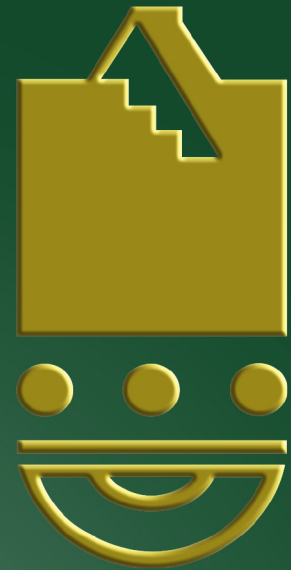


CIENCIA *ergo-sum*

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



Volumen 30 Número 1
marzo-junio 2023

**La responsabilidad social
empresarial como estrategia
organizacional**

**Identidad y compromiso organizacio-
nal en empleados de la empresa
familiar mediana de Mazatlán, Sinaloa**

**Capacidades gubernamentales en el diseño
de políticas científicas. Análisis comparativo
entre personal chino y mexicano**

**Resiliencia y enfermedades crónicas. Una revisión
sistemática**

**Comportamiento ciclista en el respeto a la luz roja:
estudio observacional**

**Las dos caras del veganismo: beneficios y riesgos en la
salud de una dieta vegana**

**Caracterización fisicoquímica del agua de la planta
potabilizadora Guarumo, provincia de Manabí,
Ecuador**

**Análisis de las actividades primarias en la
economía mexicana, 1970-2022**

**Emergencia de la vida artificial basada en
premisas biológicas**

**Relaciones biogeográficas entre los
bosques tropicales húmedos de
México a partir de sus faunas de
mariposas (Lepidoptera:
Papilionoidea)**

**Ciencia abierta: iniciativas
para mejorar la investigación
en Latinoamérica**



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
Secretaria 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
Secretaria 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

RESIE

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



Editorial

Ciencias Sociales

La responsabilidad social empresarial como estrategia organizacional: un análisis empírico para la región oriente del Estado de México

José Luis Bernal López y Ezequiel Alpuche de la Cruz

Se muestra que las áreas prioritarias de responsabilidad social empresarial en empresas del Estado de México coinciden con su estrategia de negocios. La información se analiza mediante correlación canónica no lineal. Con base en los hallazgos, las empresas de la región utilizan la responsabilidad social empresarial como una estrategia de sus modelos de negocios.

Identidad y compromiso organizacional en empleados de la empresa familiar mediana de Mazatlán, Sinaloa

Francisco Moisés Arreola Bravo y Jesús Manuel Canizales Rodríguez

Se analiza la relación entre identidad y compromiso organizacional de empresas familiares con el fin de contribuir al campo del conocimiento de la empresa familiar y de la gestión de la identidad organizacional. Al respecto, los empleados familiares tienen mayor identidad organizacional que los no familiares y el compromiso organizacional está directamente relacionado con la identidad.

Capacidades gubernamentales en el diseño de políticas científicas. Análisis comparativo con redes semánticas entre personal chino y mexicano

Juan Roberto San Martín Velarde y Edgar Záyoaga Lau

Se presenta una aproximación comparativa a la concepción que se tiene sobre la ciencia y la tecnología en el servicio público chino y en el mexicano y sus aplicaciones en el diseño y gestión de políticas científicas. Los procesos de formación *ex post* en ambas estructuras de gobierno promueven las diferencias entre los servidores públicos encargados de configurar las políticas para el desarrollo social.

Ciencias Humanas y de la Conducta

Resiliencia y enfermedades crónicas. Una revisión sistemática

María Gabriela Ramírez Jiménez, Norma Ivonne González Arratia López Fuentes, Ana Olivia Ruiz Martínez, Hans Oudhof van Barneveld y Blanca Estela Barcelata Eguiarte

Se revisa la literatura científica que evalúa la relación de la resiliencia con la salud y el bienestar de las personas enfermas. Para estos fines, se lleva a cabo la identificación y revisión de artículos publicados entre 2000 y 2020 en las bases de datos Scopus, PubMed y ScienceDirect. La resiliencia destaca como una variable que puede atenuar los efectos de la enfermedad y promover adherencia al tratamiento.

