^{-1}), resultado que supera la dosis comercial recomendada de $0.75 \text{ g i.a. L}^{-1}$. De acuerdo con este dato, no se recomienda seguir utilizando este ingrediente activo. Un efecto similar se obtuvo con propiconazol y difeconazol, los cuales presentaron porcentajes de germinación de teliosporas con las dosis de 1 y $0.1 \text{ g i.a. L}^{-1}$ de 12.39 y 32.23% respectivamente. Estos fungicidas se recomiendan aplicar a dosis de $1.25 \text{ g i.a. L}^{-1}$, por lo que para el caso de difeconazol se requiere una dosis menor para inhibir la germinación. En el caso de propiconazol su eficacia en la inhibición de la germinación de teliosporas del carbón de la caña de azúcar, *Sporisorium scitamineum*, también ha sido inefectivo, ya que únicamente se ha reducido la germinación en condiciones de *in vitro* (Bhuiyan *et al.*, 2012); esto concuerda con lo reportado en esta investigación.

Sin embargo, los resultados de las pruebas en condiciones de campo pueden diferir de los observados *in vitro*; por ejemplo, en aplicación a la semilla, triadimenol y tebuconazol disminuyeron la incidencia del carbón de la espiga a 4.7% y 5.55% respectivamente, mejores resultados que carboxín (7.9%) (Gonzalez-Manzo, 1988). Asimismo, Wright *et al.* (2006) reportaron reducción del número de plantas infectadas con *S. reilianum* cuando las semillas de maíz fueron tratadas con propiconazol mediante el cual se obtuvo una incidencia del 2.3% si se compara con los de menor efectividad como tebuconazol y carboxín+thiram con 6.1 y 7.1%, respectivamente. En la evaluación realizada por Pradhanang y Ghimire (1996), donde las semillas de maíz fueron tratadas con propiconazol, tebuconazol y triadimenol, el porcentaje más bajo de plantas infectadas se produjo mediante el tratamiento con propiconazol (0.7%), seguido de tebuconazol (6.1%) y triadimenol (13.2%); lo anterior se compara con una infección del 35.9% en plantas testigo. Por su parte, Anderson (2015) determinó que los fungicidas con mayor reducción en la incidencia del carbón de la espiga fueron tebuconazol, fludioxonil y sedaxaner.

Cabe señalar que la evaluación de la eficacia de diferentes fungicidas para el control de *S. reilianum* se ha llevado a cabo con base en el tratamiento de la semilla y posterior siembra en parcelas con antecedentes de la presencia del patógeno. Ante esto se asume que la distribución del inóculo del patógeno en campo es uniforme y que cada semilla al ser sembrada tiene la misma posibilidad de estar en contacto con el patógeno y, por lo tanto, ser infectada. Este escenario ha llevado a resultados inconsistentes como los expuestos. Por lo tanto, antes de realizar una evaluación en campo, se debe tener en cuenta que la distribución del inóculo en el campo no es uniforme, sino que se presenta en agregados (Sánchez-Pale *et al.*, 2011), por lo que existe escape por contacto entre patógeno y hospedante.

De acuerdo con este panorama, se concluye que los productores, así como los beneficiadores de semilla de maíz deben continuar con el uso de carboxín para el tratamiento de la semilla, ya que inhibió el desarrollo de la fase infectiva de *S. reilianum* f. sp. *zeae*, aunque es necesaria su evaluación en campo. Asimismo, es indispensable la rotación de los productos empleados para el control de este patógeno, con base al MoA del grupo de FRAC, es decir, utilizar diferentes grupos químicos; en este sentido, se puede hacer uso de la combinación

de tebuconazol+thiram, pues gracias a esta investigación se determinó que con la dosis de 0.01 g i.a. L⁻¹, una dosis mucho menor a la recomendada de 0.679 g i.a., ya no se presenta germinación de teliosporas. Asimismo, se debe evitar el uso de triadimenol, dado que, a pesar de estar recomendado para el control de *S. reilianum* f. sp. *zeae* a una dosis comercial de 0.75 g i.a., en este trabajo permitió la germinación aún con la dosis más alta (1 g i.a. L⁻¹).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los árbitros de la revista CIENCIA *ergo-sum* por sus revisiones y aportaciones al artículo. Sus comentarios fueron de gran utilidad para mejorar la redacción, contenido científico e interpretación de los resultados. Su comunicación fue oportuna, respetuosa y en apego a las normas establecidas por la revista.

REFERENCIAS

- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18, 265-267.
- Anderson, S. J., Simmons, H. E., & Munkvold, G. P. (2015). Real-time PCR assay for detection of *Sphacelotheca reiliana* infection in maize (*Zea mays*) seedlings and evaluation of seed treatment efficacy. *Plant Disease*, 99, 1847-1852. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-14-0776-RE>
- Aquino-Martínez, J. G., Sánchez-Flores, A., González-Huerta, A. y Sánchez-Pale, J. R. (2011). Resistencia de variedades e híbridos de maíz (*Zea mays*) a *Sporisorium reilianum* y su rendimiento de grano. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 29, 39-49. Retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092011000100004
- Baier, W., & Krüger, W. (1962). *Sphacelotheca reiliana* on maize.II-Field studies on the effect of soil conditions. *South African Journal of Agricultural Science*, 5, 183-190.
- Bhuiyan, S. A., Croft, B. J., James, R. S., & Cox, M. C. (2012). Laboratory and field evaluation of fungicides for the management of sugarcane smut caused by *Sporisorium scitamineum* in seedcane. *Australasian Plant Pathology*, 41(6), 591-599. <https://doi.org/10.1007/s13313-012-0139-1>
- Fowler, M. (1985). Diseases of maize in New Zealand. *Maize management to market*. Special Publication No. 4. Agron. Soc. New Zealand.
- Fullerton, R. A. (1970). An electron microscopy of the intracellular hyphae of some smut fungi (Ustilaginales). *Australian Journal of Botany*, 18, 285-292.
- Fullerton, R. A., Scott, D. J., & Graham, G. J. (1974). Effect of fungicides on the control of head smut of maize, and the relationship between infection level and crop yield. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 2(2), 177-179. <https://doi.org/10.1080/03015521.1974.10425757>
- Ghareeb, H., Becker, A., Iven, T., Feussner, I., & Schirawski, J. (2011). *Sporisorium reilianum* infection changes inflorescence and branching architectures of maize. *Plant Physiology*, 156, 2037-2052.
- Gonzalez-Manzo, A. (1988). *Fungicidas y métodos de aplicación para el control del carbón de la espiga (Sphacelotheca reiliana) Kuhn Clinton, del maíz en Zapopan, Jalisco* (tesis de licenciatura). Universidad de Guadalajara.
- Gilchrist, S. L., Fuentes, D. G., Martínez, C. C., López, A. R. M., Duveiller, E., Singh, R. P., Henry, M., & García, A. I. (2005). *Guía práctica para la identificación de algunas enfermedades de trigo y cebada* (segunda edición). México.

- Ingold, C. T. (1994). Products of teliospore germination in *Sporisorium* spp. *Mycological Research*, 98, 467-473. [https://doi.org/10.1016/S0953-7562\(09\)81206-9](https://doi.org/10.1016/S0953-7562(09)81206-9)
- Kosiada, T. (2011). *In vitro* influence of selected fungicides on *Sphacelotheca reiliana* and *Ustilago maydis*. *Journal of Plant Protection Research*, 51(4), 342-348. <https://doi.org/10.2478/v10045-011-0056-2>
- Martinez, C. A., Roux, C., Jauneau, A., & Dargent, R. (2002). The biological cycle of *Sporisorium reilianum* f.sp. *zeae*: an overview using microscopy. *Mycologia*, 94, 505-514. <https://doi.org/10.2307/3761784>
- Martinez, C. A., Jauneau, C., Roux, C., Savy, C., & Dargent, R. (2000). Early infection of maize roots by *Sporisorium reilianum* f. sp. *zeae*. *Protoplasma*, 213, 83-92. <https://doi.org/10.1007/BF01280508>
- Martinez, C., Roux, C., & Dargent, R. (1999). Biotrophic development of *Sporisorium reilianum* f. sp. *zeae* in vegetative shoot apex of maize. *Phytopathology*, 89, 247-253. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.1999.89.3.247>
- Martínez, R. J. L., y Ledesma, M. J. (1990). Control químico del carbón de la espiga *Sphacelotheca reiliana* (Kühn) Clint., del maíz, en el valle de Zapopan, Jalisco. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 8, 68-70.
- Matyac, C. A. (1985). Histological development of *Sphacelotheca reiliana* on *Zea mays*. *Phytopathology*, 75, 924-929.
- Matyac, C. A., & Kommedahl, T. (1985a). Factors affecting the development of head smut caused by *Sphacelotheca reiliana* on corn. *Phytopathology*, 75, 577-581.
- Matyac, C. A., & Kommedahl, T. (1985b). Occurrence of chlorotic spots on corn seedlings infected with *Sphacelotheca reiliana* and their use in evaluation of head smut resistance. *Plant Disease*, 69, 251-254.
- Noel, Z. A., Wang, J., & Chilvers, M. I. (2018). Significant Influence of EC₅₀ Estimation by Model Choice and EC₅₀ Type. *Plant Disease*, 102, 708-714.
- Pataky, J. K. (1999). Smuts. In D. G. White (ed.), *Compendium of corn diseases* (3th. ed.). Minnesota: APS Press.
- Pérez, C. J. P., Bobadilla, M. M., Velásquez, C. G., Zacatenco, G. M. A., Espinoza, C. A. (2006). Logros y aportaciones de la investigación en maíz de riego en el Valle del Mezquital, Hgo. (pp. 55-65), *Memorias de veinte años de investigación y desarrollo tecnológico. Campo Exptl. Pachuca, Hidalgo*. Pachuca: INIFAP.
- Pradhanang, P. M., & Ghimire, S. R. (1996). Fungicide management of maize head smut (*Sphacelotheca reiliana*) by seed treatment. *Tropical Agriculture*, 73, 325-328. <https://doi.org/10.1080/01140671.2006.9514383>
- Quezada-Salinas, A., De León-García De Alba, C., Hernández-Anguiano, A. M. y Nava-Díaz, C. (2013). Evaluación de métodos de inoculación de semillas de maíz con *Sporisorium reilianum* f. sp. *zeae* (Kühn) Langdon & Fullerton. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 31, 80-90.
- Reséndiz, R. Z., López, S. J. A., Osorio, H. E., Estrada, D. B., Pecina, M. J. A., Mendoza, C. M. C., & Reyes, M. C. A. (2016). Importancia de la resistencia del maíz nativo al ataque de larvas de lepidópteros. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 20(59), 3-14.
- Sánchez-Pale, J. R., Ramírez-Dávila, J. F., González-Huerta, A., & De León, C. (2011). Spatial distribution of head smut (*Sporisorium reilianum*) of corn in Mexico. *Ciencia e Investigación Agraria*, 38(2), 253-263. <https://doi.org/10.4067/S0718-16202011000200011>
- Schirawski, J., Heinze, B., Wagenknecht, M., & Kahmann, R. (2005). Mating type loci of *Sporisorium reilianum*: Novel pattern with three a and multiple b specificities. *Eukaryotic Cell*, 4(8), 1317-1327. <https://doi.org/10.1128/EC.4.8.1317-1327.2005>
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2021). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola 2020*. Disponible en <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Stienstra, W. C., Kommedahl, T., Stromberg, E. L., Matyac, C. A., Windels, C. E., & Morgan, F. (1985). Suppression of corn head smut with seed and soil treatments. *Plant Disease*, 69, 301-302.

- Stromberg, E. L., Stienstra, W. C., Kommedahl, T., Matyac, C. A., Windels, C. E. & Geadelmann, J. L. (1984). Smut expression and resistance of corn to *Sphacelotheca reiliana* in Minnesota. *Plant Disease*, 68, 880-884.
- Téféri, A., Petitprez, M., Valles, V., & Albertini, L. (1989). Influence of soil water potential and soil texture on infection of maize by head smut agronomie. *Mycologia*, 9, 677-682.
- Throne, J. E., Weaver, D. K., & Baker, J. E. (1995). Probit analysis: assessing goodness-of-fit based on backtransformation and residuals. *Journal of Economic Entomology*, 88, 1513-1516.
- Wright, P. J., Fullerton, R. A., & Koolaard, J. P. (2006). Fungicide control of head smut (*Sporisorium reilianum*) of sweetcorn (*Zea mays*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 34, 23-26. <https://doi.org/10.1080/01140671.2006.9514383>
- Zhang, S., Xiao, Y., Zhao, J., Wang, F., & Zheng, Y. (2013). Digital gene expression analysis of early root infection resistance to *Sporisorium reilianum* f. sp. *zeae* in maize. *Molecular Genetics and Genomics*, 288(1-2), 21-37. <https://doi.org/10.1007/s00438-012-0727-3>

CC BY-NC-ND



Análisis sensorial de chorizo, salmuera y ahumado de *Coturnix coturnix japonica* alimentadas con *Moringa oleífera* y *Leucaena leucocephala*

Zavala-Hernández, Azalia; Flota-Bañuelos, Carolina; Chab-Ruiz, Antonio O.; Rosales-Martínez, Verónica; Fraire-Cordero, Silvia

Análisis sensorial de chorizo, salmuera y ahumado de *Coturnix coturnix japonica* alimentadas con *Moringa oleífera* y *Leucaena leucocephala*

CIENCIA ergo-sum, vol. 30, núm. 2, julio-octubre 2023 | e201

Ciencias Naturales y Agropecuarias

Universidad Autónoma del Estado de México, México

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.



Zavala-Hernández, A., Flota-Bañuelos, C., Chab-Ruiz, A. O., Rosales-Martínez, V. y Fraire-Cordero, S. (2023). Análisis sensorial de chorizo, salmuera y ahumado de *Coturnix coturnix japonica* alimentadas con *Moringa oleífera* y *Leucaena leucocephala*. CIENCIA ergo-sum, 30(2). <http://doi.org/10.30878/ces.v30n2a8>

Análisis sensorial de chorizo, salmuera y ahumado de *Coturnix coturnix japonica* alimentadas con *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala*

Sensory analysis of chorizo, brine and smoked *Coturnix coturnix japonica* fed with *Moringa oleifera* and *Leucaena leucocephala*

Azalia Zavala-Hernández

Instituto Tecnológico Superior de Escárcega, México

azy_hernandez@outlook.com

 <http://orcid.org/0000-0001-8950-857X>

Recepción: 10 de diciembre de 2021

Aprobación: 20 de abril de 2022

Carolina Flota-Bañuelos*

Conacyt - Colegio de postgraduados Campus Campeche, México

cflota@colpos.mx

 <http://orcid.org/0000-0001-5533-6722>

Antonio O. Chab-Ruiz

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Chiná, México

antonio.cr@china.tecnm.mx

 <http://orcid.org/0000-0002-3061-3698>

Verónica Rosales-Martínez

Conacyt - Colegio de postgraduados Campus Campeche, México

vrosales@colpos.mx

 <http://orcid.org/0000-0002-5895-1250>

Silvia Fraire-Cordero

Conacyt - Colegio de postgraduados campus Campeche, México

frairec@colpos.mx

 <http://orcid.org/0000-0001-5744-1067>

RESUMEN

Se evalúa la calidad de la canal de la codorniz japonesa previamente alimentada con *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala*, así como también el nivel de agrado de los productos (chorizo, salmuera y ahumado) por parte pobladores de Santo Domingo Kesté, Campeche. Se encuentra que la inclusión de *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala* en la dieta no afecta la composición de la ceniza, pH, proteína y humedad en la calidad de la canal. La codorniz ahumada del tratamiento de *Moringa oleifera* presenta el mayor nivel de agrado en relación con el sabor, olor y suavidad. El follaje de *Moringa oleifera* en la alimentación de codornices mejora las características organolépticas en la carne ahumada y brinda mejor sabor, olor y suavidad, lo cual la hace factible para el consumo de los pobladores.

PALABRAS CLAVE: coturnicultura, preferencia alimentaria, calidad de la carne, proteína.

ABSTRACT

The quality of the carcass of Japanese quail previously fed with *Moringa oleifera* and *Leucaena leucocephala*, and the level of liking of the products (chorizo, brined and smoked) by residents of Santo Domingo Kesté, Campeche was evaluated. Finding that the inclusion of *Moringa oleifera* and *Leucaena leucocephala* in the diet does not affect the composition of the ash, pH, protein, and humidity in the quality of the carcass. The smoked quail of the *Moringa oleifera* treatment presented the highest level of liking in relation to flavor, odor, and softness. *Moringa oleifera* foliage in quail feed improves the organoleptic characteristics in smoked meat, providing better flavor, odor, and softness, being feasible for consumption by inhabitants.

KEYWORDS: Coturniculture, food preference, meat quality, protein.

*AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

cflota@colpos.mx

INTRODUCCIÓN

En México alrededor de 22 millones de personas se encuentran en condiciones de pobreza alimentaria (CO-NEVAL, 2019). Esta cifra puede aumentar debido a la pandemia provocada por el virus SARS-CoV-2, ya que intensificaría la desnutrición y la pobreza (Flores, 2020). En el sureste de México, el 70% de las familias rurales tienen inseguridad alimentaria, así como ingresos insuficientes para satisfacer sus necesidades básicas (Anderzén *et al.*, 2020). Además, el brote de las enfermedades humanas relacionadas con el consumo de animales de granja y granos contaminados, que afectan los tejidos animales, la leche, la carne y los huevos, sugiere un incremento en la producción local de alimentos en los patios traseros (Ejeromedoghene *et al.*, 2020; Haque *et al.*, 2020). Por tanto, se requieren modelos productivos, dinámicos y con enfoque agroecológico en comunidades rurales que promuevan la seguridad alimentaria (FAO, 2019), los cuales incluyan especies animales de rápido crecimiento, como el conejo (*Oryctolagus cuniculus*) (Candelaria-Martínez *et al.*, 2021), la iguana (*Iguana iguana*) (Ramos y Rodríguez, 2019) y la codorniz (*C. coturnix japonica*). De acuerdo con lo anterior, la alimentación de estas especies debe ser con plantas multipropósito como *Morus alba* (Santos *et al.*, 2014), *Brosimum alicastrum* (Rojas-Schroeder *et al.*, 2017), *Gliricidia sepium* (Marsetyo *et al.*, 2021), *Vaccinium* spp (Ölmez *et al.*, 2021), *Leucaena leucocephala* y *Moringa oleifera*, pues su uso en la dieta mejora la vida útil y las propiedades funcionales (antioxidantes naturales) de la carne (Munekata *et al.*, 2020) y derivados (Vargas-Sánchez *et al.*, 2018).

La codorniz ha resultado ser una alternativa económicamente rentable (Cardoso-Jiménez *et al.*, 2008), por su rusticidad, rápida reproducción (Obregón *et al.*, 2012), madurez sexual temprana, resistencia a enfermedades (Abbas *et al.*, 2015), alta producción de huevos y carne (Ismail *et al.*, 2015) y con un rendimiento de 76% de carne, cuando se alimentan de dietas alternativas (Santos *et al.*, 2014; López-Salazar *et al.*, 2020), además de que se obtiene proteína animal a corto plazo. Dadas las características de la codorniz, es necesario implementar alternativas para la diversificación de productos alimenticios que contengan proteínas y bajo contenido graso que reemplacen a las carnes rojas (res y cerdo), como las canales ahumadas, en salmuera (encurtido) y en embutidos (Carballo, 2021). Entre estos, se han elaborado embutidos con alto porcentaje de aceptación, de los cuales destacan los elaborados a base de *Cavia cutleri* (Natividad *et al.*, 2010), *Oreochromis* sp.+*Eisenia foetida* (Hleap y González, 2012), *Prosopis juliflora* (Jaimes *et al.*, 2012), *Oryctolagus cuniculus* (Cruz-Bacab *et al.*, 2018), *Sciades herzbergii* (De Sá Vieira *et al.*, 2019), *Pleurotus ostreatus* (De la Cruz-Blanco *et al.*, 2020) y *C. coturnix japonica* (Cori *et al.*, 2014). De acuerdo con la información planteada, el objetivo del artículo es evaluar la calidad de la canal como fuente de producción de productos a base de *Coturnix coturnix japonica* y el nivel de agrado de los productos por parte de los consumidores en Santo Domingo Kesté, Campeche, México.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

1.1. Área de estudio

El trabajo se realizó en las instalaciones avícolas del Colegio de Postgraduados Campus Campeche, ubicado a 19° 29' 51.79" latitud norte y 90° 32' 45.01" longitud oeste (INEGI, 2017), con una temperatura anual de 26°C (García, 2004).