Comportamiento ciclista en el respeto a la luz roja: estudio observacional

Saúl Antonio Obregón Biosca y Esaul Eduardo Reyes Guerrero

Se presenta un estudio observacional a través de grabaciones en video en el que se identifican los factores que motivan la decisión de los ciclistas de no respetar la luz roja en una intersección semaforizada. Ciertas variables influyen en la decisión de realizar el cruce en la luz roja, mientras que el uso del casco y chaleco reflexivo, entre otros, se asocian al respeto de la señal.

Ciencias de la Salud Humana

Las dos caras del veganismo: beneficios y riesgos en la salud de una dieta vegana

José Alfredo González-Ortiz

De acuerdo con la revisión de la literatura, se determinan los beneficios y los riesgos en la salud al adoptar una dieta vegana. La revisión de la literatura evidencia entre los beneficios una menor probabilidad de presentar enfermedades cardiovasculares y entre los riesgos, fracturas o trastornos ortoréxicos. Se recomienda la evaluación del riesgo-beneficio de la dieta vegana en cada persona.

Ciencias Naturales y Agropecuarias

Caracterización fisicoquímica del agua de la planta potabilizadora Guarumo, provincia de Manabí, Ecuador

Rubén Cadenas-Martínez y Jesús D. Barreiro-Vinces

Se caracteriza la calidad del agua proveniente de la planta potabilizadora Guarumo a través de medidas de parámetros fisicoquímicos básicos. Los resultados muestran que los parámetros básicos son la turbiedad, la temperatura, el cloro residual y el pH. Los parámetros analizados cumplen con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana 1108 Quinta revisión para el periodo considerado.

Análisis de las actividades primarias en la economía mexicana, 1970-2022

Yolanda Sánchez Torres, Aníbal Terrones Cordero y Eugenio Guzmán Soria

Se estiman las demandas de mano de obra, crédito de la banca de desarrollo, fertilizantes nitrogenados, tractores y fertilizantes fosfatados-potásicos de las actividades primarias de México durante 1970-2019 mediante la función de costo *translog*. Se requieren aumentos mayores a 1.10%, 0.14% y 0.08% para garantizar el crecimiento de las actividades primarias.

Espacio del Divulgador

Emergencia de la vida artificial basada en premisas biológicas

Rafael Mercado Herrera, Vianney Muñoz Jiménez y Marco Antonio Ramos Corchado

Se presenta de manera general el área de la vida artificial. En este tenor, se delinean los fundamentos teóricos que definen a una criatura virtual y se anotan los avances que ha observado el área, desde la morfología hasta el comportamiento de las criaturas. Asimismo, se presenta un análisis prospectivo de sus aplicaciones para mejorar la calidad de vida de los humanos.

Relaciones biogeográficas entre los bosques tropicales húmedos de México a partir de sus faunas de mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea)

José Luis Salinas-Gutiérrez, Moisés Armando Luis-Martínez y David Monteagudo-Sabaté

Se determinan las relaciones biogeográficas entre áreas aisladas de bosque tropical húmedo a partir de sus faunas de mariposas. Los análisis se hicieron con base en los registros de especies pertenecientes a las familias Papilionidae, Pieridae, Riodinidae, Lycaenidae y Nymphalidae en Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Veracruz, San Luis Potosí y Campeche mediante el uso de algoritmos de parsimonia y similitud.

Ensayo

Ciencia abierta: iniciativas para mejorar la investigación en Latinoamérica

Antonio Laguna-Camacho

Se brinda una introducción a la ciencia abierta por medio de la revisión de sus aspectos básicos. En particular, se presenta la crisis de replicación en investigación y ejemplos de prácticas cuestionables que generan resultados falsos positivos. En general, se busca una reflexión para acercar la comunidad académica en Latinoamérica al movimiento de ciencia abierta.

CIENCIA *ergo-sum*, Volumen 30, Número 1, marzo-junio 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 el 15 de marzo 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/>.



La responsabilidad social empresarial como estrategia organizacional: un análisis empírico para la región oriente del Estado de México

Bernal López, José Luis; Alpuche de la Cruz, Ezequiel

La responsabilidad social empresarial como estrategia organizacional: un análisis empírico para la región oriente del Estado de México

CIENCIA *ergo-sum*, vol. 30, núm. 1, marzo-junio 2023 | e183

Ciencias Sociales

Universidad Autónoma del Estado de México, México

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



Bernal López, J. L. y Alpuche de la Cruz, E. (2023). La responsabilidad social empresarial como estrategia organizacional: un análisis empírico para la región oriente del Estado de México. *CIENCIA ergo-sum*, 30(1). <http://doi.org/10.30878/ces.v30n1a1>

La responsabilidad social empresarial como estrategia organizacional: un análisis empírico para la región oriente del Estado de México

Corporate Social Responsibility as an organizational strategy: an empirical analysis for the eastern region of the State of Mexico

José Luis Bernal López*

Tecnológico Nacional de México Unidad Chimalhuacán, México

jose Luisbernal@teschi.edu.mx

 <http://orcid.org/0000-0001-6816-6814>

Recepción: 15 de junio de 2021

Aprobación: 24 de septiembre de 2021

Ezequiel Alpuche de la Cruz

Tecnológico Nacional de México Unidad Chimalhuacán, México

ezequielalpuche@teschi.edu.mx

 <http://orcid.org/0000-0001-8805-7703>

RESUMEN

Se muestra que las áreas prioritarias de responsabilidad social empresarial (RSE) en las empresas de la región oriente del Estado de México coinciden con su estrategia de negocios. La información obtenida (encuesta) se analiza mediante correlación canónica no lineal (OVERALS). El estudio se circunscribe a un conjunto de empresas de la región oriente del Estado de México que, sin ser una muestra representativa, resulta significativa para el propósito del artículo. El trabajo es novedoso en el análisis de las empresas de esta región, así como en el método utilizado para el tratamiento estadístico de los datos. El hallazgo central implica que la RSE se utiliza por las empresas de la región como una estrategia de sus modelos de negocios.

PALABRAS CLAVE: responsabilidad social empresarial (RSE), estrategia organizacional, región oriente del Estado de México, análisis de correlación canónica no lineal (OVERALS).

ABSTRACT

The objective of the work is to identify the priority areas of corporate social responsibility (CSR) in companies in the eastern region of the State of Mexico. The information obtained from a survey was analyzed using non-linear canonical correlation (OVERALS). The study is limited to a set of companies in the eastern region of the State of Mexico that, without being a representative sample, is significant for our purpose. Work lies in the analysis of the companies in this region, as well as in the method used for the statistical treatment of the data. The central finding of the study would indicate that CSR is used by the companies in the region as a strategy for their models of business.

KEYWORDS: corporate social responsibility (CSR), organizational strategy, eastern region of the State of Mexico, non-linear canonical correlation analysis (OVERALS).

INTRODUCCIÓN

El análisis de las responsabilidades empresariales, así como el orden de prioridad que guardan, ha estado presente en el trabajo de Carroll (1979). Este autor generó lo que se ha llamado *la pirámide de la RSE*, la cual presenta un orden que prioriza las responsabilidades económicas, luego las legales, en seguida las éticas y al final las filantrópicas; dicho modelo ha funcionado como el paradigma dominante. Sin embargo, de acuerdo con Baden (2016) –quien no desconoce que la razón de ser de una empresa es la obtención de beneficios económicos–, en años recientes el orden que las empresas otorgan a estos grupos de responsabilidades ha cambiado de tal forma que las nuevas prioridades serían las éticas, las legales, las económicas y las filantrópicas. En este contexto, el artículo

AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

jose Luisbernal@teschi.edu.mx

busca identificar si estos cambios han tenido lugar en las áreas prioritarias de responsabilidad social empresarial (RSE) en una muestra de empresas mexicanas. Por razones de cercanía y accesibilidad, se eligieron empresas de la región oriente del Estado de México. De tal forma, el objetivo es mostrar que las áreas prioritarias de RSE en las empresas de la región oriente del Estado de México coinciden con su estrategia de negocios. Para tal fin, se aplicó un cuestionario, adaptado de Baden (2016), a 104 empresas de la región seleccionada. El cuestionario está constituido por cinco apartados que indagan sobre los cuatro grupos de responsabilidades empresariales: filantrópicas, éticas, legales y económicas, así como un apartado final que requiere que establezcan el orden de prioridad asignado a cada uno de estos grupos. La información recabada –con el propósito de establecer la composición de las prioridades en los grupos de acciones de RSE– se analiza mediante la técnica de correlación canónica no lineal (OVERALS).