1.2. Composición química de la carne

Los animales fueron tratados de acuerdo con los lineamientos y regulaciones para la experimentación animal del Colegio de Postgraduados (COLPOS, 2016) y con los lineamientos de manejo y bienestar animal de la NRC (2010).

De un total de 210 codornices, se eligieron aleatoriamente 40 aves por tratamiento. Se agruparon de la siguiente manera. Grupo 1: ACOM = alimento comercial (1 800 g⁻¹ por día, por grupo). Grupo 2: MO = *Moringa oleifera* molida (900 g⁻¹ por día, por grupo) + ACOM (900 g⁻¹ por día, por grupo). Grupo 3: LEU = *Leucaena leucocephala* molida (900 g⁻¹ por día, por grupo) + ACOM (900 g⁻¹ por día, por grupo).

Para la obtención de carne, las aves se dejaron en ayuno por 12 horas para minimizar la interferencia del contenido intestinal con el peso de los animales para ser sacrificados humanitariamente de acuerdo con los lineamientos de bienestar animal del Colegio de Postgraduados (COLPOS, 2016), que están basados en la Norma Oficial Mexicana NOM-033-SAG/ZOO-2014 (Gobierno de México, 2014).

Se determinó el pH de las muestras con un potenciómetro Oakton EcoTestr pH®, la proteína cruda se evaluó por el método Kjeldahl y las cenizas y el extracto etéreo se midieron siguiendo la metodología establecida por la AOAC (2000).

1.3. Elaboración de productos

Para la elaboración de embutidos, ahumados y salmueras con carne de codorniz, se siguió la NOM-145-SSA1-1995 (productos cárnicos picados, curados y maduros) y la NOM-213-SSA1-2002 (productos cárnicos elaborados bajo especificaciones sanitarias).

En cuanto al chorizo, se utilizó 94% de carne de codorniz, 1.5% de chile ancho, 1.5% de chile guajillo, 0.1% de orégano, 2.3% de vinagre blanco, 0.4% de ajo, 0.2% de agua purificada, sal y pimienta. La carne se trituro en un molino de carne en acero inoxidable Rhino Moca-12 de 1 hp. Los chiles se hidrataron con agua hirviendo durante 5 min; en seguida, con los demás ingredientes, se colocaron en una licuadora para tener una mezcla homogénea. La pasta resultante se añadió a la carne picada y se dejó reposar durante 1 h. Luego, las tripas naturales de cerdo con diámetro de 4 cm se rellenaron con una embutidora de acero inoxidable Master Feng. Finalmente, los chorizos se dejaron reposar durante cinco días antes de la prueba de análisis sensorial.

En el procesamiento de codorniz ahumada se utilizaron canales de codorniz limpias y evisceradas, 10 naranjas y sal. Las canales se remojaron durante 24 h en un recipiente con jugo de naranja con sal. Al día siguiente se colgaron de ganchos metálicos en el interior de un ahumador con mazorcas de maíz secas, donde se mantuvieron durante 3 h antes de las pruebas de preferencia.

Para la elaboración de la codorniz en salmuera se utilizó 1 l de agua purificada y 100 g de sal. La sal se añadió al agua, se agitó hasta disolver y se dejó reposar durante 30 min. Después, se remojó la carne de codorniz durante 5 h, antes de cocerla para su degustación.

1.4. Análisis sensorial

Para evaluar el nivel de agrado de productos elaborados con codorniz (chorizo, ahumado y salmuera), según los atributos de olor, dureza, aroma, sabor, textura y color, participaron 120 personas de la localidad de Santo Domingo Kesté, con un rango de edad de entre 21 y 53 años. A cada persona se le entregó una charola con los tres tipos de productos para cada tratamiento, los cuales fueron numerados para facilitar la evaluación. También, se les proporcionó un vaso de agua para evitar la interferencia del sabor entre cada prueba. Antes de la evaluación, los chorizos y la salmuera se cocinaron en agua caliente a 75 °C durante 15 minutos (Purohit *et al.*, 2016). Las evaluaciones se realizaron mediante un método de escala de tipo hedónico de 5 puntos (Vera, 2015), donde 5 indica mayor intensidad y 1 indica menor intensidad (tabla 1).

TABLA 1
Escala hedónica para el análisis sensorial de productos de *C. coturnix japonica*

Atributo	Escala				
Dureza	5 Muy suave	4 Suave	3 Normal	2 Dura	1 Muy Dura
Textura	4 Jugosa	3 Grasosa	2 Normal	1 Seca	
Olor	5 Muy agradable	4 Agradable	3 Normal	2 Desagradable	1 Muy desagradable
Sabor	5 Muy agradable	4 Agradable	3 Normal	2 Desagradable	1 Muy desagradable
Color	5 Muy agradable	4 Agradable	3 Normal	2 Desagradable	1 Muy desagradable

Fuente: elaboración propia.

1.5. Análisis estadístico

La composición química de la carne se analizó con un modelo lineal empleado para un diseño experimental aleatorio. La comparación de medias se realizó mediante una prueba de Tukey múltiple y se consideró un nivel de significancia de $P \leq 0.05$. Para la evaluación sensorial de los productos elaborados con codorniz, se realizó un análisis descriptivo de las variables y un análisis de varianza unidireccional con una comparación de medias (tratamientos y producto) con la prueba de Tukey. Todos los análisis se realizaron utilizando el *software* Statistica v. 7.1 (StatSoft Inc., 2005).

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2. 1. Composición química de carne

No hubo diferencias significativas ($P \geq 0.05$) en los porcentajes de ceniza, proteína, humedad, extracto etéreo y pH en la carne de codorniz (cuadro 1). Los datos de pH son similares a la carne de codorniz alimentada con *Artocarpus altilis*, carne de codorniz juvenil y de desecho, en machos de 42 a 59 días y en carne orgánica de *Gallus gallus domesticus* fresca, en salchicha y carne de hamburguesa con valores de 6.18, 6.53, 6.62, 6.28, 6.5, 6.71 y 6.69 respectivamente (Purnama *et al.*, 2021; Boni *et al.*, 2010; Cori *et al.*, 2014; Hleap y Zapata, 2015).

En relación con las otras variables evaluadas, se observa que el mayor porcentaje de grasa se encuentra en codornices jóvenes y de desecho con más del 9.21% (Boni *et al.*, 2010). Los porcentajes de humedad y extracto etéreo son menores a los registrados en salchicha y carne de hamburguesas, con valores arriba de 65 % y 16% en promedio respectivamente (Hleap y Zapata, 2015). La proteína en la carne de codorniz fue menor comparada con aves de caza (*Spatula puna*, *Oxyura jamaicensis*, *Rollandia microptera*, *Gallinula chloropus* y *Fulica ardesiaca*) y en codornices jóvenes y desechos y registró valores superiores al 17.48% (Loza-Del Carpio *et al.*, 2019; Boni *et al.*, 2010), mientras que el porcentaje de cenizas fue inferior para aves de caza (Loza-Del Carpio *et al.*, 2019) y 1.3% para codorniz de desecho y juveniles (Boni *et al.*, 2010).

CUADRO 1
Análisis proximal de canales de codorniz alimentadas con follaje

Tratamiento	n	pH	Cenizas (%)	EE (%)	Proteína (%)	Humedad (%)
ACOM	40	6.33 ^a	5.20 ^a	3.80 ^a	14.75 ^a	52 ^a
MO	40	6.21 ^a	4.88 ^a	5.27 ^a	14.89 ^a	50.95 ^a
LEU	40	6.17 ^a	4.7 ^a	7.78 ^a	13.99 ^a	51.64 ^a

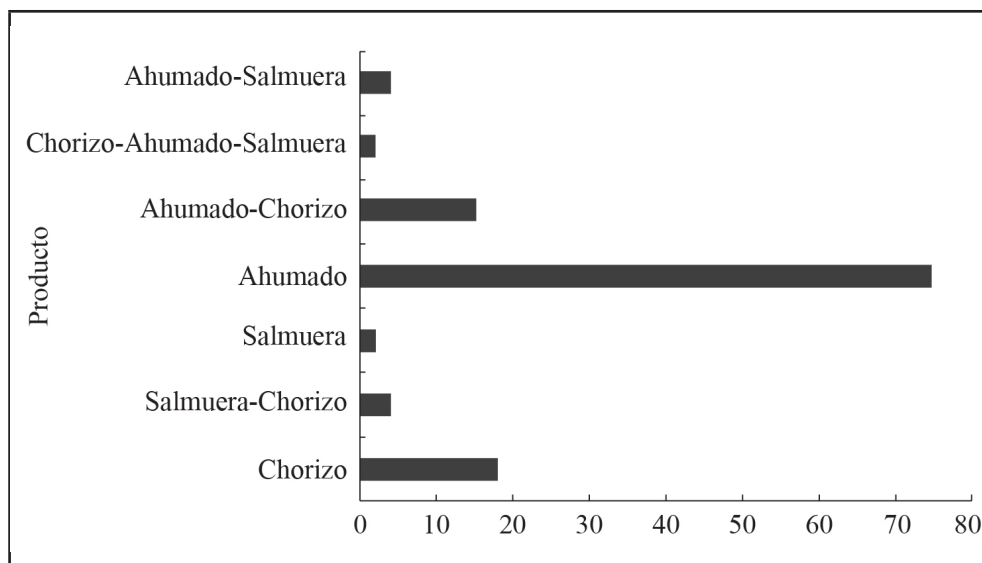
Fuente: elaboración propia.

Nota: ^{a,b,c} Letras diferentes en las misma columna indica diferencia significativa $P \leq 0.05$. ACOM: alimento comercial, MO: *Moringa oleifera*, LEU: *Leucaena leucocephala*.

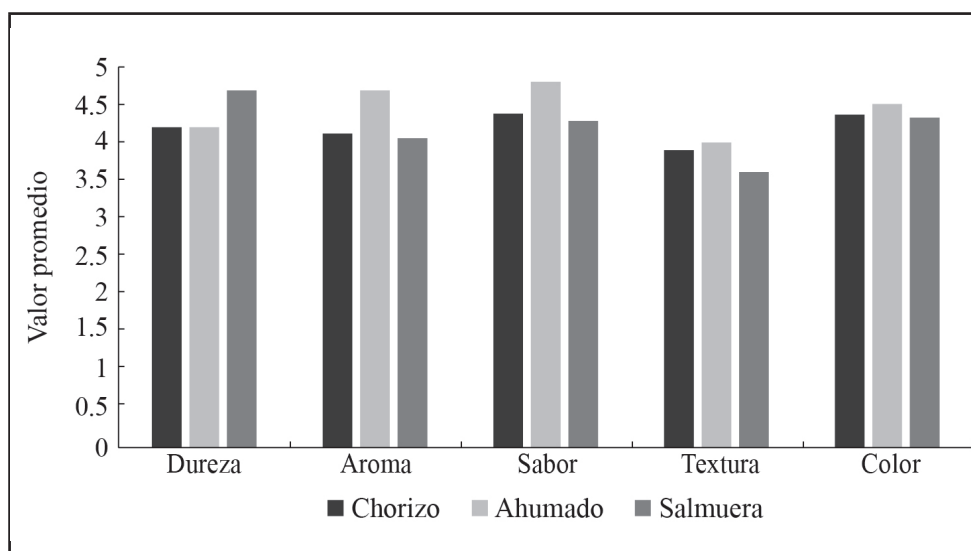
2. 2. Análisis sensorial

Del total de personas entrevistadas participaron 42% mujeres y 58% hombres. El 63% de la población prefirió la codorniz ahumada, el 15% el chorizo y el 13% la codorniz en ahumado-chorizo (gráfica 1).

La codorniz ahumada fue el producto con mayor agrado, independientemente de la alimentación previa de las aves ($P \leq 0.05$), pues presentó mejor aroma y sabor, con puntajes dentro de los rangos de agradable a muy agradable, que van de 4 a 5 (gráfica 2). El humo potencializa el sabor en la carne (Jaffe *et al.*, 2017), ya que actúa como saborizante y brinda mayor suavidad al conservar la humedad.



GRÁFICA 1
Preferencia de productos elaborados con *C. coturnix japonica*
Fuente: elaboración propia.



GRÁFICA 2
Características organolépticas de productos elaborados con codorniz
Fuente: elaboración propia.

Al comparar el nivel de agrado de los productos (chorizo, ahumado y salmuera) en relación con la alimentación previa de la codorniz, se determinó que los productos del tratamiento *Moringa oleifera* tuvieron mayor aprobación ($P \leq 0.05$) que los tratamientos con *Leucaena leucocephala* y alimento comercial, con valores promedio de 4.3 para chorizo, 4.8 para ahumado y 4.4 para salmuera respectivamente, con calificaciones en el rango de agradable a muy agradable (cuadro 2). El producto con mayor preferencia ($P \leq 0.05$), de acuerdo con los atributos evaluados, fue la codorniz ahumada *Moringa oleifera* con una calificación de 4.8 y el producto menos preferido fue la salmuera ACOM con 4 puntos en promedio.

En la preferencia de los productos por atributo se observó que el producto más suave fue para los productos elaborados con codorniz alimentada con *Moringa oleifera* y procesadas en salmuera, mientras que el *Moringa oleifera* y ahumado fue muy agradable en aroma, sabor y color, y el más jugoso en textura (cuadro 2). En este sentido,

Chowdhury y Morey (2019) señalan que el consumidor se siente satisfecho cuando la carne tiene una textura suave. Este atributo de suavidad se ha registrado en carne de ave con *Moringa oleifera* para hamburguesas, el cual generó percepciones gustativas positivas cuando se agrega 1% de moringa (Torres-Valenzuela *et al.*, 2016). Asimismo, la adición de 1.0% de extracto de hoja de moringa en carnes procesadas mejora el color, sabor y apariencia (El-Rahman *et al.*, 2019). Finalmente, al incorporar 2% de extracto de flor de moringa en *nuggets* de pollo, se reducen atributos como enrojecimiento y dureza que mejoran la calidad del producto a diferencia de los que no (Madane *et al.*, 2019).

CUADRO 2

Análisis sensorial de chorizo, ahumado y salmuera de *C. coturnix japónica* alimentada con *M. oleifera* y *L. leucocephala*

Atributo	Tratamientos								
	Chorizo			Ahumado			Salmuera		
	ACOM	MO	LEU	ACOM	MO	LEU	ACOM	MO	LEU
Dureza	4 ^b	4.4 ^a	4.2 ^{ab}	4.1 ^b	4.6 ^a	4 ^{ab}	4.3 ^b	4.9 ^a	4.6 ^{ab}
Textura	4.0 ^a	4.0 ^a	4.2 ^a	4.2 ^a	5.0 ^a	4.7 ^a	4 ^{ab}	4.5 ^a	3.7 ^b
Olor	4.3 ^a	4.3 ^a	4.4 ^a	4.5 ^a	5.0 ^a	4.9 ^a	4.3 ^a	4.3 ^a	4.3 ^a
Sabor	4.0 ^a	4.3 ^a	4.1 ^a	3.8 ^b	4.7 ^a	4.2 ^{ab}	3.6 ^a	3.7 ^a	3.8 ^a
Color	4.2 ^a	4.5 ^a	4.3 ^a	4.2 ^b	4.8 ^a	4.2 ^b	4.1 ^b	4.7 ^a	4.3 ^b
Promedio	4.1 ^y	4.3 ^{xy}	4.2 ^{xy}	4.1 ^y	4.8 ^x	4.4 ^{xy}	4.1 ^y	4.4 ^{xy}	4.1 ^y

Nota: a, b, c Literales diferentes entre grupos (producto*tratamiento), indica diferencia significativa $p \leq 0.05$. x, y Literales distintas entre columnas indican diferencias significativas $p \leq 0.05$ entre productos. ACOM: alimento comercial, MO: *M. oleifera*, LEU: *L. leucocephala*.

3. CONCLUSIONES

La sustitución de alimento en la dieta de la codorniz (*C. coturnix japónica*) por *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala* no modifica las características proteicas, pH, cenizas y extracto etéreo en la carne manteniéndolas en óptimas condiciones para su consumo. De los productos elaborados con carne de codorniz, el ahumado fue el que logró un mayor nivel de agrado por el 62% de los evaluadores; las codornices previamente alimentadas con *Moringa oleifera* tuvieron el mayor sabor, color, olor y suavidad sobre la carne, lo cual hizo factible que se incorporaran a la dieta de los habitantes de Santo Domingo Kesté, Campeche.

ANÁLISIS PROSPECTIVO

Debido a las carencias proteicas derivadas de productos animales en diversas localidades rurales del estado de Campeche, surge la necesidad de poner en marcha el uso de animales alternativos, de rápido crecimiento, alimentados con forraje local y que puedan ser incluidos en la elaboración de otros productos, como es el caso de la codorniz (*C. coturnix japónica*), la cual mostró tener carne con buena composición química y tuvo alto nivel de agrado en otros productos como el chorizo y ahumado.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al proyecto Cátedras 2181 “Estrategias agroecológicas para la seguridad alimentaria en zonas rurales de Campeche” y a los árbitros que aportaron una mejora a la estructura del artículo.

REFERENCIAS

- Abbas, Y., Sahota, W., Akram, M., Mehmood, S., Hussain, J., Younus, M., Awais, M., & Sial, R. (2015). Effect of different feed restriction regimes on growth performance and economic efficiency of japanese quails. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 4, 966-970
- Anderzén, J., Guzmán Luna, A., Luna-González, D. V., Merrill, S. C., Caswell, M., Méndez, V. E., Hernández, J. R., Mier, M., & Giménez Cacho, T. (2020). Effects of on-farm diversification strategies on smallholder coffee farmer food security and income sufficiency in Chiapas, Mexico. *Journal of Rural Studies*, 77, 33-46. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.04.001>
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2000). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (17th ed). Arlington: AOAC.
- Boni, I., Nurul, H., & Noryati, I. (2010). Comparison of meat quality characteristics between young and spent quails. *International Food Research Journal*, 17(3), 661-667.
- Candelaria-Martinez, B., Chiquini-Medina, R. A., Angulo-Balán, O. G., Ramírez-Bautista, M. A., Cuervo-Osorio, V. D., Quetz-Aguirre, E. M., & Flota-Bañuelos, C. (2021). Productive parameters and carcass yield of rabbits supplemented with *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Guazima *ulmifolia* Lam. foliage. *Agro Productividad*, 14(1). <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i.1708>
- Carballo, J. (2021). Sausages: Nutrition, safety, processing and quality improvement. *Foods*, 10(4), 890. <https://doi.org/10.3390/foods10040890>
- Cardoso-Jiménez, D., Rebollar-Rebollar, S. y Rojo-Rubio, R. (2008). Productividad y rentabilidad de la codorniz (*coturnix japónica*) en la región sur del Estado de México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 22, 517-525.
- CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). (2019). *Pobreza y género en México: hacia un sistema de indicadores*. <https://www.coneval.org.mx/Paginas/principal.aspx>
- COLPOS (Colegio de Postgraduados). (2016). *Reglamento para el uso y cuidado de animales destinados a la investigación en el Colegio de Postgraduados*. Disponible en http://www.colpos.mx/wb_pdf/norma_interna/REG_USO_CUIDADODEANIMALES.pdf
- Cori, M. E., Michelangeli, C., De Basilio, V., Figueroa, R. y Rivas, N. (2014). Solubilidad proteica, contenido de mioglobina, color y pH de la carne de pollo, gallina y codorniz. *Archivos de Zootecnia*, 63(241), 133-143. 10.4321/S0004-05922014000100013
- Chowdhury, E. U., & Morey, A. (2019). Intelligent packaging for poultry industry. *Journal of Applied Poultry Research*, 28(4), 791-800. <https://doi.org/10.3382/japr/pfz098>
- Cruz-Bacab, L., Baeza-Mendoza, L., Pérez-Robles, L., & Martínez-Molina, I. (2018). Evaluación sensorial de embutido tipo chorizo a base de carne de conejo. *Abanico veterinario*, 8(1), 102-111. <http://doi.org/10.21929/abavet2018.81.10>
- De Sá Vieira, P. H., Notaro de Barros, K., Mendes, E. S., Sucupira Maciel, M. I., Agreli de Andrade, H., & Campagnoli de Oliveira Filho, P. R. (2019). Development and characterization of fresh sausages made with marine catfish *Sciades herzbergii* (Bloch, 1794). *Acta Scientiarum. Technology*, 41, <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v41i1.40299>
- De la Cruz-Blanco, G. M., Morán-Arellanos, T., Huicab-Pech, Z. G., & Rosales-Martínez, V. (2020). The mushroom *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.), and their added value: Case study. *Agro Productividad*, 13(5).
- El-Rahman, M. S. A., Abdulla, G., El-Araby, G. M., El-Nemr, S. E., & El-Shourbagy, G. A. (2019). Effect of moringa leaves (*Moringa oleifera* lam.) extract addition on luncheon meat quality. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 46(6), 2307-2316. <http://doi.org/10.21608/ZJAR.2019.65093>
- Ejeromedoghene, O., Tesi, J. N., Uyanga, V. A., Adebayo, A. O., Nwosisi, M. C., Tesi, G. O., & Akinyeye, R. O. (2020). Food security and safety concerns in animal production and public health issues in Africa: A perspective of COVID-19 pandemic era. *Ethics, Medicine and Public Health*, 15, 100600. <http://doi.org/10.1016/j.jemep.2020.100600>

- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2019). *The State of Food Insecurity in the World*. Roma: FAO. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-i4646e.pdf>.
- Flores, M. (2020). Covid-19: alimentación, salud y desarrollo sostenible, en R. Cordera & E. Provencio (Eds.), *Cambiar el rumbo: el desarrollo tras la pandemia*. UNAM: Ciudad de México.
- García, E. (2004). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. México: Instituto de Geografía, UNAM.
- Haque, M. A., Wang, Y., Shen, Z., Li, X., Saleemi, M. K., & He, C. (2020). Mycotoxin contamination and control strategy in human, domestic animal and poultry: A review. *Microbial pathogenesis*, 142, 104095.
- Hleap, J. I. y González, J. M. (2012). Evaluación bromatológica, sensorial y microbiológica de salchichas de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) con adición de harina de lombriz (*Eisenia foetida*). *Vitae*, 19(1), S210-S212.
- Hleap, J. I. y Zapata, E. S. (2015). Análisis fisicoquímico y sensorial de dos productos alimenticios elaborados a partir de carne orgánica de pollo (*Gallus gallus domesticus*). *Entre ciencia e ingeniería*, 33-38.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2017). *Compendio de criterios y especificaciones técnicas para la generación de datos e información de carácter fundamental*. Disponible en <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#08/2018>
- Ismail, F. S. A., Hayam M. A., Abo, E. M., Rabie, M. H., & Aswad, A. Q. (2015). Productive performance of bovans white laying hens fed high nutrient density diets under egyptian summer conditions. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10, 865-874.
- Jaffe, T. R., Wang, H., & Chambers IV, E. (2017). Determination of a lexicon for the sensory flavor attributes of smoked food products. *Journal of Sensory Studies*, 32(3), e12262. <https://doi.org/10.1111/joss.12262>
- Jaimes, J. D. C., Acevedo, D. y Torres, J. D. (2012). Estudio preliminar del desarrollo tecnológico de un embutido tipo salchicha utilizando harina de trupillo (*prosopis juliflora*). *Vitae*, 19(1), s240-s242.
- López-Salazar, S. E., Flota-Bañuelos, C. y Fraire-Cordero, S. (2020). Producción agroecológica de codorniz (*Coturnix coturnix japonica*) como estrategia para la seguridad alimentaria en Campeche, México. *Agro Productividad*, 13(1), 3-7.
- Loza-Del Carpio, A., Mamani Flores, J. y Loza-Del Carpio, J. (2019). Composición proximal y aceptabilidad organoléptica de la carne de cinco especies de aves cinegéticas del lago Titicaca, Perú. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 6(16), 103-114. <https://doi.org/10.19136/era.a6n16.1894>
- Madane, P., Das, A. K., Pateiro, M., Nanda, P. K., Bandyopadhyay, S., Jagtap, P., Barba, F. J., Shewalkar, A., Maity, B., & Lorenzo, J. M. (2019). Drumstick (*Moringa oleifera*) flower as an antioxidant dietary fibre in chicken meat nuggets. *Foods (Basel, Switzerland)*, 8(8), 307. <https://doi.org/10.3390/foods8080307>.
- Marsetyo, Sulendre I. W., Takdir, M., Harper K. J., & Poppi D. P. (2021) Formulating diets based on whole cassava tuber (*Manihot esculenta*) and gliricidia (*Gliricidia sepium*) increased feed intake, liveweight gain and income over feed cost of Ongole and Bali bulls fed low quality forage in Central Sulawesi, Indonesia. *Animal Production Science*, 61, 761-769. <https://doi.org/10.1071/AN20297>
- Munekata, P. E., Gullón, B., Pateiro, M., Tomasevic, I., Domínguez, R., & Lorenzo, J. M. (2020). Natural antioxidants from seeds and their application in meat products. *Antioxidants*, 9(9), 815. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2020.03.003>
- Natividad, B. Á. D., Rojas, P. R. M., Matos, R. A. M. y Muñoz Garay, S. (2010). Uso de la carne de cuy (*cavia cutleri*) en la obtención de cuatro tipos de embutidos. *Investigación Valdizana*, 4(1), 1-8. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=5860/586061881002>
- Gobierno de México. (2014). *Norma Oficial Mexicana NOM-033-SAG/ZOO-2014, métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres*. Disponible en <https://www.gob.mx/profepa/documentos/norma-oficial-mexicana-nom-033-sag-zoo-2014-metodos-para-dar-muerte-a-los-animales-domesticos-y-silvestres>
- NRC (National Research Council). 2010. *Guide for the care and use of laboratory animals*. National Academies Press.

- Obregón, J. F., Bell, C., Elenes, I., Estrada, A., Portillo, J. y Ríos, F. G. (2012). Efecto de la cocción de garbanzos descartados (*Cicer arietinum* L.) sobre la respuesta productiva y el rendimiento de la codorniz japonesa (*Coturnix japonica*) en la etapa de engorde. *Revista de Ciencia Cubana Agrícola*, 2(1), 169-173.
- Ölmez, M., Şahin, T., Karadağoglu, Ö., Yörük, M. A., Kara, K., & Dalğa, S. (2021). Growth performance, carcass characteristics, and fatty acid composition of breast and thigh meat of broiler chickens fed gradually increasing levels of supplemental blueberry extract. *Tropical Animal Health and Production*, 53(1), 1-8. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02542-w>
- Purnama, M., Ernanda, E. P., Fikri, F., Purnomo, A., Khairani, S., & Chhetri, S. (2021). Effects of dietary supplementation with breadfruit leaf powder on growth performance, meat quality, and antioxidative activity in Japanese quail. *Veterinary world*, 14(7), 1946-1953. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.1946-1953>
- Purohit, A. S., Reed, C., & Mohan, A. (2016). Development and evaluation of quail breakfast sausage. *LWT-food science and technology*, 69, 447-453. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.01.058>
- Ramos y Rodríguez. (2019). ¿Comer iguana verde? Antropología, arqueología, biología de la conservación y etnobiología: distintas miradas a un mismo problema. *Etnobiología*, 17(2), 55-75. <https://www.revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/109>
- Rojas-Schroeder, J. Á., Sarmiento-Franco, L., Sandoval-Castro, C. A. y Santos-Ricalde, R. H. (2017). Utilización del follaje de ramón (*Brosimum alicastrum* Swarth) en la alimentación animal. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20(3), 363-371.
- Santos, M., Savón, L., Lon-Wo, E., Gutiérrez, O. y Herrera, M. (2014). Inclusión de harina de hojas de *Morus alba*: su efecto en la retención aparente de nutrientes, comportamiento productivo y calidad de la canal de pollos cuello desnudo. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(3), 259-264.
- StatSoft Inc. (2005). *Statistica (Data analysis software system) v. 7.1*. Retrieved from www.statsoft.com.
- Torres-Valenzuela, L. S., Fernández, J. D., Serna, J. A. y Mejía, F. M. (2016). Efecto de moringa (*Moringa oleifera*) sobre la estabilidad microbiológica y sensorial de una hamburguesa vegetariana. *Agronomía Colombiana*, 34, S926-S928.
- Vargas-Sánchez, R. D., Velásquez-Jiménez, D., Torrescano-Urrutia, G. R., Ibarra-Arias, F. J., Portillo-Loera, J. J., Ríos-Rincon, F. G., Ramírez-Guerra, H. E., & Sanchez-Escalante, A. (2018). Total antioxidant activity in japanese quail (*Coturnix japonica*) breast, fed a supplemented diet of edible mushrooms. *Biotechnia*, 20(2), 43-50. <https://doi.org/10.18633/biotechnia.v20i2.605>
- Vera, J. (2015). Perceived brand quality as a way to superior customer perceived value crossing by moderating effects. *Journal of Product & Brand Management*, 24(2). <https://doi.org/10.1108/JPBM-04-2014-0551>

CC BY-NC-ND



Las fascinantes adaptaciones de las cactáceas y su historia evolutiva

Schwertner-Charão, Leandro; Treviño-Carreón, Jacinto; Delgado Martínez, Rafael

Las fascinantes adaptaciones de las cactáceas y su historia evolutiva

CIENCIA *ergo-sum*, vol. 30, núm. 2, julio-octubre 2023 | e202

Espacio del divulgador

Universidad Autónoma del Estado de México, México

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.



Schwertner-Charão, L., Treviño-Carreón, J. y Delgado Martínez, R., (2023). Las fascinantes adaptaciones de las cactáceas y su historia evolutiva. *CIENCIA ergo-sum*, 30(2). <http://doi.org/10.30878/ces.v30n2a9>

Las fascinantes adaptaciones de las cactáceas y su historia evolutiva

The fascinating adaptations of cacti and their evolutionary history

Leandro Schwertner-Charão
Universidad Autónoma de Tamaulipas, México
leandro.charao1@unemat.br
 <http://orcid.org/0000-0002-3597-496X>

Recepción: 10 de diciembre de 2021
Aprobación: 15 de marzo de 2022

Jacinto Treviño-Carreón*
Universidad Autónoma de Tamaulipas, México
jatrevino@docentes.uat.edu.mx
 <http://orcid.org/0000-0001-7945-4010>

Rafael Delgado Martínez,
Universidad Autónoma de Tamaulipas, México
rdelgado@docentes.uat.edu.mx
 <http://orcid.org/0000-0001-9945-5985>

RESUMEN

Se dan a conocer las fascinantes e importantes adaptaciones de las cactáceas que han permitido su distribución y sobrevivencia en los desiertos americanos. De acuerdo con la metodología, se recopiló información bibliográfica de libros especializados, artículos científicos y de divulgación. Como principales resultados del compendio se describen el origen, la distribución geográfica, los hábitats donde viven, sus adaptaciones evolutivas y las principales amenazas que ponen en riesgo su sobrevivencia. Se concluye que es urgente tomar medidas efectivas de protección y conservación de las cactáceas.

PALABRAS CLAVE: cactus, desiertos, evolución.

ABSTRACT

The fascinating and important adaptations of cacti, which have allowed their distribution and survival in American deserts are presented. Bibliographic information was collected from specialized books, scientific and popular articles according to methodology. The main results of the compendium are the origin, geographical distribution, habitats where they live, their evolutionary adaptations and main threats that put their survival at risk. It is concluded that it is urgent to take effective measures for the protection and conservation of cacti.

KEYWORDS: cacti, deserts, evolution.

INTRODUCCIÓN

Este artículo de divulgación tiene como objetivo dar a conocer, de manera general, las adaptaciones de las cactáceas en los ambientes áridos donde se distribuyen, así como mencionar las principales características de la familia y su historia de vida. La familia Cactaceae presenta cerca de 130 géneros y 1 850 especies nativas del continente americano (Nyffeler y Eggli, 2010; Hernández-Ledesma *et al.*, 2015). México es el país de mayor diversidad de cactáceas en el mundo, seguido por Brasil, Argentina y Bolivia (Ortega-Baes *et al.*, 2010).

Según Arias y Aquino (2019), México alberga 670 especies de cactus, de las cuales 77% son endémicas (Guzmán *et al.*, 2003). Los miembros de esta familia tienen una gran importancia ecológica, social y económica. Son consideradas especies clave de zonas áridas y semiáridas en las Américas, ya que proporcionan alimentos como néctar, polen y frutos para varias especies de animales del desierto (Guerrero *et al.*, 2019).

AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

jatrevino@docentes.uat.edu.mx

El hombre utiliza las cactáceas desde tiempos prehispánicos, los aztecas y mayas las empleaban en la alimentación, en ceremonias espirituales como medicina y con fines ornamentales (Casas y Barbera, 2002). La familia Cactaceae es considerada la segunda familia de mayor diversidad de las Américas; el primer lugar lo ocupa la familia Bromeliaceae (Cota-Sánchez, 2008).

Las cactáceas presentan gran diversidad de tamaños y formas de crecimiento. Existen cactus pequeños como las especies del género *Fraillea*, con tallos no mayores a 5 cm de alto y otras especies gigantes como los saguaros, que pueden llegar hasta 16 m de altura (Anderson, 2001). El tallo de la gran mayoría de las cactáceas es succulento, el cual está adaptado para el almacenamiento de agua, y puede ser toneliforme como en el caso de las biznagas, columnar como en los viejitos y cardones, en forma de candelabro como en los garambullos, aplanado en forma de raqueta como en los nopales, triangular como los jacubes o pitayos y globosos aplanados como en los peyotes. Los cactus son un grupo de plantas monofilético, es decir, que provienen de un sólo ancestro común y por eso comparten características genéticas y morfológicas similares y exclusivas de la familia.

La característica más sobresaliente de la familia Cactaceae que las distingue de las demás familias de angiospermas, es la presencia de areolas, que son definidas como yemas axilares altamente especializadas. Son zonas meristemáticas, también consideradas como ramas laterales muy cortas, de donde parten grupos de espinas, gloquidios, tricomas, glándulas, flores, frutos y nuevas ramas, para el caso de las especies que ramifican. En los cactus, las hojas se han reemplazado por espinas durante su proceso evolutivo (Mauseth, 2006); estas modificaciones graduales requirieron de, por lo menos, dos millones de años (Mauseth *et al.*, 2002). Las flores de las cactáceas siguen un patrón singular; en general, suelen ser grandes, solitarias, con colores brillantes y efímeras. El tubo floral presenta tépalos, lo cual implica que no hay una distinción clara entre los sépalos y los pétalos.

1. ADAPTACIONES PARA SOBREVIVIR EN LOS DESIERTOS

Las modificaciones evolutivas más relevantes que convirtieron los cactus en plantas adaptadas al desierto fueron el desarrollo de tejidos succulentos que facilitan el almacenamiento de agua, el desarrollo de una anatomía que les permiten cambios en el volumen del agua almacenada sin sufrir daños estructurales, la pérdida de hojas y la formación de espinas. La lluvia es escasa en los desiertos y el aire es seco, de tal manera que mantener hojas en estos ambientes conduce a la pérdida de agua por la transpiración. Además, para sobrevivir a los largos periodos de sequía es fundamental almacenar agua; por eso, los cactus desarrollaron tejidos succulentos, los cuales podrían ser depredados con facilidad por los sedientos animales del desierto. Este escenario dio paso a la evolución del grupo, donde las hojas fueron reemplazadas por espinas y favorecieron una doble adaptación: evitar la pérdida de agua y proporcionar la protección contra la herbivoría. A excepción de algunas especies con hojas, en la mayoría de las cactáceas la función fotosintética la llevan a cabo sus tallos, los cuales permanecen verdes por la ausencia de una corteza externa, como sucede en las plantas leñosas. Los tallos en los cactus están cubiertos por una cutícula gruesa, compuesta de ceras que los protegen de los daños causados por la alta intensidad de la radiación solar y reducen la pérdida de agua por transpiración. Entre los periodos de lluvias y sequías, las cactáceas cambian drásticamente el volumen de sus tallos para aprovechar esa capacidad de expandirse y contraerse sin dañar la epidermis; los cactus desarrollan formas anatómicas especiales, muchas especies presentan costillas, que son pliegues longitudinales en sus tallos; otras especies pueden tener podarios, tubérculos o costillas tuberculadas que difieren en la anatomía, pero tienen la misma función. Otra característica adaptativa son las raíces, pues algunas especies disponen de raíces grandes, tuberosas o napiformes que almacenan agua y otras poseen un sistema radicular superficial muy ramificado capaz de absorber con rapidez el agua de las escasas lluvias del desierto.

2. ORIGEN EVOLUTIVO DE LOS CACTUS

Los cactus no dejaron registros fósiles. Ante esto, es necesario determinar el lugar y el tiempo de su origen con un análisis amplio que lleva más bien a aproximaciones que a datos exactos. La deriva continental es un fenómeno

clave para comprender este proceso. Hace unos 400 millones de años, el planeta tierra estaba constituido por un solo supercontinente llamado *Pangea*. En el periodo Jurásico, hace unos 175 millones de años, las corrientes en el manto terrestre comenzaron a separar al supercontinente *Pangea*, en dos grandes continentes, Laurasia al norte y Gondwana al sur. Pasados 50 millones de años, los movimientos de las placas tectónicas separaron Laurasia, que dieron origen a América del Norte y Eurasia. En el hemisferio sur, América del Sur se separó de Gondwana. Durante millones de años, todos los continentes estuvieron suficientemente cerca, de manera que sus floras y faunas fueron similares; sin embargo, con el tiempo, las distancias se volvieron demasiado grandes para el intercambio entre los continentes y los organismos evolucionaron de modo independiente (Raven y Axelrod, 1974). Hay un consenso entre los taxónomos basados en los análisis biogeográficos y morfológicos de que los primeros cactus surgieron en América del Sur, cuando el continente ya estaba distante en un mínimo de 800 km de África, de manera que las aves dispersoras de semillas no pudieron volar entre los dos continentes. Se supone que si los cactus se hubieran originado antes, mientras América del Sur y África todavía estaban unidos, habría cactáceas nativas en África o quizás en Europa, Oriente Medio y Asia (Mauseth *et al.*, 2002).

Arakaki *et al.* (2011) estimaron, mediante un análisis filogenético, que el linaje de los cactus se separó de sus parientes más cercanos hace aproximadamente unos 35 millones de años, durante el Terciario medio. Sin embargo, los principales eventos de diversificación en los cactus fueron más recientes, y la mayoría de los clados ricos en especies se originaron de entre 10 a 5 millones de años atrás, en el Mioceno tardío.

En el Mioceno temprano, hace unos 23 millones de años, América del Norte y del Sur, que estaban aisladas, empezaron a unirse. En este caso, la presión entre estas placas americanas y el vulcanismo dieron origen a una cadena de montañas en el fondo del océano que poco a poco sobresalieron de la superficie del mar y formaron una serie de islas. Se supone que las cactáceas llegaron a la región que hoy constituye México antes de la formación completa de América Central. El istmo de Panamá fue el último pedazo de tierra que faltaba para unir las Américas, el cual se supone comenzó su formación hace 10 millones de años (Harmon, 2005).

Los cactus en general presentan un ritmo de crecimiento muy lento y largos ciclos de vida; sin embargo, ellos experimentaron una de las diversificaciones evolutivas más rápidas y sorprendentes observadas en el reino vegetal (Guerrero *et al.*, 2019). Cuando las cactáceas llegaron a México encontraron las condiciones especiales que favorecieron una gran radiación de especies y convirtieron los desiertos de México en el mayor centro de diversidad de especies de la familia.

3. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LOS CACTUS

Los cactus son nativos de América y se pueden encontrar desde el norte de Canadá hasta el sur en la Patagonia en Argentina (Anderson, 2001). La única excepción es el cactus epífito *Rhipsalis baccifera* que también se distribuye en África Occidental, en Madagascar y en algunas islas del océano Índico (Ingram, 2008). Existe controversia en relación con la distribución de *Rhipsalis baccifera*, ya que pudo haber llegado al Viejo Mundo debido a dispersión natural. Sin embargo, Calvente *et al.* (2011) sugieren que los humanos a través de las navegaciones entre Brasil, África e India a partir del siglo XVI son quienes llevaron la especie hasta África y a algunas islas del océano Índico. Esta última hipótesis es soportada porque justamente la distribución de *R. baccifera* coincide con la antigua ruta de comercio de las Indias Orientales.