Los resultados muestran que en el caso de la región oriente del Estado de México, el acento en cuestión de RSE aún se encuentra en las responsabilidades económicas, en seguida las éticas, en tercer lugar aparecen las filantrópicas y al final las legales. Si bien las empresas reconocen la importancia de todos los grupos de la RSE, al parecer las responsabilidades éticas, filantrópicas y legales merecen atención en tanto ayuden a lograr los fines económicos. En su caso, las responsabilidades legales son las que reciben las calificaciones más bajas. De lo anterior, se deriva que la RSE para las empresas de la región está constituida por las responsabilidades éticas, filantrópicas y legales (éstas en particular) las pueden comprometerse con el fin de lograr las económicas.

El trabajo se divide en tres apartados: en el primero se hace un recorrido teórico desde el origen de la RSE hasta los modelos recientes, en específico el de Carroll (1979) y Baden (2016). El segundo apartado consigna cómo la RSE es utilizada como estrategia organizacional y el tercero incluye la metodología, los resultados y la discusión. Para finalizar, se exponen las conclusiones.

1. REVISIÓN DE LA LITERATURA

1. 1. La responsabilidad social empresarial: génesis y desarrollo

Las iniciativas de RSE en términos teóricos surgieron en la década de 1950 en los Estados Unidos con una agenda principalmente de discusión y debate en los recintos universitarios. Uno de los trabajos pioneros es el de Bowen (1953) que, *prima facie*, aborda las principales responsabilidades del empresario en una sociedad abierta caracterizada por la libre empresa. Un antecedente destacado en los terrenos de la administración está constituido por la escuela de las relaciones humanas liderada por Mayo (1945), cuyo libro *The Social Problems of an Industrial Civilization* se convirtió en piedra angular para el nacimiento de esta escuela: los experimentos que le dieron forma se constituyeron en uno de los primeros eslabones de la responsabilidad social de las empresas no sólo con los trabajadores al interior de los espacios organizacionales sino en su relación con el entorno. Aspectos tan importantes como el bienestar integral del trabajador, así como su inserción social y familiar, se convirtieron en los ejes de acción de un programa que *a posteriori* pasarían a ocupar centralidad en las agendas académicas y empresariales. Otro antecedente notable, ahora en la escuela del comportamiento, estuvo representado por los aportes de Simon (1982) con el supuesto de la racionalidad limitada del actor en la toma de decisiones.

Una consideración especial merece el libro *The Functions of the Executive* de Barnard (1938), cuyo argumento central consiste en destacar la importancia de la organización como un sistema cooperativo donde el poder de la comunicación es fundamental. Para Barnard (1938), otro de los requisitos para la buena marcha de la organización es mantener la cohesión y la buena disposición entre los diversos grupos de interés relacionados con la empresa para la estabilidad de la autoridad, además de fomentar el sentido de integridad personal, la dignidad y la elección independiente. Cuando Barnard (1938) alude a la importancia de la comunicación, al sentido de cohesión entre las diversas partes interesadas en la organización, a la integridad personal, a la dignidad del ser

humano (autorrespeto) y a la elección independientemente de los participantes que interactúan en los sistemas cooperativos, en realidad se refiere a la búsqueda del bienestar social y de lograr atenuar los complejos problemas sociales. Es posible, en ese sentido, hablar de la filantropía y de la responsabilidad social como una expresión más de las funciones del ejecutivo.