Los cactus por lo general crecen anclados al suelo, aunque existen especies rupícolas que lo hacen sobre las rocas y epífitas que se desarrollan sobre otras plantas. Viven en hábitats con clima, altitud, relieve y condiciones ambientales ampliamente diversificadas (Mauseth *et al.*, 2002). Predominan en las regiones áridas y semiáridas, como los desiertos de Chihuahua y Sonora en México, el Atacama en Chile, así como en las zonas semiáridas del *Sertão* en el noreste de Brasil. En relación con la altitud, es posible encontrar cactus en zonas bajas, como se observa en la costa atlántica de Brasil, así como en los desiertos costeros de Chile hasta Perú, en América del Sur. De manera análoga, se ubican cactus en zonas costeras en América del Norte, donde cabe mencionar

a las espectaculares playas con una gran diversidad de cactáceas de la península de Baja California en México. También se localizan cactus en zonas de gran altitud como en el Altiplano boliviano y en varias montañas andinas. Aunado a la información anterior, lo que sería una sorpresa para muchas personas es que hay cactus en zonas húmedas, por ejemplo en la Mata Atlántica que cubre la Serra do Mar en Brasil, en las selvas de América Central y en la Selva Lacandona en México.

Para las cactáceas, la precipitación anual total y la duración del periodo de sequía influyen de manera directa sobre el volumen de los tejidos suculentos. Si el hábitat presenta periodos de sequía cortos, como uno o dos meses entre una lluvia y otra, las plantas no necesitan almacenar grandes cantidades de agua; por lo tanto, los cactus que habitan esas regiones presentan poca succulencia, como en *Pereskia aculeata*, conocido como *ora-pro-nóbis* en Brasil, que se distribuye en América tropical. Por otro lado, en regiones donde el periodo de sequía es más largo, como en el *Sertão* de Brasil, que suele tener una estación de seis o siete meses al año, los cactus deben contener mayor cantidad de tejido suculento, como es el caso del *coroa-de-frade* (*Melocactus zehntneri*) y el bellissimo *xique-xique* (*Xiquexique gounellei*). En regiones más secas, con periodos de sequía que pueden durar uno o dos años, como en el desierto de Atacama –donde nada más llueve en los años cuando se presenta el fenómeno de El Niño–, se localizan cactus con tallos más corpulentos como las pasacanas (*Trichocereus atacamensis*). En América del Norte se encuentran formas de vida similares como los saguaros (*Carnegiea gigantea*) del desierto de Sonora, las biznagas rojas (*Ferocactus pilosus*) y las biznagas burras (*Echinocactus platyacanthus*) del desierto de Chihuahua que son capaces de soportar más de dos años sin lluvias por el gran volumen de agua que almacenan.

En cambio, las selvas representan un ambiente muy distinto de un desierto, ya que las lluvias son abundantes, el aire y el suelo son húmedos y la radiación solar es filtrada por la copa de los árboles, por lo que la luz solar es limitada en la superficie del suelo. Bajo esas condiciones, los cactus buscaron la luz y comenzaron a escalar los tallos de los árboles que trajo como consecuencia el desarrollo de raíces adventicias para sujetarse en las grietas de la corteza de los árboles, de las cuales adquieren el agua durante las lluvias. A esta forma de crecimiento se denomina *epífito*. Con lluvias frecuentes no es necesario almacenar grandes cantidades de agua; en consecuencia, estos cactus desarrollaron una reversión evolutiva que propició la reducción del tejido suculento. Por esta razón, la mayoría de los cactus epífitos presentan tallos livianos, aplanados y delgados (Wallace y Gibson, 2002). En la selva, los tallos de las cactáceas evolucionaron en formas más parecidas a hojas para ampliar la capacidad de absorción de luz. La mayoría de los cactus epífitos no tienen espinas o las que tienen son muy pequeñas y suaves, porque ya no requieren protección contra la herbivoría, por presentar poca succulencia y por vivir en las copas de los árboles, que los hacen inaccesibles a los principales herbívoros terrestres (Wallace y Gibson, 2002). La mayoría de los frutos de estos cactus son de colores brillantes y con pulpa levemente endulzada y jugosa, características que atraen a las aves, principales dispersoras de sus semillas. Las cactáceas epífitas presentan dos centros de origen y diversidad: el primero en las selvas del sur de México y Centro América y el segundo en las selvas del sureste de Brasil (Barthlott, 1983).

PROSPECTIVA

En la actualidad la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés) incluye más de 37 400 especies de la fauna y flora en peligro de extinción. Se estima que un tercio de todas las especies de animales y plantas del planeta estarían en extinción en 2070 debido al cambio climático (Román-Palacios y Wiens, 2020). Los cactus son considerados uno de los grupos taxonómicos más amenazados entre las familias botánicas (Goettsch *et al.*, 2015). La Norma Oficial Mexicana (NOM059-ECOL-2010) enlista 279 taxones en riesgo; el Libro Rojo de la IUCN incluye 31% de taxones con amenaza de extinción, mientras que la Convención sobre Comercio de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES por sus siglas en inglés), contiene 41 taxones en el Apéndice I (especies en peligro de extinción) y el restante de las cactáceas las consideran dentro del Apéndice II (especies que no están necesariamente amenazadas, pero que podrían estarlo a menos que se controle su comercio de forma más estricta) (Jiménez-Sierra, 2011).

Muchas especies de cactáceas presentan endemismos, poblaciones pequeñas y aisladas, crecimiento lento y dificultades de germinación en campo, lo que las hace vulnerables. Además, la recolección ilegal e intensiva de semillas y plantas vivas de poblaciones silvestres, para formar parte de colecciones particulares, ha llevado a un gran número de especies de cactáceas a estar con grandes posibilidades de extinción inminente.

CONCLUSIONES

Debido a las características biológicas intrínsecas de las cactáceas, con su fragilidad para reproducirse en los desiertos, además de los impactos y amenazas que sufren en la actualidad, es urgente que se tomen medidas gubernamentales efectivas de protección y conservación de estas especies. Además, cada persona debe tener conciencia de protegerlas y admirarlas en su hábitat natural. En lo que respecta a su comercio, cabe asegurarse de que su reproducción sea por medio de semillas y de que provengan de viveros certificados y no del saqueo de poblaciones silvestres.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los árbitros evaluadores de este artículo, ya que con sus aportaciones permitieron mejorar la calidad del artículo.

REFERENCIAS

- Anderson, E. F. (2001). *The cactus family*. USA: Timber Press.
- Arakaki, M., Christin, P. A., Nyffeler, R., Lendel, A., Eggli, U., Ogburn, R. M., & Edwards, E. J. (2011). Contemporaneous and recent radiations of the world's major succulent plant lineages. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(20), 8379-8384.
- Arias, S., & Aquino, D. (2019). Cactaceae I Family. *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. México: Inecol.
- Barthlott, W. (1983). Biogeography and evolution in Neo and Paleotropical Rhipsalinae (Cactaceae). In: K. Kubitzki. *International Symposium, Sonderbande des Naturwissenschaftlichen Vereins*. Hamburg.
- Calvente, A., Zappi, D. C., Forest, F., & Lohmann, L. G. (2011). Molecular phylogeny of tribe Rhipsalideae (Cactaceae) and taxonomic implications for Schlumbergera and Hatiora. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 58(3), 456-468.
- Casas, A., & Barbera, G. (2002). Mesoamerican domestication and diffusion. *Cacti: Biology and Uses*, 143, 62.
- Cota-Sánchez, J. H. (2008). Evolución de cactáceas en la región del Golfo de California, México. In L. M. Flores-Campaña (Ed.), *Estudios de las islas del Golfo de California* (pp. 67-799). Culiacán: Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Goettsch, B., Hilton-Taylor, C., Cruz-Piñón, G., Duffy, J. P., Frances, A., Hernández, H. M.,... & Gaston, K. J. (2015). High proportion of cactus species threatened with extinction. *Nature Plants*, 1(10), 1-7.
- Guerrero, P. C., Majure, L. C., Cornejo-Romero, A., & Hernández-Hernández, T. (2019). Phylogenetic relationships and evolutionary trends in the cactus family. *Journal of Heredity*, 110, 4-21.
- Guzmán, U., Arias, S., & Dávila, P. (2003). *Catálogo de Cactáceas Mexicanas*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Harmon, R. S. (2005). The geological development of Panama. In Harmon, R. S. (Ed.), *The Rio Chagres, Panama: A Multidisciplinary Profile of a Tropical Watershed*. Netherlands: Springer Dordrecht.

- Hernández-Ledesma, P., Berendsohn, W. G., Borsch, T., Von Mering, S., Akhiani, H., Arias, S., & Uotila, P. (2015). A taxonomic backbone for the global synthesis of species diversity in the angiosperm order Caryophyllales. *Willdenowia*, 45(3), 281-383.
- Ingram, S. (2008). *Cacti, Agaves and Yuccas of California and Nevada*. USA: Cachuma Press.
- Jiménez-Sierra, C. L. J. (2011). Las cactáceas mexicanas y los riesgos que enfrentan. *Revista Digital Universitaria*, 12(1).
- Mauseth, J. D. (2006). Structure-function relationships in highly modified shoots of Cactaceae. *Annals of Botany*, 98(5), 901-926.
- Mauseth, J. D., Kiesling, R., & Ostolaza, C. N. (2002). *A Cactus Odyssey: Journey in the Wilds of Bolivia, Peru, and Argentina*. USA: Timber Press.
- Nyffeler, R., & Eggli, U. (2010). A farewell to dated ideas and concepts: molecular phylogenetics and a revised suprageneric classification of the family Cactaceae. *Schumannia*, 6, 109-149.
- Ortega-Baes, P., Sühling, S., Sajama, J., Sotola, E., Alonso-Pedano, M., Bravo, S., & Godínez-Álvarez, H. (2010). Diversity and conservation in the cactus family. In *Desert plants* (pp. 157-173). Berlin: Springer.
- Raven, P. H., & Axelrod, D. I. (1974). Angiosperm biogeography and past continental movements. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 61, 539-673.
- Román-Palacios, C., & Wiens, J. J. (2020). Recent responses to climate change reveal the drivers of species extinction and survival. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(8) 4211-4217.
- Wallace, R. S., & Gibson, A. C. (2002). Evolution and systematics. In: P. S. Nobel (Ed.), *Cacti: biology and uses* (pp. 1-21). USA: University of California Press.

CC BY-NC-ND



Reglas de asociación como estrategia de selección de ítems en exámenes adaptativos computarizados

Pacheco Ortiz, Josué; Rodríguez Mazahua, Lisbeth; Alor Hernández, Giner

Reglas de asociación como estrategia de selección de ítems en exámenes adaptativos computarizados

CIENCIA *ergo-sum*, vol. 30, núm. 2, julio-octubre 2023 | **e203**

Espacio del divulgador

Universidad Autónoma del Estado de México, México

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.



Pacheco Ortiz, J., Rodríguez Mazahua, L. y Alor Hernández, G. (2023). Reglas de asociación como estrategia de selección de ítems en exámenes adaptativos computarizados. *CIENCIA ergo-sum*, 30(2). <http://doi.org/10.30878/ces.v30n2a10>

Reglas de asociación como estrategia de selección de ítems en exámenes adaptativos computarizados

Association rules as a item selection strategy in computerized adaptive testing

Josué Pacheco Ortiz

Tecnológico Nacional de México, México

iscjpo@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-2694-2827>

Recepción: 16 de noviembre de 2021

Aprobación: 16 de marzo de 2022

Lisbeth Rodríguez Mazahua

Tecnológico Nacional de México, México*

lrodriguez@ito-depi.edu.mx

 <https://orcid.org/0000-0002-9861-3993>

Giner Alor Hernández

Tecnológico Nacional de México, México

giner.ah@orizaba.tecnm.mx

 <https://orcid.org/0000-0003-3296-0981>

RESUMEN

Se propone un método de selección de ítems en los CAT (Computerized Adaptive Testing) basado en reglas de asociación. De acuerdo con la respuesta correcta (1) o incorrecta (0) del evaluado a cada pregunta, se buscan reglas de asociación que tengan como antecedente la pregunta contestada y su resultado (1 o 0) y, como consecuente, ítems con mayor o menor nivel de complejidad que el ítem respondido, respectivamente. La elección del ítem se realiza considerando las reglas con la mayor confianza y soporte. Para finalizar, se incluye un ejemplo para demostrar la eficacia del método propuesto.

PALABRAS CLAVE: exámenes adaptativos computarizados, minería de datos, reglas de asociación.

ABSTRACT

An item selection method in CAT (Computerized Adaptive Testing) based on association rules is proposed. According to the correct (1) or incorrect (0) answer to each item, association rules are sought with the answered item and its result (1 or 0) as antecedent, and as consequent, items with higher or lower complexity level than the answered item respectively. The election of the item is performed considering rules with the highest confidence and support. Finally, we include an example to demonstrate the effectiveness of the proposed method.

KEYWORDS: computerized adaptive testing, data mining, association rules.

INTRODUCCIÓN

Los CAT (Computerized Adaptive Testing) son una forma de evaluación cuya característica principal es la de adaptar las preguntas siguientes de acuerdo con las respuestas que otorga el evaluado en las preguntas previas.

El algoritmo de selección de ítems dentro del proceso de los CAT inicia con la selección de la primera pregunta de dificultad media y, dependiendo de la respuesta que otorgue la persona evaluada, adaptará la dificultad de la siguiente. Maximizar la precisión del examen es el objetivo principal de los CAT. Una de las ventajas fundamentales es que ocupan menos preguntas y toman menos tiempo que los exámenes tradicionales en lápiz y papel, pero conservan o mejoran el nivel de precisión (López-Cuadrado *et al.*, 2010).

AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

lrodriguez@ito-depi.edu.mx

Así también, entre sus componentes principales está el criterio de selección de ítems. En la actualidad, la información máxima de Fisher (Albano *et al.*, 2019) es uno de los métodos más empleados, pero presenta diversas desventajas, entre las cuales se encuentran *a)* sesgo en la elección de ítems, *b)* error en la estimación de habilidad y *c)* duplicidad de ítems presentados (Sheng *et al.*, 2018; Lin y Chang, 2019; Yigit *et al.*, 2019). Algunos trabajos se han enfocado en tratar de resolver los problemas presentados utilizando otras herramientas en la etapa de selección como algoritmo voraz (Bengs *et al.*, 2018) y Kullback-Leibler Information (Tokusada y Hirose, 2016); sin embargo, a pesar de que han tenido resultados favorables, estos sólo han sido en estudios de simulación y no en aplicación con grupos reales de evaluados.

En este artículo se presenta un método de evaluación adaptativa computarizada que utiliza la minería de reglas de asociación como estrategia de selección de ítems, por medio de la cual se busca aprovechar las ventajas potenciales de las reglas de asociación para encontrar relaciones entre las preguntas contestadas correcta o incorrectamente y las preguntas contestadas correctamente y presentar las preguntas más adecuadas (con mayor probabilidad de contestar correctamente) en los exámenes de acuerdo con las respuestas del evaluado, y donde se considere las mejores reglas (guardadas en la base de datos de alumnos que contestaron el mismo examen previamente) con mayor soporte y confianza. Es importante mencionar que estas dos características son en las que está basado el algoritmo para hacer una correcta elección de la regla para la selección de la pregunta.

En la figura 1 se muestra el proceso seguido por los CAT (Oppl *et al.*, 2017), el cual comienza con la estimación inicial de conocimientos de la persona evaluada. Posteriormente, el primer ítem es seleccionado y presentado a la persona evaluada. Una vez que la respuesta se obtiene, una nueva estimación de conocimientos se lleva a cabo. La siguiente etapa consiste en verificar si el criterio de parada se cumple. Si esto no sucede, el siguiente ítem es seleccionado y el ciclo comienza de nuevo: se repite hasta que se cumple el criterio de parada. Cuando esto ocurre, se lleva a cabo una estimación final de conocimiento y termina el proceso.

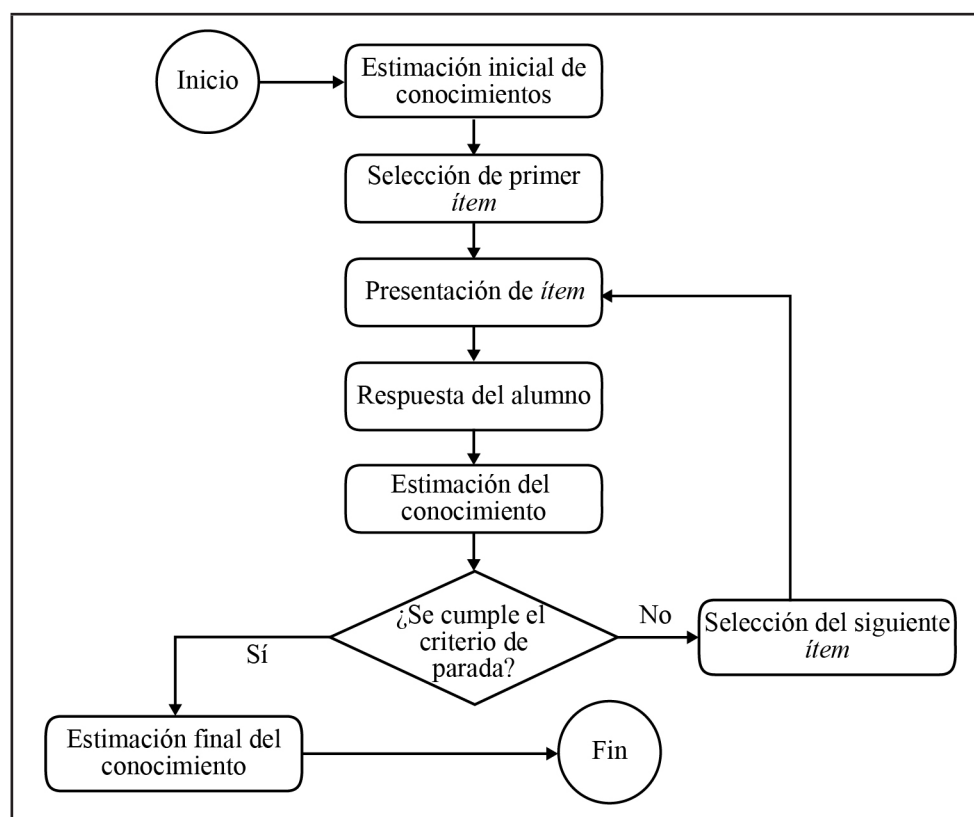


FIGURA 1

Proceso CAT

Fuente: elaboración propia.

A lo largo del tiempo, diversos métodos, herramientas y estrategias han sido empleados en las distintas fases del CAT, por ejemplo el modelo logístico de tres parámetros (3PL) para la calibración de ítems, la estimación de máxima verosimilitud (MLE) para la estimación de habilidad del evaluado y las diferencias cuadráticas medias como criterio de evaluación.

1. REGLAS DE ASOCIACIÓN

La minería de reglas de asociación tiene como finalidad encontrar relaciones entre los elementos u objetos de una base de datos, es decir, permite descubrir patrones comunes en los elementos. Su uso se puede encontrar en diversas áreas como de salud (Zhang *et al.*, 2020) y aprendizaje en línea (Paladines Rodríguez *et al.*, 2021); en cada uno de los casos ofrece resultados positivos.

Existen diversos algoritmos para la minería de reglas de asociación, entre los cuales destacan Apriori (Agrawal *et al.*, 1993), FPGrowth (Han *et al.*, 2016), PredictiveApriori (Scheffer, 2001) y Tertius (Flach & Lachiche, 2001). Además, para el análisis comparativo de los algoritmos de reglas de asociación, se utilizan diversos criterios:

- a) Confianza: evalúa el grado de certeza de la asociación detectada.
- b) Soporte: representa el porcentaje de transacciones de la base de datos que satisface la regla dada.
- c) Tiempo: número de milisegundos que toma la construcción de un modelo.
- d) Reglas: representa el número de reglas interesantes obtenidas.
- e) Sustentación: indica la relación entre el soporte observado de un conjunto de elementos y el soporte teórico de ese conjunto dada la suposición de independencia.

2. PROCESO CAT CON REGLAS DE ASOCIACIÓN

La figura 2 ilustra el método de evaluación adaptativa computarizada propuesto que integra a la minería de reglas de asociación como estrategia de selección de ítems en el proceso de los CAT. A continuación se muestra su empleo:

1. Basándose en que cada pregunta o ítem tiene un nivel de complejidad (1 a 100), el sistema elige la pregunta inicial de acuerdo con el criterio de arranque seleccionado, el cual es la elección de una pregunta de nivel medio.
2. Para la elección de la siguiente pregunta:
 - Si la respuesta de la pregunta inmediata anterior fue correcta ($pX = 1$), el sistema elige una de mayor complejidad (pY) tomando en cuenta las reglas de asociación almacenadas en la base de datos (de alumnos que presentaron la misma prueba previamente), con mayor soporte y confianza. Las reglas de asociación se generan de la siguiente forma:

$$pX = 1 \Rightarrow pY = 1 \quad (1)$$

- Si la respuesta de la pregunta inmediata anterior fue errónea ($pX = 0$), el sistema elige una de menor nivel de complejidad (pZ) tomando en cuenta las reglas de asociación almacenadas en la base de datos (de alumnos que presentaron la misma prueba previamente), con mayor soporte y confianza.

$$pX = 0 \Rightarrow pZ = 1 \quad (2)$$

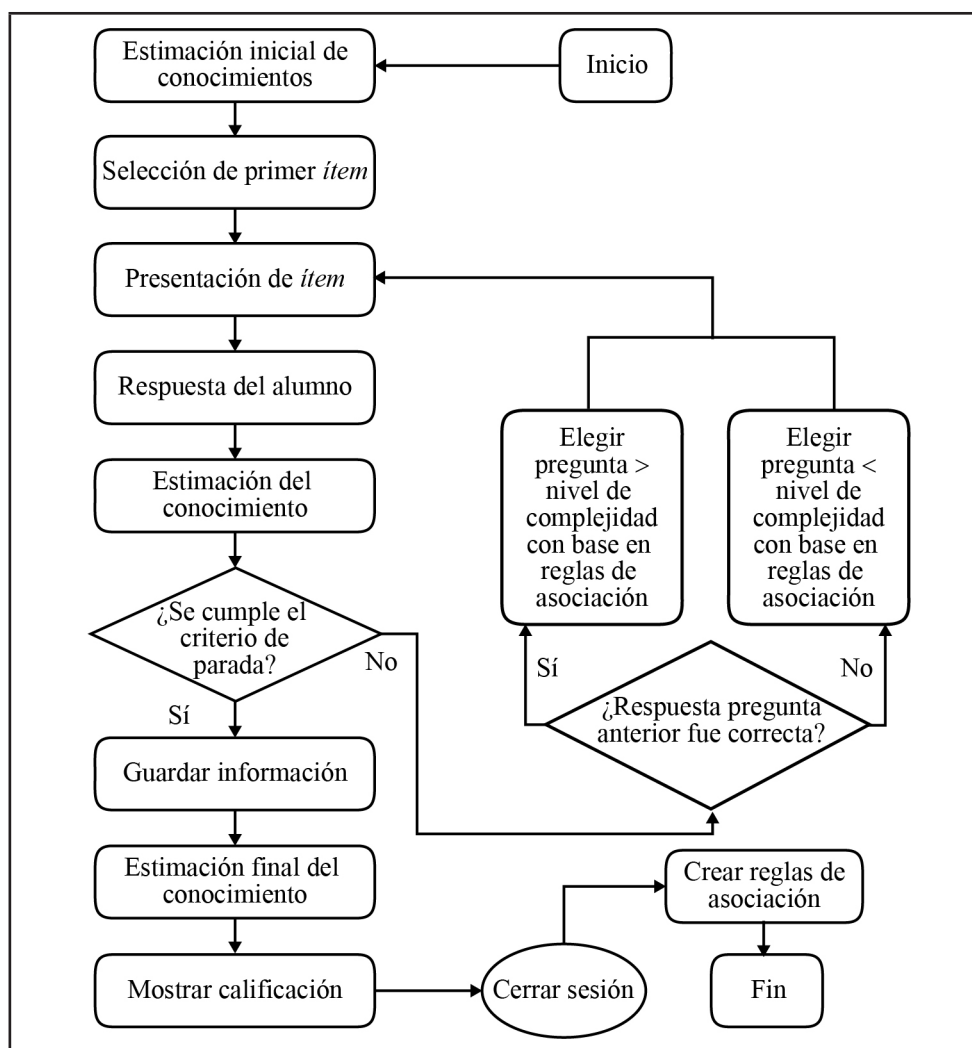


FIGURA 2

Proceso CAT con reglas de asociación

Fuente: elaboración propia.

3. El proceso del paso 2 se repite con cada una de las preguntas siguientes.
4. Después de finalizar el número de preguntas establecidas por el profesor, el sistema termina el examen, guarda toda la información generada en su base de datos y proporciona la calificación al alumno.
5. El alumno cierra sesión o regresa a la página inicial para presentar otro examen.

Finalmente, el sistema origina reglas de asociación a través de la aplicación inmediata del algoritmo Apriori (Agrawal *et al.*, 1993) a la información guardada con la finalidad de encontrar relaciones entre las preguntas contestadas y que sirvan como base para la próxima vez que un alumno presente el mismo examen.

3. SELECCIÓN DE ÍTEMS CON REGLAS DE ASOCIACIÓN

La figura 3 muestra el proceso completo de la fase de selección de ítems aplicando reglas de asociación. A continuación se describe:

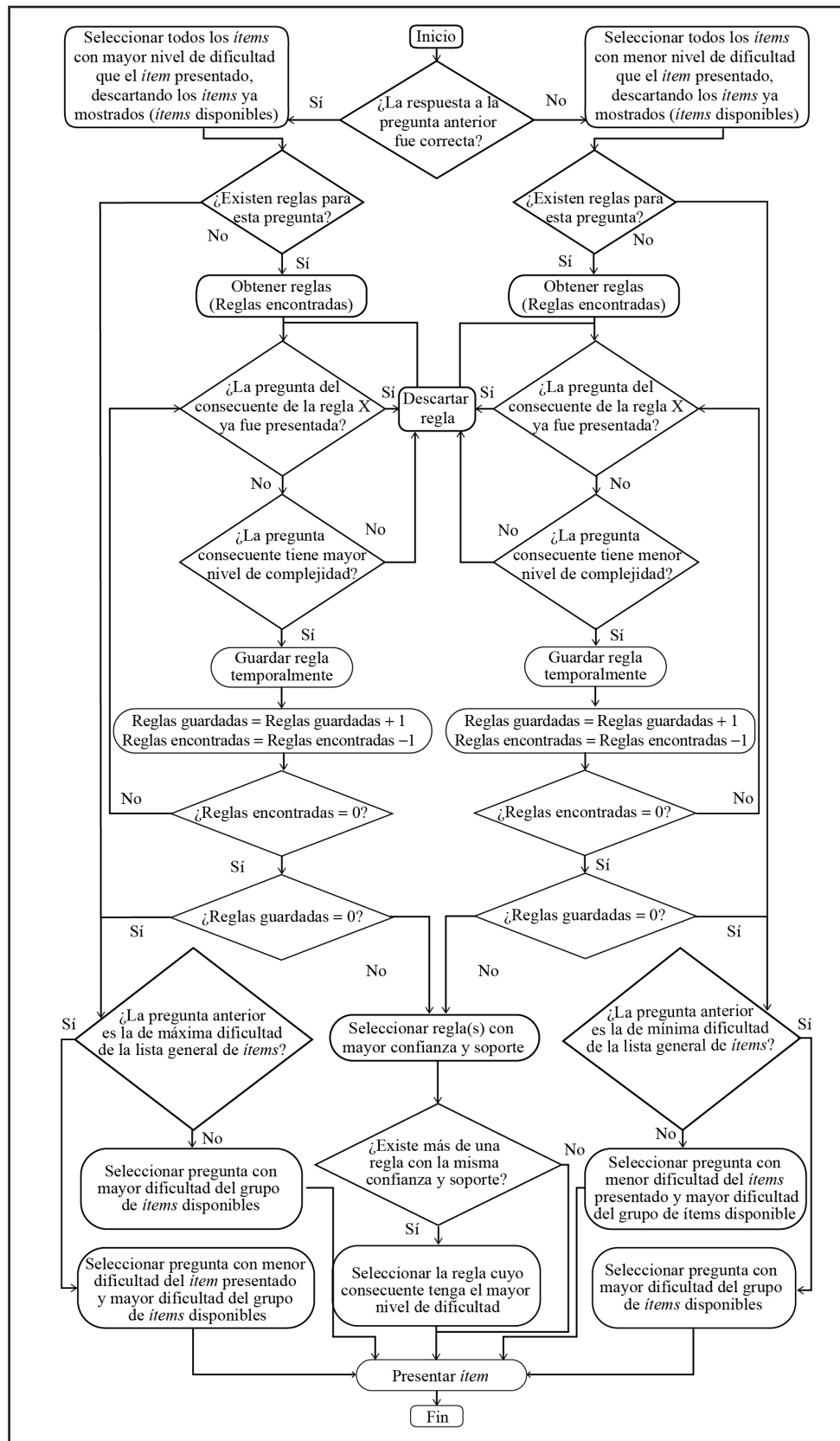


FIGURA 3

Etapa de selección de ítems con reglas de asociación

Fuente: elaboración propia.

El proceso de la fase de selección de ítems comienza cuando el algoritmo verifica si la respuesta a la pregunta anterior fue correcta o incorrecta. En caso de ser correcta:

1. Se seleccionan todos los ítems con mayor nivel de dificultad que el ítem presentado y se descartan los ya mostrados. A este conjunto de ítems se les denomina “ítems disponibles”.
2. Se verifica si existen reglas de asociación almacenadas en la base de datos para el ítem presentado. En caso de existir, se obtienen. A este conjunto se le denomina “reglas encontradas”. Si no existen reglas, se procede al paso 5.
3. El siguiente paso consiste en revisar cada una de las reglas encontradas: primero se revisa si la pregunta consecuente de la regla ya fue presentada al alumno; en caso de ser afirmativo, se descarta la regla. Si no lo ha sido, entonces ahora se verifica si la pregunta consecuente tiene mayor nivel de complejidad que la pregunta previa; en caso de ser negativo, se descarta la regla. Si la regla ha pasado los dos filtros previos, se guarda de manera temporal en un grupo llamado “reglas guardadas”.
4. El paso 3 se repite para cada una de las reglas encontradas. Cuando ya no hay más, entonces se comprueba si el conjunto de reglas guardadas es igual a 0. Si es afirmativo, se procede al paso 5 y si es negativo, se seleccionan reglas con mayor confianza y soporte y se procede a verificar si existe más de una regla con la misma confianza y soporte. Si es negativo, se procede al paso 6 y si es positivo, se selecciona la regla cuyo consecuente tenga el mayor nivel de dificultad y se continúa con el paso 6.
5. Se verifica si la pregunta recién presentada es la de máxima dificultad en la lista general de ítems. En caso de ser afirmativo, se elige una pregunta con menor dificultad y con mayor dificultad del grupo de ítems disponibles y se procede al paso 6; de ser negativo, se selecciona la pregunta con mayor dificultad del grupo de ítems disponibles y se sigue con el paso 6.
6. Se presenta la pregunta y termina la etapa de selección de ítems.

Si la respuesta a la pregunta anterior es incorrecta, prácticamente se sigue el mismo proceso con las siguientes diferencias:

- En el paso 1 se seleccionan ítems con menor nivel de dificultad que el ítem presentado.
- En el paso 3 se verifica si la pregunta consecuente de la regla tiene menor nivel de complejidad.
- En el paso 5 se revisa si la pregunta reciente presentada es la de mínima dificultad en la lista general de ítems. En caso de ser afirmativo, se selecciona la pregunta con mayor nivel de dificultad del grupo de ítems disponibles; en caso de ser negativo, sería una pregunta con menor dificultad del ítem presentado y mayor dificultad del grupo de ítems disponibles. En ambos casos igual se procede al paso 6.

3. 1. Ejemplo

Suponiendo que se toma el mismo nivel de estimación inicial de habilidad para todos los alumnos de un grupo (pregunta con dificultad media) y se tienen 10 preguntas identificadas como Pregunta1 a Pregunta10, ordenadas de acuerdo con su nivel de dificultad de menor a mayor respectivamente, la última pregunta presentada fue la Pregunta7 y la respuesta del alumno fue correcta, entonces:

1. El algoritmo selecciona todas las preguntas con mayor nivel de dificultad que la pregunta presentada; descarta las preguntas ya presentadas: Pregunta8, Pregunta9 y Pregunta10 (paso 1).
2. Se verifica si existen reglas para la Pregunta7. Al respecto, se tienen dos:

- Pregunta7(1) => Pregunta8(1) Confianza = 1, Soporte 0.90
- Pregunta7(1) => Pregunta10(1) Confianza = 1, Soporte 0.90

Lo anterior significa que si se contesta bien la Pregunta7, entonces implica mayor probabilidad de responder correctamente la Pregunta8 y la Pregunta10. Este conjunto de reglas reciben el nombre de “reglas encontradas” (paso 2).

3. El algoritmo comprueba si la pregunta consecuente (Pregunta8) de la primera regla encontrada ya fue presentada. Si no ha sido presentada, entonces se tiene que verificar si la pregunta tiene mayor nivel de dificultad. En este caso sí presenta mayor nivel de dificultad; por lo tanto, procede a almacenarla de manera temporal en “reglas guardadas”. Se repite el proceso con la pregunta consecuente (Pregunta10) de la segunda regla, siendo el mismo resultado, y también la almacena (Paso 3).
4. El siguiente paso en el algoritmo consiste en verificar si existe más de una regla en “reglas guardadas” que tenga el mismo nivel de confianza y soporte; para este ejemplo ambas reglas cuentan con los mismos niveles. Por lo tanto, el algoritmo selecciona la regla cuya pregunta consecuente posea el mayor nivel de dificultad; para este caso, la segunda regla dispone de la Pregunta10 que, de acuerdo con las bases del ejemplo, es la que tiene mayor nivel de dificultad (paso 4).
5. Por último, la Pregunta10 es presentada al alumno (paso 6).

PROSPECTIVA

La contribución principal de este artículo es proponer un método de evaluación adaptativa computarizada que integra a la minería de reglas de asociación como estrategia de selección de ítems. La principal ventaja de este método es que la selección se basa en los datos recolectados de otros estudiantes que han realizado el mismo examen con el objetivo de presentar al evaluado las preguntas con mayor probabilidad de responder correctamente. En el futuro, se desarrollará una aplicación web que implemente el método propuesto y se aplicará en un curso de bases de datos en nivel maestría para evaluar su desempeño.

CONCLUSIONES

Evaluar es una parte fundamental dentro del proceso enseñanza-aprendizaje, ya que no solamente le da una nota o calificación al alumno, sino que, además, le brinda información al profesor acerca de las ventajas y desventajas que tiene cada evaluado, lo cual puede ser utilizado para mejorar la calidad del proceso. A lo largo del tiempo, las pruebas o exámenes han sido la forma más de común de medir el nivel de conocimientos de las personas.

Mientras que en el sistema tradicional suele aplicarse el mismo examen para todas las personas que forman parte de un grupo físico, en el sistema *e-Learning* las pruebas son de manera digital y, de la misma forma que en el sistema tradicional de enseñanza, también puede aplicarse el mismo examen para todos los alumnos que forman parte de un grupo virtual. Sin embargo, con el surgimiento de los CAT, las pruebas pueden adaptarse al nivel de conocimiento de los evaluados.

El proceso de los CAT contempla varias etapas: una de las principales es la selección de ítems, donde la información máxima de Fisher es uno de los criterios más empleados, aunque plantea ciertas desventajas, tales como repetición de ítems presentados, sesgo en la elección, entre otras. Para tratar de resolver estos errores, este artículo muestra la aplicación de la minería de reglas de asociación como una estrategia de selección de ítems, donde, basándose en el conocimiento generado en información de exámenes previamente contestados por alumnos, el algoritmo de selección puede elegir los ítems que mejor se adapten al alumno de acuerdo con su nivel de conocimiento.

El proceso de selección de ítems presentado se empleará en la implementación de un sistema de evaluación CAT, cuya característica principal es la de utilizar reglas de asociación en la etapa de selección; por el momento, el sistema de evaluación se encuentra en la etapa de desarrollo. Al finalizar, se llevarán a cabo pruebas de simulación que permitirán verificar su eficacia.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por la beca de doctorado otorgada a Josué Pacheco Ortiz y al Tecnológico Nacional de México (TecNM) por apoyar el desarrollo de este trabajo. Asimismo, a los árbitros de la revista por sus aportes que permitieron mejorar el contenido.

REFERENCIAS

- Agrawal, R., Imielinski, T., & Swam, A. (1993). Mining association rules between sets of items in large databases. *Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on Management of Data*, 22(2), 207-216.
- Albano, A., Cai, L., Lease, E., & McConnell, S. (2019). Computerized adaptive testing in early education: exploring the impact of item position effects on ability estimation. *Journal of Educational Measurement*, 56(2), 437-451. <https://doi.org/10.1111/jedm.12215>
- Bengs, D., Brefeld, U., & Kröhne, U. (2018). Adaptive item selection under matroid constraints. *Journal of Computerized Adaptive Testing*, 6(2), 15-36. <https://doi.org/10.7333/1808-0602015>
- Flach, P., & Lachiche, N. (2001). Confirmation-guided discovery of first-order rules with tertius. *Machine Learning*, 42(1-2), 61-95.
- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2016). *Data mining: Concepts and techniques* (3th ed.). Morgan Kaufmann.
- Lin, C.-J., & Chang, H.-H. (2019). Item selection criteria with practical constraints in cognitive diagnostic computerized adaptive testing. *Educational and Psychological*, 79(2), 1-23. <https://doi.org/10.1177/0013164418790634>
- López-Cuadrado, J., Pérez, T., Vadillo, J., & Gutiérrez, J. (2010). Calibration of an item bank for the assessment of Basque language knowledge. *Computers & Education*, 55, 1044-1055.
- Oppl, S., Reisinger, F., Eckmaier, A., & Helm, C. (2017). A flexible online platform for computerized adaptive testing. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(2), 2-21. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0039-0>
- Paladines Rodríguez, J., Carreño Arce, C., & Parrales Llor, A. (2021). Incidencia en la deserción de los cursos de primer nivel de la carrera de desarrollo de *software* del instituto superior tecnológico Guayaquil. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 14(6), 43-58.
- Scheffer, T. (2001). Finding association rules that trade support optimally against confidence. *Principles of Data Mining and Knowledge Discovery*, 9(4), 224-235.
- Sheng, C., Bingwei, B., & Jiecheng, Z. (2018). An Adaptive Online Learning Testing System. *ICIET '18 Proceedings of the 6th International Conference on Information and Education Technology*, 55(1), 18-24. <https://doi.org/10.1145/3178158.3178187>
- Tokusada, Y., & Hirose, H. (2016). Evaluation of Abilities by Grouping for Small IRT Testing Systems. *5th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics*, 445-449. <https://doi.org/10.1109/IIAI-AAI.2016.50>

- Yigit, H., Sorrel, M., & De la Torre, J. (2019). Computerized adaptive testing for cognitively based multiple-choice data. *Applied Psychological Measurement*, 43(5), 1-14.
- Zhang, D., Jintao, L., Zhang, B., Zhang, X., Jiang, H., & Lin, Z. (2020). The characteristics and regularities of cardiac adverse drug reactions induced by Chinese materia medica: A bibliometric research and association rules analysis. *Journal of Ethnopharmacology*, 252, 1-12.

CC BY-NC-ND



Espectro de los factores psicosociales en el trabajo: progresión desde los riesgos psicosociales hasta los protectores psicosociales

Martínez-Mejía, Emmanuel

Espectro de los factores psicosociales en el trabajo: progresión desde los riesgos psicosociales hasta los
protectores psicosociales

CIENCIA *ergo-sum*, vol. 30, núm. 2, julio-octubre 2023 | e204

Ensayo

Universidad Autónoma del Estado de México, México

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.



Martínez-Mejía, E. (2023). Espectro de los factores psicosociales en el trabajo: progresión desde los riesgos psicosociales hasta los protectores psicosociales. *CIENCIA ergo-sum*, 30(2). <http://doi.org/10.30878/ces.v30n2a11>

Espectro de los factores psicosociales en el trabajo: progresión desde los riesgos psicosociales hasta los protectores psicosociales

Spectrum of psychosocial factors at work: Progression from psychosocial risks to psychosocial protectors

Emmanuel Martínez-Mejía*

Universidad Nacional Autónoma de México, México

emmanuel.martinez.mejia@comunidad.unam.mx

 <http://orcid.org/0000-0002-4095-359X>

Recepción: 2 de agosto de 2021

Aprobación: 7 de abril de 2022

RESUMEN

Se propone una aproximación conceptual de una progresión bidireccional de los factores psicosociales en el trabajo. La argumentación considera *a)* la delimitación del marco teórico, tanto de la psicología de la salud ocupacional, como de lo psicosocial en el trabajo y las organizaciones, *b)* una revisión y especificación sobre el avance conceptual; y *c)* una reflexión crítica para proponer una progresión desde los factores de riesgo y riesgos psicosociales hasta los factores protectores y protectores psicosociales. Entre las conclusiones, la utilidad de esta propuesta radica en tener un espectro que contextualice las investigaciones y oriente las intervenciones profesionales realizadas en el ámbito laboral para mejorar la salud psicosocial de las personas en el trabajo.

PALABRAS CLAVE: factores psicosociales, factores de riesgo psicosocial, riesgos psicosociales, factores de protección psicosocial, protectores psicosociales.

ABSTRACT

A conceptual approach of a bidirectional progression of psychosocial factors at work is proposed. The argument considers: *a)* the delimitation of the theoretical framework, both of occupational health psychology and psychosocial at work and organizations; *b)* a review and specification regarding the conceptual advance; *c)* a critical reflection to propose a progression from risk factors and psychosocial risks to protective factors and psychosocial protectors. In conclusion, the usefulness of this proposal lies in having a spectrum that contextualizes research and guides professional interventions carried out in the workplace to improve the psychosocial health of people at work.

KEYWORDS: psychosocial factors, psychosocial risk factors, psychosocial risks, psychosocial protective factors, psychosocial protectors.

INTRODUCCIÓN

La salud ocupacional no solamente se trata de lo físico, también implica lo mental y lo social de manera integrada y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades por motivo del trabajo, lo cual hace referencia a la definición de salud de la OMS (2014). Sin embargo, hasta los últimos veinte años del siglo XX, los aspectos mentales y sociales habían estado en segundo plano en las medidas de seguridad y salud en el trabajo.

En específico, la psicología de la salud ocupacional es la disciplina que se ha encargado de mejorar de manera sistemática la calidad de vida laboral, la promoción de la seguridad, salud y bienestar integral de los trabajadores mediante la aplicación del conocimiento científico de la psicología social, de la salud y del trabajo. Lo anterior con el objetivo de que las personas se desarrollen, sean valoradas cuando son productivas en su actividad laboral y también tengan la posibilidad de utilizar sus conocimientos y habilidades para alcanzar un alto rendimiento, satisfacción y salud física, mental y social (Gil-Monte, 2014; Quick, 1999; Salanova, 2010).

Uno de los principales aspectos que ha atendido la psicología de la salud ocupacional son los factores psicosociales en el trabajo. Como primera referencia institucional a nivel mundial, está el informe del Comité Mixto de la Orga-

AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

emmanuel.martinez.mejia@comunidad.unam.mx

nización Internacional del Trabajo (OIT) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre medicina del trabajo en su novena reunión en 1984. De acuerdo con este documento, y con los diferentes convenios que contemplan la salud mental y psicosocial que ha planteado la OIT, los países miembros se han visto obligados a establecer mecanismos para su prevención y regulación, entre los cuales destacan el C155 (OIT, 1981) sobre la seguridad y salud de los trabajadores, el C161 (OIT, 1985) sobre los servicios de salud en el trabajo, el C187 (OIT, 2006) sobre el marco promocional para la seguridad y salud en el trabajo y el C190 (OIT, 2019) sobre la violencia y el acoso en el trabajo.

Conceptos como *factores psicosociales en el trabajo*, *factores de riesgo psicosocial en el trabajo* o *riesgos psicosociales* se han mencionado a lo largo de aproximadamente cincuenta años en la literatura científica e institucional como relevantes; sin embargo, se han definido de maneras distintas (OIT, 2016). Por tanto, resulta crucial reflexionar sobre ellos y señalar una perspectiva con mayor solidez que proponga una organización del avance tanto teórico como empírico. En este sentido, se toma el concepto de espectro, ya que es una forma de representar un continuo progresivo de un fenómeno con base en una distribución de la intensidad en función de la magnitud de sus características, y que ha sido utilizado para este fin en diversas ciencias como la física, la química o la biología (ACS, 2007; RAE, 2014; Lévy, 1992). De acuerdo con estos antecedentes disciplinares, conceptuales e institucionales, el objetivo de este ensayo científico es plantear un panorama sobre los factores psicosociales en el trabajo y su progresión en un continuo, desde un extremo con los riesgos psicosociales laborales hasta el otro extremo con los protectores psicosociales laborales.

Para conseguirlo, se lleva a cabo una revisión de la literatura y se reflexiona alrededor de la propuesta de un espectro tanto hacia el riesgo como hacia la protección. En primer lugar, se define lo psicosocial en el trabajo y en las organizaciones como marco de referencia delimitante. En segundo lugar, se definen los factores psicosociales en el trabajo, se muestra una clasificación con aquellos factores más determinantes. En tercer lugar, se plantea una progresión con dos extremos: por un lado, los factores psicosociales hacia el riesgo de daño a la salud, que incluyen *a)* los factores de riesgo psicosocial y *b)* los riesgos psicosociales y, por otro lado, los factores psicosociales hacia la protección de la salud, que comprenden *a)* los factores de protección psicosocial en el trabajo y *b)* los protectores psicosociales.

1. LO PSICOSOCIAL EN EL TRABAJO Y LAS ORGANIZACIONES

Para aproximarnos a la comprensión de lo psicosocial en el trabajo partiremos de la psicología social, la cual intenta “comprender y explicar cómo influye la presencia real, imaginada o implícita de los otros en los pensamientos, sentimientos y conductas de los individuos” (Allport, 1954, en Franzoi, 2000: 6). Es decir, “se interesa por cómo nuestros pensamientos, sentimientos y conductas están influidos y determinados por otras personas y ciertos contextos sociales” (Ibañez, 2004: 19). Por tanto, los elementos centrales que se consideran son la influencia y determinación de lo social sobre lo psicológico y viceversa en interrelaciones dinámicas entre los individuos en diferentes y cambiantes contextos.

Al hablar de psicología social aplicada, Sánchez (2002) hace énfasis en que se usa el conocimiento y los métodos psicosociales para intervenir y resolver los problemas y así contribuir al bienestar y desarrollo humano desde su interrelación con los demás, por lo que lo psicosocial implica investigación/intervención en contextos comunitarios y organizacionales con el objetivo de generar conocimiento útil (Flores, 2011).

En cuanto a las organizaciones, como conjunto de unidades recíprocamente relacionadas (Bertalanffy, 1976), desde la psicología organizacional se pueden abordar como sistemas sociales con elementos estructurales como las normas, valores, roles, tareas, jerarquías y funciones para lograr objetivos en interrelación abierta con su ambiente (Alcover y Gil, 2003; Katz y Kahn, 1977). Por su parte, la psicología del trabajo se refiere al estudio de las experiencias, procesos psicológicos y sociales en la diversidad de contextos laborales (Alcover *et al.*, 2004).

Por tanto, estudiar los factores psicosociales en el trabajo se trata de aplicar la psicología para intervenir en la solución de problemas respecto a los elementos o causas que actúan de manera interrelacionadas para contribuir al bienestar y desarrollo humano en el contexto del trabajo y de las organizaciones.

2. FACTORES PSICOSOCIALES EN EL TRABAJO

Los factores psicosociales en el trabajo (FPST) se refieren a las experiencias y percepciones de los trabajadores sobre la interacción entre elementos organizacionales y del trabajo, así como características individuales con consecuencias tanto negativas como positivas en las personas y en la organización (Kalimo, 1988; OIT/OMS, 1984).

La OIT/OMS (1984) plantean que los FPST se consideran en diferentes categorías: *a*) aspectos organizacionales y del trabajo: el medioambiente, las condiciones de organización del trabajo y *b*) características individuales y sociales: la satisfacción en el trabajo, las capacidades del trabajador, sus necesidades, su cultura y su situación personal externa. En un planteamiento posterior, la OIT (2016) propone una clasificación con aquellos factores más sobresalientes que se han identificado en la investigación internacional (tabla 1).

Ya desde el planteamiento de la OIT-OMS (1984), se habla de un continuo en el que se identifican, por un lado, un camino en el que las interacciones de las manifestaciones negativas dan origen a los factores de riesgo psicosocial, mientras que, por otro, las interacciones de las manifestaciones positivas, a rendimiento óptimo y estados saludables de los trabajadores.

TABLA 1

Clasificación de los principales factores psicosociales en el trabajo señalados por la OIT

Contenido del trabajo	Contexto del trabajo
• Medioambiente de trabajo y equipo de trabajo • Diseño de las tareas • Carga de trabajo/ritmo de trabajo • Horario de trabajo	• Función y cultura organizativas • Función en la organización • Desarrollo profesional • Autonomía de toma de decisiones (latitud de decisión), control • Relaciones interpersonales en el trabajo • Interfaz casa-trabajo

Nota: adaptado de OIT (2016).

A partir de estos antecedentes, en este artículo se plantea una aproximación conceptual que organice en un espectro bidireccional todo el continuo que pueden tener las manifestaciones de los FPST tanto hacia los riesgos psicosociales como hacia los de protección psicosocial (figura 1).

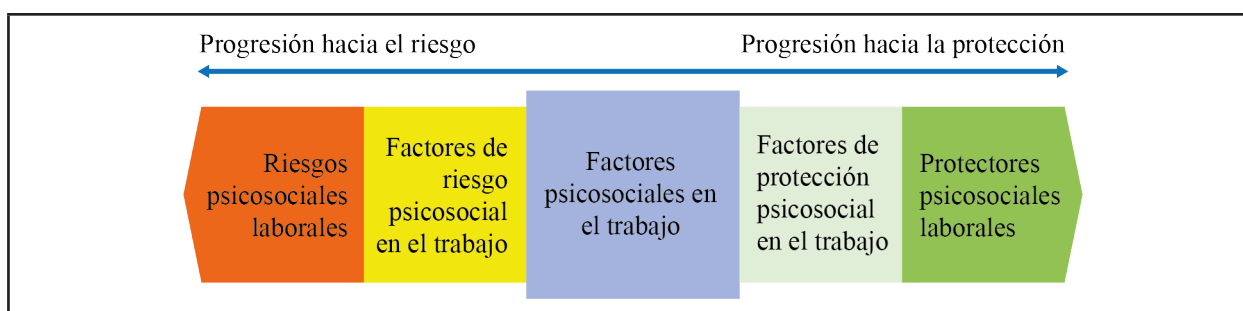


FIGURA 1

Espectro de los factores psicosociales en el trabajo*

Fuente: elaboración propia.

Nota: *espectro en progresión tanto hacia los riesgos psicosociales como hacia los protectores psicosociales.

3. PROGRESIÓN DE LOS FACTORES PSICOSOCIALES HACIA EL RIESGO DE DAÑO A LA SALUD

Los riesgos de trabajo se refieren a la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado de sus actividades; por tanto, un *riesgo laboral* se define por la probabilidad de producir un daño y su nivel de gravedad (Moreno-Jiménez, 2011). En particular, el crecimiento del impacto de los riesgos de origen psicosocial y la relevancia de los costos económicos asociados han hecho que se les preste mayor atención en todos los sectores económicos (Hassard *et al.*, 2014). En este sentido, se han desarrollado dos conceptos que es necesario analizar: a) los factores de riesgo psicosocial en el trabajo y b) los riesgos psicosociales laborales.

3. 1. Factores de riesgo psicosocial en el trabajo

Desde la psicología, los factores de riesgo se han definido como “elementos científicamente establecidos o determinantes con respecto a los cuales hay fuerte evidencia de una relación causal con un problema” (Amar *et al.*, 2003: 113). En este sentido, los factores de riesgo psicosocial en el trabajo (FRPST) se han definido como las “condiciones organizacionales cuando tienen una probabilidad de tener efectos lesivos sobre la salud de los trabajadores, cuando son elementos con probabilidad de afectar negativamente la salud y el bienestar del trabajador” (Moreno-Jiménez, 2011: 7). A partir del avance científico y conceptual, institucionalmente la OIT (2016: 3) ha definido los FRPST como “aquellos aspectos del diseño y la gestión del trabajo y sus contextos social y organizativo, que pueden llegar a causar un daño psicológico o físico”.

En este sentido, de manera integral, los FRPST se refieren a múltiples componentes del trabajo y condiciones organizacionales que alteran y desequilibran los recursos y las capacidades de la persona para manejar y responder al flujo de la actividad derivada del trabajo; este desequilibrio tiene como consecuencia la probabilidad de tener efectos lesivos y afectar la salud y el bienestar de los trabajadores (Benavides *et al.*, 2002; Levi, 1988; Moreno-Jiménez, 2011; OIT, 2016).

La principal manifestación asociada a la exposición de los FRPST es el estrés (OIT, 2016). Al respecto, es necesario tener claridad del concepto de estrés y su evolución desde la primera aproximación de Selye (1936) hasta nuestros días (Lu *et al.*, 2021). El estrés se refiere a la respuesta del organismo a cualquier solicitud de cambio (Selye, 1976). Por tanto, la respuesta de estrés exige adaptación. Si esta exigencia se prolonga o incrementa su intensidad y llegan a superar la capacidad de adaptación del organismo, entonces se convierte en *distrés* y pone en peligro la salud, pero si el organismo tiene la capacidad de adaptarse y regresar a homeostasis, entonces se le llama *eustrés*, y el organismo está en un estado de salud capaz de responder ante una nueva situación estresante (Lu *et al.*, 2021; Selye, 1976).

Un concepto también fundamental es el *estrés psicológico* que Lazarus y Folkman (1986: 43) definen como “una relación particular entre el individuo y el entorno que es evaluado por éste como amenazante o desbordante de sus recursos y que pone en peligro su bienestar”. En conjunto, los conceptos de *estrés*, *eustrés*, *distrés* y *estrés psicológico* permiten tener mayor claridad sobre el *estrés laboral*, que la OIT (2012: 33) define como “la respuesta física y emocional nociva que ocurre cuando las exigencias del trabajo no corresponden o superan las capacidades, los recursos o las necesidades del trabajador”.

En este sentido, cuando los FRPST entran en desequilibrio o presentan manifestaciones problemáticas, deficientes o excesivas, causarán una respuesta de estrés laboral. Por ejemplo, cuando se maneja maquinaria o equipo deficientes, se asignan cargas excesivas de trabajo, por lo que existe una comunicación pobre o incertidumbre y bajos o nulos niveles de apoyo para la resolución de problemas (tabla 2). Cuando se presentan estas manifestaciones negativas provocarán estrés laboral y si esta respuesta se sostiene en el tiempo o incrementa su intensidad y se vuelve crónico, pone en peligro la salud de las personas trabajadoras y las conduce al siguiente nivel afectación: los riesgos psicosociales.

TABLA 2
Clasificación de los principales factores de riesgo psicosocial en el trabajo de la OIT

Contenido del trabajo	Contexto del trabajo
• Problemas relacionados con la fiabilidad, disponibilidad, adecuación y mantenimiento o reparación del equipo y las instalaciones. • Falta de variedad y ciclos de trabajo cortos, trabajo fragmentado o carente de significado, infrautilización de las capacidades, incertidumbre elevada. • Exceso o defecto de carga de trabajo, falta de control sobre el ritmo, niveles elevados de presión en relación con el tiempo. • Trabajo en turnos, horarios inflexibles, horarios impredecibles, horarios largos o que no permiten tener vida social.	• Comunicación pobre, bajos niveles de apoyo para la resolución de problemas y el desarrollo personal, falta de definición de objetivos organizativos. • Ambigüedad y conflicto de funciones, responsabilidad por otras personas. • Estancamiento profesional, inseguridad, promoción excesiva o insuficiente, salario bajo, inseguridad laboral, escaso valor social del trabajo. • Baja participación en la toma de decisiones, falta de control sobre el trabajo. • Aislamiento social y físico, escasa relación con los superiores, conflicto interpersonal, falta de apoyo social. • Conflicto entre el trabajo y el hogar, escaso apoyo en el hogar, problemas profesionales.

Nota: adaptado de OIT (2016). Las negritas indican las manifestaciones de riesgo.

3. 2. Riesgos psicosociales laborales

En una primera aproximación formal, Cox y Griffiths (2005) precisan que los riesgos psicosociales laborales (RPSL) afectan el bienestar de las personas a causa de la interacción crónica entre los FRPST. En desarrollos posteriores, se ha indicado que los RPSL se refieren a los hechos, acontecimientos, situaciones, contextos o estados laborales u organizacionales, consecuencia de la manifestación de factores de riesgo psicosocial en el trabajo que tienen una alta probabilidad de dañar gravemente la salud de las personas trabajadoras, física, social o mentalmente (Moreno-Jiménez y Báez, 2010; Moreno-Jiménez, 2011; Gil-Monte, 2014).

Los RPSL, aunque son consecuencias de la exposición a los factores de riesgo, todavía no se refieren a enfermedades físicas ni a trastornos mentales. Algunos RPSL han sido más estudiados que otros, por lo que ha sido más clara su clasificación como consecuencias de los factores de riesgo psicosocial en el trabajo. El ejemplo más claro es el síndrome de desgaste ocupacional o síndrome de *burnout* que, aunque hay diversas definiciones académicas, la OMS (2020) plantea una definición con base en el avance de su estudio:

Es un síndrome conceptualizado como resultado del estrés crónico en el lugar de trabajo que no se ha manejado con éxito. Se caracteriza por tres dimensiones: 1) sentimientos de falta de energía o agotamiento; 2) aumento de la distancia mental con respecto al trabajo, o sentimientos negativos o cínicos con respecto al trabajo; y 3) una sensación de ineficacia y falta de realización. (CIE 11, QD85).

Este síndrome se trata de una respuesta o consecuencia de exposición a los FRPST como estresores crónicos (Maslach *et al.*, 2001). Asimismo, se ha encontrado de manera sistemática que altos niveles de *burnout* están relacionados con afectaciones a la salud tanto física como mental (Ahola y Hakanen, 2014; Chandola *et al.*, 2010; Demerouti *et al.*, 2021; Hassard *et al.*, 2014; Toker *et al.*, 2005; Toppinen-Tanner *et al.*, 2009).

Otro de los RPSL más destacados es el de *violencia laboral*, concepto que se ha identificado como un problema mundial (Chappell y Di Martino, 2006). La OIT (2003: 4) lo define como:

Toda acción, incidente o comportamiento que se aparta de lo razonable, mediante el cual una persona es agredida, amenazada, humillada o lesionada por otra en el ejercicio de su actividad profesional o como consecuencia directa de la misma.

La violencia laboral es consecuencia de un conjunto de causas, entre las que están el medioambiente y las condiciones de trabajo, las relaciones sociales entre los trabajadores, los clientes y los propios empleadores (Chappell y Di Martino, 2006). La relevancia de este problema es tal que la OIT estableció el Convenio 190 en 2019 (artículo 8 y 9), el cual obliga a los países miembros a implementar medidas orientadas a su seguimiento, prevención y legislación.

Se han identificado un amplio conjunto de RPSL (tabla 3) y cuando las personas trabajadoras están expuestas a ellos pueden desarrollar conductas de riesgo (OMS, 2010; OIT, 2016) con efectos en su salud: problemas de sueño, automedicación, consumo de alcohol en exceso, consumo de tabaco, sobrepeso, menor actividad física, sentirse deprimidos, ansiosos, irritables y nerviosos. A partir de este tipo de conductas de riesgo, entre las diferentes consecuencias de los riesgos psicosociales laborales está el ausentismo y presentismo, la insatisfacción laboral, bajo rendimiento, incapacidades por enfermedades y accidentes laborales (Hassard *et al.*, 2014; Leka *et al.*, 2010; OIT, 2016).

4. PROGRESIÓN DE LOS FACTORES PSICOSOCIALES HACIA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD

En el ámbito de la salud, los factores protectores abarcan características identificables en los individuos, familias, grupos o comunidades orientados a favorecer la salud y el desarrollo humano y a prevenir los efectos de los factores de riesgo y combatir las vulnerabilidades a las que están expuestos (Páramo, 2011). Desde la psicología, los factores protectores se refieren a “aquellos que potencialmente disminuyen la probabilidad de caer en un comportamiento de riesgo” (Gibbs y Bennet, 1990, en Amar *et al.*, 2003: 113).

Desde el punto de vista de Antonovsky (1988), en el ámbito del trabajo es necesario que un enfoque salutogénico acompañe al enfoque patogénico para contribuir de manera equilibrada a que los individuos y grupos cuenten con recursos generales de resistencia que los ayuden a hacer frente a riesgos y enfermedades para avanzar hacia un estado de salud dentro de un continuo enfermedad-salud. Para Lindström y Eriksson (2006), esta orientación basada en la salud (salutogénica) que plantea Antonovsky (1996) proporciona un modelo fundamentado para la promoción de la salud. Por su parte, Hobfoll (2002) resalta la importancia de la conservación de los recursos que las personas se esfuerzan por preservar y acumular para responder de la mejor manera a las exigencias y desafíos para contribuir a su bienestar y adaptación (Dewe *et al.*, 2012).

En este sentido, se plantea la progresión de los factores psicosociales hacia la protección de la salud como contraparte de la progresión de los factores psicosociales hacia el daño a la salud, por lo que se proponen dos términos: a) los factores de protección psicosocial en el trabajo y b) los protectores psicosociales laborales.

4.1. Factores de protección psicosocial en el trabajo

Desde la psicología social, los factores de protección psicosocial disminuyen la probabilidad de involucrarse en conductas de riesgo al proporcionar modelos de conducta positiva o prosocial, controles personales o sociales y un entorno de apoyo (Jessor *et al.*, 2003). En este sentido, se propone una definición de factores de protección psicosocial en el trabajo (FPPST):

Se refieren a componentes del trabajo y condiciones organizacionales que pueden favorecer los recursos y desarrollar las capacidades de la persona para responder a las exigencias del trabajo, que tienen la probabilidad de tener efectos benéficos sobre la salud y el bienestar de las personas trabajadoras.

Ahora bien, se puede hacer el ejercicio de señalar la progresión hacia la protección de cada uno de los factores psicosociales en el trabajo (tabla 3), de tal manera que, por ejemplo, si el medioambiente se refiere a la experiencia y percepciones de las personas sobre las condiciones laborales, su progresión hacia su protección resultará en desarrollar un medioambiente saludable y favorable en donde existan todos los elementos de seguridad, de salud, de control del riesgo, así como contar con la maquinaria y equipo en condiciones óptimas para que las personas realicen su trabajo de manera adecuada e incluso sobresaliente. Este análisis se llevó a cabo con cada uno de los factores psicosociales para indicar su versión como FPPST, lo que resulta en la contraparte de los FRPST (tabla 3).

TABLA 3

Espectro de los factores psicosociales en el trabajo: progresión de manifestaciones hacia los riesgos psicosociales y hacia los protectores psicosociales

Riesgos psicosociales laborales	Factores de riesgo psicosocial en el trabajo	Factores psicosociales en el trabajo	Factores de protección psicosocial en el trabajo	Protectores psicosociales laborales
<i>Alta probabilidad de daño</i>	<i>Probabilidad de daño</i>	<i>Experiencias y percepciones</i>	<i>Probabilidad de protección</i>	<i>Alta probabilidad de protección</i>
• Ausencia de apoyo social y organizacional • Conflicto vida-trabajo • Cultura organizacional disfuncional • Desarrollo de conductas autodestructivas • Escaso valor social del trabajo • Fatiga crónica • Fatiga mental • Incertidumbre elevada • Inexistente seguimiento a la seguridad y salud • Inexistente seguridad social • Nula capacitación • Salario bajo. • Síndrome de desgaste ocupacional • Trabajo carente de significado • Violencia laboral	- Medioambiente de trabajo adverso - Falta de variedad de capacidades - Cargas de trabajo excesivas - Jornadas de trabajo excesivas - Falta de definición de funciones y objetivos organizacionales - Ambigüedad y conflicto de funciones y responsabilidades - Estancamiento de la carrera profesional - Deficiente capacitación para el trabajo - Falta de control y decisiones en el trabajo - Relaciones sociales negativas en el trabajo - Liderazgo negativo - Interferencia vida-trabajo	Medioambiente de trabajo Diseño de tareas Carga de trabajo / Ritmo de trabajo Jornada de trabajo Función y cultura organizacional Función en la organización Carrera profesional Capacidades para el trabajo Toma de decisiones Relaciones sociales en el trabajo Liderazgo Relación vida-trabajo	- Medioambiente de trabajo seguro y favorable - Variedad de destrezas - Cargas de trabajo equilibradas - Jornadas de trabajo adecuadas y flexibles - Definición de funciones y objetivos organizacionales - Claridad de funciones y responsabilidades - Desarrollo de la carrera profesional - Eficiente capacitación para el trabajo - Participación en la toma de decisiones - Relaciones sociales constructivas en el trabajo - Liderazgo saludable - Conciliación vida-trabajo	• Alto valor social del trabajo • Análisis y diseño de puestos • Apoyo social y organizacional • Atención médica y psicológica • Autodiseño del puesto • Capacitación continua • Cultura organizacional funcional y saludable • Estilos de vida saludable • Igualdad de trato y oportunidades • Implementación efectiva de la seguridad y salud laboral • Prevención y evaluación continua de la salud • Recursos laborales y personales • Salario remunerador acorde al desarrollo • Seguridad social y protección familiar • Trabajos flexibles y con significado

nota: elaboración propia a partir de Hassard *et al.* (2014), Leka *et al.* (2010), Medina *et al.* (2020), Moreno-Jiménez (2011), OMS (2010), OIT (2016), OIT-OMS (1984). Los protectores y riesgos psicosociales se muestran en orden alfabético, ya que no hay una única causa. Las negritas remarcen los factores psicosociales en el trabajo. Las cursivas indican la característica principal de cada elemento.

4.2 Protectores psicosociales laborales

En línea con la progresión hacia la protección de la salud, como contraparte de los RPSL, se propone que los protectores psicosociales labores (PPSL) se definan como:

Acciones, hechos, situaciones, acontecimientos, situaciones, contextos, estados laborales u organizacionales favorables que tienen una alta probabilidad de mejorar la salud de las personas trabajadoras, física, mental y socialmente, así como promover su bienestar y aumentar su rendimiento.

Continuando con el ejercicio de la progresión ahora hacia los protectores psicosociales, es posible apuntar aquellos que se encuentran en la literatura y aquellos contrapuestos a los RPSL. En este sentido, si uno de los riesgos psicosociales es el desarrollo de conductas autodestructivas (Bakker y Demerouti, 2017), su contraparte como PPSL será el desarrollo de estilos de vida saludables (tabla 3).

Entre los protectores psicosociales más importantes, el apoyo social es el que ha presentado más evidencia de su repercusión, en particular sobre su impacto en la salud (Barra, 2004; Barrón y Fuertes, 1992; Morales *et al.*, 2007); por tanto, resulta prioritario considerarlo como PPSL si las organizaciones quieren aportar un efecto protector frente a los acontecimientos laborales y organizacionales estresantes.

Ya que las organizaciones son sistemas sociales, otra manifestación del apoyo es el organizacional. Este enfoque sostiene que las personas forman una percepción sobre el grado donde la organización valora sus contribuciones y cuida de su bienestar y el de sus familias (Eisenberger *et al.*, 1990; Rhoades y Eisenberger, 2002), por lo que tanto el apoyo social como el organizacional resultan protectores psicosociales fundamentales.

Entre las principales consecuencias de los protectores psicosociales laborales, se encuentran (Medina *et al.*, 2020; OMS, 2010; Salanova y Schaufeli, 2009):

a) Para las personas: altos niveles de calidad de vida en el trabajo, satisfacción laboral, motivación y compromiso con el trabajo, bienestar para el trabajador y su familia;

b) Para el trabajo y las organizaciones: altos niveles de productividad y calidad, rendimiento sobresaliente, disminución de enfermedades y accidentes laborales, entornos laborales saludables.

PROSPECTIVA

No hay que perder de vista que una de las características centrales de los factores psicosociales es que se mantienen en una continua y dinámica interrelación a lo largo del tiempo y de las experiencias laborales de las personas, los grupos y las organizaciones, por lo que las intervenciones tendrían que ser constantes y adaptarse continuamente a las características particulares de cada ocupación, puestos, equipos, organizaciones y contextos sociales de trabajo. Por tanto, el diseño de las intervenciones debe considerar una diversidad de proyectos que integren una estrategia psicosocial que contemple tanto disminuir los factores de riesgo y riesgos psicosociales como desarrollar factores de protección y protectores psicosociales.

A partir de este espectro general en el que se plantea una progresión tanto hacia los riesgos psicosociales como hacia los protectores psicosociales, se propone hacer revisiones y análisis a profundidad de cómo, en particular, cada uno de los FPST llegan a presentar manifestaciones de riesgo o de protección: a) por un lado, el avance de la investigación sobre los detonantes de problemáticas específicas que los convierten en factores de riesgo, así como una revisión exhaustiva de la evidencia reportada de su relación antecedente con diversos riesgos psicosociales y b) por otro lado, acerca de intervenciones de factores protectores y su impacto sobre protectores psicosociales como culturas organizacionales funcionales y estilos de vida saludables.

Además de la revisión y sistematización del avance sobre los FPST, es necesario continuar con la investigación para tener cada vez mayor claridad conceptual, teórica, metodológica y técnica, contar con mayor evidencia de la dinámica de los factores y sus consecuencias en diferentes poblaciones y sectores, averiguar cómo los factores protectores contribuyen directamente a mejorar la salud, la satisfacción y el rendimiento, identificar las mejores prácticas de prevención de los factores de riesgo psicosocial y los riesgos psicosociales y dar seguimiento al costo-beneficio de la intervención psicosocial a nivel individual, grupal, organizacional, nacional y global.

Se requieren investigaciones con diseños de intervención longitudinal con seguimiento y evaluación continua (Bourbonnais *et al.*, 2011; Laethem, 2013), con enfoques metodológicos cualitativos, cuantitativos y/o mixtos que den solidez, replicabilidad y efectividad a las intervenciones para la solución de problemas y mejora del bienestar de las personas en el trabajo.

Finalmente, no hay que perder de vista que lo psicosocial en el trabajo tiene un alcance organizacional, con el que es formal, así como comunitario, con el que es informal. Por ello, es necesario investigar en todas las personas que están expuestas a la influencia y determinación de factores psicosociales propios de cada actividad y ocupación: formal, informal, reconocida o no, visible o invisible. A saber, todas las personas merecemos contar con trabajos dignos.

CONCLUSIONES

Contar con un espectro sobre los factores psicosociales en el trabajo y su progresión en un continuo, tanto hacia sus manifestaciones de riesgo como hacia sus manifestaciones de protección, proporciona una perspectiva para la investigación y orientación para las intervenciones profesionales (tabla 3).

En este artículo se concentran definiciones de cada uno de los conceptos de este espectro de los factores psicosociales en el trabajo, ya sea de las encontradas en la literatura o también proponiendo algunas, para tener claridad conceptual de la progresión. Este espectro permite identificar que no basta hacer intervenciones para disminuir los factores de riesgo psicosocial y sus consecuencias, ya que esta perspectiva sólo estaría orientada a la ausencia de enfermedad.

De tal forma, las organizaciones deben disminuir los niveles de exposición a los diversos riesgos y factores de riesgo psicosocial, así como realizar intervenciones para promover el desarrollo de factores protectores orientados a desarrollar y mantener la salud y el bienestar (Antonovsky, 1988; 1996). Otra de las características relevantes de los protectores psicosociales laborales estaría directamente relacionada con el cuidado de los derechos humanos que, al menos en los países comprometidos con este paradigma, han implementado en sus constituciones y en su regulación laboral.

Sin embargo, existe aún en la actualidad una marcada diferencia entre países en el mundo en cuanto a la regulación sobre los factores de riesgo psicosocial y la violencia en el lugar de trabajo, lo cual conduce a desigualdad en la protección de los trabajadores con efectos adversos en la salud global. Al respecto, Chirico *et al.* (2019) encontraron que en 132 países miembros de la ONU, el 64% no ha incluido la evaluación y prevención de riesgos psicosociales de manera obligatoria en su legislación nacional de seguridad y salud en el trabajo.

En el caso de México, ya desde 2014 los patrones debían cumplir con seis obligaciones establecidas en el artículo 43 del *Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo* (STyPS, 2014) y, en 2018 se publicó la NOM-035-STPS-2018 (SEGOB, 2018), como regulación técnica de observancia obligatoria, donde se establecen y especifican obligaciones para identificar, analizar y prevenir los factores de riesgo psicosocial, así como para promover un entorno organizacional favorable en los centros de trabajo. De manera reciente, México ratificó el convenio 190 sobre violencia y acoso laboral (OIT, 2022), por lo que habrá que dar seguimiento a que la autoridad laboral implemente una adecuada instrumentación de las políticas públicas que aseguren el cumplimiento de este convenio, incluso, considerar la necesidad de la creación de una norma independiente sobre violencia laboral (Martínez-Mejía, 2023).

Aún faltan muchos países que desarrollen políticas públicas sobre los factores psicosociales en el trabajo, pero es alentador que exista un avance global en la regulación laboral; no obstante, habrá que evaluar su efectividad. Así también, es necesario comenzar con la claridad conceptual y teórica que establece las bases de la validez interna para contar con un alto grado de seguridad al atribuir los cambios a las intervenciones psicosociales y no a otras causas con base en diagnósticos certeros (Gambara y Vargas, 2007).

Cada centro de trabajo tendrá su propia configuración de interacciones entre los factores psicosociales y sus manifestaciones tanto de riesgo como de protección. Por ello, es crucial un adecuado diagnóstico con base en herramientas y técnicas válidas y confiables que determinen, desde un marco de referencia psicosocial del trabajo, interpretaciones que guíen las propuestas de acción e intervención dirigidas al cuidado de la salud y desarrollo del bienestar de las personas.

A lo largo de la investigación psicosocial desde la psicología de la salud ocupacional, es posible encontrar diversos modelos que han contribuido a la investigación para mejorar la salud y el bienestar de las personas en el trabajo (Martínez-Mejía, 2022): demandas-control-apoyo (Karasek, 1979; Karasek y Theorell, 1990), transaccional y de afrontamiento ante el estrés (Lazarus y Folkman, 1986), conservación de recursos (Hobfoll, 2002), capital psicológico (Luthans *et al.*, 2007), ajuste persona-ambiente (Edwards, 2008), Healthy & Resilient Organization (HERO) (Salanova *et al.*, 2012) y el de recursos-demandas (Bakker y Demerouti, 2017). En este sentido, los profesionales pueden tomarlos como referentes teóricos, metodológicos y técnicos para diseñar intervenciones fundamentadas, viables y pertinentes en sus organizaciones.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco los comentarios y observaciones de los árbitros de la revista que contribuyeron a mejorar el contenido del artículo. Así también, a mis alumnas y alumnos por quienes me esfuerzo para ser mejor profesor y a Erika Mariana Ascencio Cabrera, aguda y crítica lectora. Extiendo los agradecimientos a la UNAM, a la Facultad de Psicología y al Laboratorio de Innovación en Psicología del Trabajo y de las Organizaciones.

REFERENCIAS

- Ahola, K., & Hakanen, J. (2014). Burnout and health. In M. Leiter, A. Bakker, & C. Maslach, *Burnout at work* (pp. 18-39). Psychology Press.
- Alcover, C. M. y Gil, F. (2003). *Introducción a la psicología de las organizaciones*. Alianza.
- Alcover, C., Martínez, D. y Rodríguez, F. (2004). *Introducción a la psicología del trabajo*. McGraw-Hill.
- Amar, J. A., Llanos, R. A., & Acosta, C. (2003). Factores protectores: un aporte investigativo desde la psicología comunitaria de la salud. *Psicología desde el Caribe*, 11, 107-121.
- ACS (American Chemical Society). (2007). *Química: un proyecto de la ACS*. Barcelona: Editorial Reverté.
- Antonovsky, A. (1988). Factores saludables en el trabajo: el sentido de coherencia, en R. Kalimo, M. El-Batawi y C. L. Cooper (Coords.), *Los factores psicosociales en el trabajo y su relación con la salud* (pp. 3-8). OMS.
- Antonovsky, A. (1996). The salutogenic model as a theory to guide health promotion. *Health Promotion International*, 11(1), 11-18.
- Bakker, A. B., & Demerouti, E. (2017). Job demands-resources theory: taking stock and looking forward. *Journal of Occupational Health Psychology*, 22(3), 273. <https://doi.org/10.1037/ocp0000056>
- Barra, E. (2004). Apoyo social, estrés y salud. *Psicología y Salud*, 14, 237-243.
- Barrón, A. B. y Fuertes, F. C. (1992). Apoyo social percibido: su efecto protector frente a los acontecimientos vitales estresantes. *Revista de Psicología Social*, 7(1), 53-59.
- Benavides, F., Gimeno, D., Benach, J., Martínez, J. M., Jarque, S. y Berra, A. (2002). Descripción de los factores de riesgo psicosocial en cuatro empresas. *Gaceta Sanitaria*, 16(3), 222-229.
- Bertalanffy, L. (1976). *Teoría general de los sistemas*. Fondo de Cultura Económica.
- Bourbonnais, R., Brisson, C., & Vézina, M. (2011). Long-term effects of an intervention on psychosocial work factors among healthcare professionals in a hospital setting. *Occupational and Environmental Medicine*, 68(7), 479-486. <https://doi.org/10.1136/oem.2010.055202>
- Chandola, T., Heraclides, A., & Kumari, M. (2010). Psychophysiological biomarkers of workplace stressors. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 35(1), 51-57.

- Chappell, D., & Di Martino, V. (2006). *Violence at work* (3th edition). International Labour Organization.
- Chirico, F., Heponiemi, T., Pavlova, M., Zaffina, S., & Magnavita, N. (2019). Psychosocial risk prevention in a global occupational health perspective. A descriptive analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(14), 2470. <https://doi.org/10.3390/ijerph16142470>
- Cox, T., & Griffiths, A. (2005). *The nature and measurement of work-related stress: Theory and practice*. Routledge.
- Demerouti, E., Bakker, A. B., Peeters, M. C., & Breevaart, K. (2021). New directions in burnout research. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 1-6. <https://doi.org/10.1080/1359432X.2021.1979962>
- Dewe, P. J., O'Driscoll, M. P., & Cooper, C. L. (2012). Theories of Psychological Stress at Work, en R. J. Gatchel & I. Z. Schultz (Eds.), *Handbook of Occupational Health and Wellness* (pp. 23-38). Springer.
- Edwards, J. R. (2008). Person-environment fit in organizations: An assessment of theoretical progress. *Academy of Management Annals*, 2(1), 167-230. <https://doi.org/10.1080/19416520802211503>
- Eisenberger, R., Fasolo, P., & Davis-LaMastro, V. (1990). Perceived organizational support and employee diligence, commitment, and innovation. *Journal of Applied Psychology*, 75(1), 51. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.75.1.51>
- Flores, J. M. (2011). Psicosociología: una noción difusa, en A. Juárez y A. Camacho (Coords.), *Reflexiones teórico-conceptuales de lo psicosocial en el trabajo* (pp. 113-129). Juan Pablos Editor-Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Franzoi, S. L. (2000). *Social psychology*. McGraw-Hill.
- Gambara, H. y Vargas, E. (2007). Evaluación de programas de intervención psicosocial, en A. Blanco y J. Rodríguez (Coords.), *Intervención psicosocial* (pp. 405-456). Pearson.
- Gil-Monte, P. R. (2014). *Manual de psicosociología aplicada al trabajo ya la prevención de los riesgos laborales*. Ediciones Pirámide.
- Hassard, J., Teoh, K., Cox, T., Dewe, P., Cosmar, M., Gründler, R. y Van den Broek, K. (2014). *La estimación del coste del estrés y los riesgos psicosociales relacionados con el trabajo: revisión bibliográfica*. Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. https://osha.europa.eu/es/tools-and-publications/publications/literature_reviews/calculating-the-cost-of-work-related-stress-and-psychosocial-risks/view
- Hobfoll, S. E. (2002). Social and psychological resources and adaptation. *Review of General Psychology*, 6, 307-324.
- Ibañez, T. (2004). El cómo y el porqué de la psicología social, en T. Ibañez (Coord.), *Introducción a la psicología social*. Editorial UOC.
- Jessor, R., Turbin, M. S., Costa, F. M., Dong, Q., Zhang, H., & Wang, C. (2003). Adolescent problem behavior in China and the United States: A cross-national study of psychosocial protective factors. *Journal of Research on Adolescence*, 13, 329-360.
- Kalimo, R. (1988). Los factores psicosociales y la salud de los trabajadores: panorama general, en R. Kalimo, M. El-Batawi y C. L. Cooper (Coords.), *Los factores psicosociales en el trabajo y su relación con la salud* (pp. 3-8). OMS.
- Karasek, R.A. (1979). Job demands, job decision latitude, and mental strain: Implications for job redesign. *Administrative Science Quarterly*, 24, 285-378.
- Katz, D. y Kahn, R. (1977). *Psicología social de las organizaciones*. Trillas.
- Laethem, M., Beckers, D. G., Kompier, M. A., Dijksterhuis, A., & Geurts, S. A. (2013). Psychosocial work characteristics and sleep quality: a systematic review of longitudinal and intervention research. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 39, 535-549. <https://doi.org/10.5271/sjweh.3376>
- Lazarus, R. S. y Folkman, S. (1986). *Estrés y procesos cognitivos*. Martínez Roca.
- Leka, S., Jain, A., & World Health Organization. (2010). *Health impact of psychosocial hazards at work: an overview*. OMS. Retrieved from <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44428>

- Levi, L. (1988). Definiciones y aspectos teóricos de la salud en relación con el trabajo, en R. Kalimo, M. El-Batawi y C. L. Cooper (Coords.), *Los factores psicosociales en el trabajo y su relación con la salud* (pp. 9-14). OMS.
- Lévy, É. (1992). *Diccionario Akal de física*. Ediciones Akal.
- Lindström, B., & Eriksson, M. (2006). Contextualizing salutogenesis and Antonovsky in public health development. *Health Promotion International*, 21(3), 238-244.
- Lu, S., Wei, F., & Li, G. (2021). The evolution of the concept of stress and the framework of the stress system. *Cell Stress*, 5(6), 76.
- Luthans, F., Youssef, C. M., & Avolio, B. J. (2007). *Psychological capital*. Oxford University Press.
- Martínez-Mejía, E. (2022). Modelos de estrés laboral: funcionamiento e implicaciones para el bienestar psicosocial en las organizaciones. *Revista Electrónica de Psicología de la FES Zaragoza-UNAM*, 12(24), 17-28. [https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/2022/Publicaciones/revistas/Rev_Elec_Psico/Vol12_No_24/REP12\(24\)-art2.pdf](https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/2022/Publicaciones/revistas/Rev_Elec_Psico/Vol12_No_24/REP12(24)-art2.pdf)
- Martínez-Mejía, E. (2023). Factores de riesgo psicosocial en el trabajo, entorno organizacional y violencia laboral en la actividad económica terciaria de la Ciudad de México. *Región y Sociedad*, 35, e1700. <https://doi.org/10.22198/rys2023/35/1700>
- Maslach, C., Schaufeli, W. B., & Leiter, M. P. (2001). Job burnout. *Annual review of psychology*, 52(1), 397-422. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.397>
- Medina, K. D. M., Suárez, O. B. G. y Moreno-Chaparro, J. (2020). Estrategias de intervención de los factores de riesgo psicosocial de origen laboral: una visión desde terapia ocupacional. *Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional*, 28, 436-451.
- Morales, J. F., Moya, M., Gaviria, E. y Cuadrado, I. (2007). *Psicología social* (tercera edición). McGraw-Hill.
- Moreno-Jiménez, B. y Báez, C. (2010). *Factores y riesgos psicosociales, formas, consecuencias, medidas y buenas prácticas*. Universidad Autónoma de Madrid.
- Moreno-Jiménez, B. (2011). Factores y riesgos laborales psicosociales: conceptualización, historia y cambios actuales. *Medicina y Seguridad del trabajo*, 57, 4-19.
- OIT (Organización Internacional del Trabajo). (2019). *C190-Convenio sobre la violencia y el acoso (2019)*. OIT. Disponible en https://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_ILO_CODE:C190
- OIT (Organización Internacional del Trabajo). (2016). *Estrés en el trabajo: un reto colectivo*. OIT. Disponible https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_466549.pdf
- OIT (Organización Internacional del Trabajo). (2012). *Guía del formador SOLVE: Integrando la promoción de la salud a las políticas de SST en el Trabajo* (segunda edición). OIT. Disponible en https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/instructionalmaterial/wcms_203378.pdf
- OIT (Organización Internacional del Trabajo). (2006). *C187-Convenio sobre el marco promocional para la seguridad y salud en el trabajo*. OIT. Disponible en https://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_INSTRUMENT_ID:312332
- OIT (Organización Internacional del Trabajo). (2003). Repertorio de recomendaciones prácticas sobre la violencia en el lugar de trabajo en el sector de los servicios y medidas para combatirla. *Reunión de expertos para elaborar un repertorio de recomendaciones prácticas sobre la violencia y el estrés en el trabajo*

- en el sector de los servicios: una amenaza para la productividad y el trabajo decente*. OIT. Disponible en https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/normativeinstrument/wcms_112578.pdf
- OIT (Organización Mundial del trabajo). (1985). *C161-Convenio sobre los servicios de salud en el trabajo*. OIT. Disponible en https://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=1000:12100:0::NO::P12100_ILO_CODE:C161
- OIT (Organización Internacional del Trabajo). (1981). *C155-Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores*. OIT. Disponible en https://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_ILO_CODE:C155
- OIT-OMS (1984). *Factores psicosociales en el trabajo: naturaleza, incidencia y prevención. informe del Comité Mixto OIT-OMS sobre medicina del trabajo, novena reunión*. OIT.
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2022, 6 de julio). *México ratifica el Convenio sobre la violencia y el acoso* [Comunicado de prensa]. https://www.ilo.org/global/standards/subjects-covered-by-international-labour-standards/equality-of-opportunity-and-treatment/WCMS_850554/lang-es/index.htm
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2020). *Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-11)*. Disponible en <https://icd.who.int/es>
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2014). *Documentos básicos*. OMS. <http://apps.who.int/gb/bd/PDF/bd48/basic-documents-48th-edition-sp.pdf?ua=1#page=7>
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2010). *Entornos laborales saludables: fundamentos y modelo de la OMS. Contextualización, prácticas y literatura de soporte*. OMS. https://www.who.int/occupational_health/evelyn_hwp_spanish.pdf
- Páramo, M. D. (2011). Factores de riesgo y factores de protección en la adolescencia: análisis de contenido a través de grupos de discusión. *Terapia psicológica*, 29(1), 85-95. <https://doi.org/10.4067/S0718-48082011000100009>
- Quick, J. C. (1999). Occupational health psychology: The convergence of health and clinical psychology with public health and preventive medicine in an organizational context. *Professional Psychology: research and practice*, 30(2), 123.
- RAE (Real Academia Española). (2014). *Diccionario de la lengua española* (23ª edición). Real Academia Española. Disponible en <https://dle.rae.es>
- Rhoades, L., & Eisenberger, R. (2002). Perceived organizational support: A review of the literature. *Journal of Applied Psychology*, 87, 698-714.
- Secretaría del Trabajo y Previsión social. (2014). *Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Disponible en <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla/n152.pdf>
- Salanova, M. (Dir.) (2010). *Psicología de la salud ocupacional*. Editorial Síntesis.
- Salanova, M. y Schaufeli, W. (2009). *El engagement en el trabajo: cuando el trabajo se convierte en pasión*. Alianza Editorial.
- Salanova, M., Llorens, S., Cifre, E., & Martínez, I. M. (2012). We need a HERO! Towards a validation of the Healthy & Resilient Organization (HERO) Model. *Group & Organization Management*, 37, 785-822. <https://doi.org/10.1177/1059601112470405>
- Sánchez, A. (2002). *Psicología social aplicada: teoría, método y práctica*. Pearson.
- SEGOB. (2018). *NOM-035-STPS-2018. Factores de riesgo psicosocial en el trabajo-Identificación, análisis y prevención*. Disponible en https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5541828&fecha=23/10/2018

- Selye, H. (1976). Forty years of stress research: principal remaining problems and misconceptions. *Canadian Medical Association Journal*, 115(1), 53.
- Selye, H. (1936). A syndrome produced by diverse nocuous agents. *Nature*, 138, 32.
- Toker, S., Shirom, A., Shapira, I., Berliner, S., & Melamed, S. (2005). The association between burnout, depression, anxiety, and inflammation biomarkers: C-reactive protein and fibrinogen in men and women. *Journal of occupational health psychology*, 10(4), 344. <https://doi.org/10.1037/1076-8998.10.4.344>
- Toppinen-Tanner, S., Ahola, K., Koskinen, A., & Väänänen, A. (2009). Burnout predicts hospitalization for mental and cardiovascular disorders: 10-year prospective results from industrial sector. *Stress and Health: Journal of the International Society for the Investigation of Stress*, 25(4), 287-296. <https://doi.org/10.1002/smi.1282>

CC BY-NC-ND

Instrucciones para colaboradores

CIENCIA ergo-sum es una revista académica multidisciplinaria de prospectiva de la Universidad Autónoma del Estado de México, cuyo interés prioritario es que, con base en la rigurosidad académica, los artículos puedan incidir en la **toma de decisiones al extender sus conclusiones** de modo que no se queden en reportes de resultados sino que **apunten al futuro, den alternativas o adviertan los riesgos de preservar situaciones**. De este modo, se interesa en las colaboraciones que muestren la relevancia práctica, su utilidad y aplicabilidad para dar sustentabilidad social y responder a la problemática actual y futura.

Por lo que toca a los trabajos teóricos o de orden filosófico, el enfoque prospectivo ubicará el método o tratará el estado del arte del tema o de la frontera del conocimiento en cuanto a la discusión de la actualidad y la vigencia del paradigma. Para someter los trabajos a consideración del comité editorial, los colaboradores deberán apegarse a las siguientes normas editoriales:

1. Los originales serán sometidos a un proceso editorial que se desarrollará en varias fases. Primera: toda colaboración será objeto de una evaluación preliminar por parte del Comité Editorial y/o Dirección Editorial, quienes determinarán la pertinencia de turnarlo a dictamen. Segunda: una vez que se estableció que cumple con todos los requisitos formales indicados en estas instrucciones, será enviada a dos **árbitros externos**, quienes determinarán en **forma anónima**: a) publicar sin cambios, b) publicar cuando se hayan cumplido correcciones menores, c) publicar una vez que se haya realizado una revisión a fondo y d) rechazar. En caso de discrepancia entre ambos resultados, el trabajo se turnará a un tercer árbitro, cuya decisión será determinante.

Los resultados de la dictaminación son inapelables en todos los casos.

Para agilizar el proceso de dictaminación, cada artículo sometido a dictamen **deberá proponer a cuatro árbitros expertos en el tema con sus respectivos correos electrónicos**.

2. Cada colaboración se acompañará de una **declaración escrita en la que se especifique que no ha sido publicada y que no se someterá simultáneamente a otras publicaciones** antes de conocer la decisión del comité editorial.
3. Se aceptarán dos tipos de trabajos:
 - a) **Artículos científicos de cualquier área del conocimiento** (podrán estar escritos en español o inglés). Deberán ser de orden y de interés estrictamente académico, lo cual implica que podrán usarse términos, fórmulas y anotaciones técnicas haciendo las aclaraciones adecuadas.

En su caso, indicar si el artículo forma parte de un proyecto de investigación más amplio. En ningún caso excederán 25 cuartillas a doble espacio (40 000 caracteres), incluyendo cuadros y gráficos.

b) Trabajos de divulgación. Extensión máxima 15 cuartillas (24 000 caracteres). Se publicarán en las siguientes secciones fijas:

- **Espacio del divulgador:** son trabajos que presentan de manera accesible algún tema científico de interés general.
- **Ensayo científico:** son disertaciones generales sobre algún aspecto también general de la ciencia.

4. El artículo se remitirá electrónicamente en procesador Word a través de nuestra plataforma Open Journal Systems, previo registro: <http://cienciaergosum.uaemex.mx>

5. Cada artículo se acompañará de: a) datos generales del autor (nombre completo, resumen curricular no mayor a cinco líneas, **dirección postal y electrónica**, teléfono y lugar de adscripción); b) **resumen del artículo en español e inglés no mayor a 120 palabras**, traducción del título y palabras clave (no más de cinco).

6. Los autores podrán acompañar sus textos con gráficas, fotografías, mapas, esquemas, audiovisuales u otras imágenes interactivas, que deberán incorporarse como anexos evitando redundancias y citando correctamente su fuente. En caso indispensable, se publicarán a color. Deberán entregarse en formato TIF, JPG o GIF en alta resolución. Los cuadros y tablas, en procesador Excel y/o Word.

7. El título del trabajo indicará claramente el contenido y deberá ser breve (máximo 140 caracteres con espacios).

8. Deberán hacerse siempre las referencias bibliográficas que correspondan al texto. De no ser así e incurrirse en plagio intelectual o de cualquier índole, **CIENCIA ergo-sum** no asumirá ninguna responsabilidad y, por lo tanto, el autor tendrá que hacer frente a las leyes correspondientes.

9. Los trabajos deberán ser escritos cuidando las normas de ortografía y redacción, además de cumplir con las siguientes características generales:

- a) No usar guiones al final del renglón.
- b) Las notas a pie de página deberán utilizarse sólo si es absolutamente necesario y con interlineado sencillo.
- c) Para las citas dentro del texto se usará el formato Harvard (Loría, 2013: 7)
- d) Las referencias se ordenarán alfabéticamente al final del texto con todos los elementos de una ficha de acuerdo con la siguiente guía: <https://library.port.ac.uk/guides/docs/LG190.pdf>
- e) Usar referencias actuales (máximo cuatro años de antigüedad), salvo que se trate de trabajos seminales o clásicos.

10. En los trabajos aceptados para publicarse, la dirección editorial se reserva el derecho de:

- a) Editarlos, imprimirlos, reimprimirlos y difundirlos en versión impresa, digital y en medios magnéticos.
- b) Hacer los cambios editoriales que considere convenientes.

11. La recepción y procesamiento de artículos no tiene costo.



Revista **CIENCIA ergo-sum**

CIENCIA ergo-sum se rige por las **normas y códigos de ética internacionales** establecidas por el Committee on Publication Ethics (Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors, COPE), que se pueden consultar en nuestra página o en <http://publicationethics.org>

En cumplimiento con la norma **ISO 9001-2008** que determina el *Proceso de edición de revistas*, se pueden consultar todos los procedimientos que sigue su colaboración desde el momento de someterse a nuestra redacción en el siguiente enlace http://ergosum.uaemex.mx/PROCEDIMIENTO_REVISTAS.pdf.

Leona Vicario 201, Barrio de Santa Clara, Toluca, Estado de México, C.P. 50090.

Teléfonos: + 52 722 481 1800, Ext. 19309

Correo electrónico: ciencia.ergosum@yahoo.com.mx

Página electrónica: <http://cienciaergosum.uaemex.mx/>

Twitter: [CIENCIA_ergosum](#) / Facebook: [Ciencia Ergo Sum](#)

Instructions for Contributors

CIENCIA ergo-sum is a Scientific and Prospective Multidisciplinary Scientific Journal of the Universidad Autónoma del Estado de México (Autonomous University of the State of Mexico). The journal has adopted a prospective profile in order to contribute to **decision making** and **looking forward into the future** analysis and introspection.

In this line of thinking, all the works at least should have several extensions, trying to point out to the future their main results. Discussions, coming out from the analysis, about practical-theoretical use, or contribution to social or human kind sustainability are highly encouraged.

1. All the works submitted will follow an editorial process. Firstly, each paper will be pre evaluated by the Editor or the Editorial Board.

According to this previous outcome, it will continue with the process or will be rejected. If positive, then it will be turned to a peer review process of which there are the possible results: a) to be published without changes; b) published after making corrections; c) to be published after a deep correction of the whole piece; d) rejected. In the case of having a positive and a negative result, the Editor will turn the work to a final decision, which **cannot be appealed**.

In order to **reduce the evaluation process all the submissions should suggest four referees with their e-mail accounts**.

2. It receives scientific papers also written in English from all fields.

3. We publish three issues a year (March, July and November).

4. Authors will comply with the following editorial rules:

- Papers cannot be submitted simultaneously to other publications.
- Previously published papers will not be accepted.
- Papers of a journalistic nature or general commentaries are not suitable, except those which increase the readers' scientific knowledge.

5. Two types of work will be accepted:

- **Scientific Contributions.** Must be strictly academic, and not exceed 25 pages (40 000 characters) including tables and figures.
- **General Scientific Work.** Maximum of 12 pages (19 200 characters). These papers

will be published in the regular sections under the following categories:

Essay: An academic work presenting reflections on any subject of any field of knowledge; and does not necessarily comply with the requirements for scientific papers.

Popularization of Science: Is related to disclosing any scientific topic in an interesting manner and does not necessarily comply with the requirements for scientific papers.

In any case, works with a future or prospective approach will be prioritized.

Research Progress Reports will not be accepted although they can be incorporated in the form of scientific papers and/or scientific works in which a specific investigation problem is defined, discussed and settled.

6. Each paper must be sent electronically (preferably Word), through our OJS platform (URL: <http://cienciaergosum.uaemex.mx>) accompanied with a presentation containing general data allowing **CIENCIA ergo-sum** easy access to the author (address, telephone number, postal and e-mail address), with an abstract of the paper (less than 120 words) and key words.

7. Authors may include in their texts illustrations (pictures, tables, maps, diagrams, audiovisuals or other interactive images) to be incorporated. Repetitions or redundancies must be avoided. Figures must be submitted in diskettes labeled with the program and file names. In all cases, they must be of good quality. Just if necessary color prints are allowed.

8. Titles and subtitles must be distinguished by the size of the characters and their position in the text (maximum 140 characters with spaces).

9. The introduction must clearly reflect the paper's background and introduce the reader to the subject.

10. References must always be given. Otherwise, **CIENCIA ergo-sum** will not assume responsibility for plagiarism, whether intellectual or not, and the author will be held liable.

11. Works must be written in upper and lower case letters and comply with normal editing standards:

References may appear as footnotes.

For references appearing in the text itself, the Harvard notation system will be used (<https://library.port.ac.uk/guides/docs/LG190.pdf>), i.e. surname, year of publication and page number in parentheses (Loría, 2013: 7)

References will appear alphabetically at the end of the text.

12. The publication will not be responsible for the contents of the papers. To use recent bibliography (Less than four years) is highly recommended.

13. The decision of the Editorial Board (Peer Review) cannot be appealed.

14. For papers accepted, the Editor reserves the right to:

- a) Edit, print and reprint the papers in paper, electronic and magnetic version.
- b) Make editorial and editing corrections if necessary.

15. Papers can be submitted electronically in Word format through the Open Journal Systems, previous register in: <http://cienciaergosum.uaemex.mx>

16. **Reccipt and processing pappars have no cost.**



Journal **CIENCIA ergo-sum**

CIENCIA ergo-sum follows the **rules and codes of ethics** established by the Committee on Publication Ethics (Code of Conduct and Best Practice Guidelines for Journal Editors, COPE), which are available on our website or <http://publicationethics.org>

In compliance to **ISO 9001-2008** certification, the editing procedure is available in the following link http://ergosum.uaemex.mx/PROCEDIMIENTO_REVISTAS.pdf

Leona Vicario 201, Barrio de Santa Clara. Toluca, Estado de México, C.P. 50090.

Phones: + 52 722 481 1800, Ext. 19309

E-mail: ciencia.ergosum@yahoo.com.mx

Website: <http://cienciaergosum.uaemex.mx/>

Twitter: [CIENCIA_ergosum](#) / Facebook: [Cienia Ergo Sum](#)



Universidad Autónoma
del Estado de México

COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA

Políticas y conflictos editoriales

Eduardo Gilberto Loría Díaz de Guzmán

Consulta el libro en el Repositorio Institucional



ADMINISTRACIÓN
UNIVERSITARIA
2021 - 2025

SDC

Dirección de
Publicaciones
Universitarias

RI



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