En el pensamiento decimonónico no debemos omitir los aportes hechos por Marx (2014) en *El Capital. La crítica de la economía política*, que es considerado el cimiento del pensamiento social con su encarnizada crítica al sistema económico capitalista de su tiempo. Su argumento central radica en el creciente grado de explotación al que está sujeto el trabajador, quien se ve expoliado de una buena parte del valor producido durante el proceso de trabajo por parte del propietario de los medios de producción. En concordancia con lo anterior:

Así pues, desde el punto de vista social, la clase obrera, aun fuera del proceso directo de trabajo, es pertenencia del capital, ni más ni menos que el instrumento de trabajo muerto. Hasta su propio consumo individual es solamente, dentro de ciertos límites, un elemento del proceso de reproducción del capital. Y el proceso mismo se cuida de que estos instrumentos de producción autoconscientes no huyan, para lo cual hace pasar constantemente su producto de su propio polo al polo contrario, al polo del capital... La apariencia de su ser independiente se mantiene en pie por dos factores: los constantes cambios del señor individual que le paga el salario y la *fictio juris* del contrato (Marx, 2014: 511).

La preocupación en los trabajos de Marx (2014) se centra en las condiciones de vida de la clase trabajadora subsumidas al poder del capital algo que, por lo demás, se ejerce de manera permanente aun fuera de los espacios organizacionales. En ese sentido, la reflexión es en torno a la necesidad de la existencia de una economía más humana donde los conceptos de solidaridad, fraternidad, cooperativismo, autogestión y economía del pueblo se hagan presentes. En estos términos,

Por un lado, habrá economía de solidaridad en la medida que en las diferentes estructuras y organizaciones de la economía global vaya creciendo la presencia de la solidaridad por la acción de los sujetos que la organizan. Por otro lado, identificaremos economía de solidaridad en una parte o sector especial de la economía: en aquellas actividades, empresas y circuitos económicos en que la solidaridad se haya hecho presente de manera intensiva y donde opere como elemento articulador de los procesos de producción, distribución, consumo y acumulación (Razeto, 2007 323).

El pensamiento de avanzada en lo social, político, económico y administrativo incidió en la agenda tanto académica como empresarial en torno a la importancia de la RSE: ésta se vio muy pronto nutrida por los diversos aportes que hicieron no sólo académicos sino hombres de negocios en aras de contribuir a la solución de los variados y complejos problemas sociales. Tanto en lo concerniente a la RSE como en otros temas, de nuevo los ejecutivos reafirmaron tener el control de la empresa, mientras que los accionistas detentan la propiedad (Galbraith, 1984).

En materia de RSE a un nivel teórico, la década de 1970 resultó ser fecunda, pues los aportes de Carroll (1979) se constituyeron en uno de los cimientos de esta perspectiva. Al adoptar los programas de responsabilidad social, las empresas deben hacer ciertos ajustes tanto en sus estructuras como en sus procesos para obtener los resultados deseados compatibles con el modelo de RSE adoptado. Así,

- 1) Adoptar una definición básica de RSE que pueda identificarse dentro de su negocio;
- 2) identificar el problema por el cual existía una responsabilidad social (o, en términos modernos, los interesados con los que la empresa tenía una responsabilidad, relación o dependencia); y
- 3) especifique la filosofía (o estrategia) de la capacidad de respuesta a los problemas (Carroll, 1979: 499).

Para Carroll (1979) la adopción de una definición básica por parte de la empresa es una condición *sine qua non* sería posible orientar los esfuerzos de la organización para lograr el objetivo trazado. Asimismo, debe identificarse el problema con el cual la empresa desea contribuir en su solución para una efectiva entrega de valor a sus grupos de interés (*stakeholders*) (Freeman, 1984) mediante los mecanismos de gobernanza que mejor se adapten a su

realidad corporativa (Williamson, 1989), y de coordinación institucional entre empresas Gandler (2010), además de la formación de hábitos cognitivos que resultan esenciales en el proceso de interacción con el mundo exterior (Hodgson, 2007). La responsabilidad social tiene que ver con hechos y con percepciones; acerca de esto, la sociedad tiene expectativas y una percepción de la empresa en lo concerniente a ella. Por extensión, “la responsabilidad social de las empresas abarca las expectativas económicas, legales, éticas y discrecionales que la sociedad tiene de una organización en un momento dado en el tiempo” (Carroll, 1979: 500).

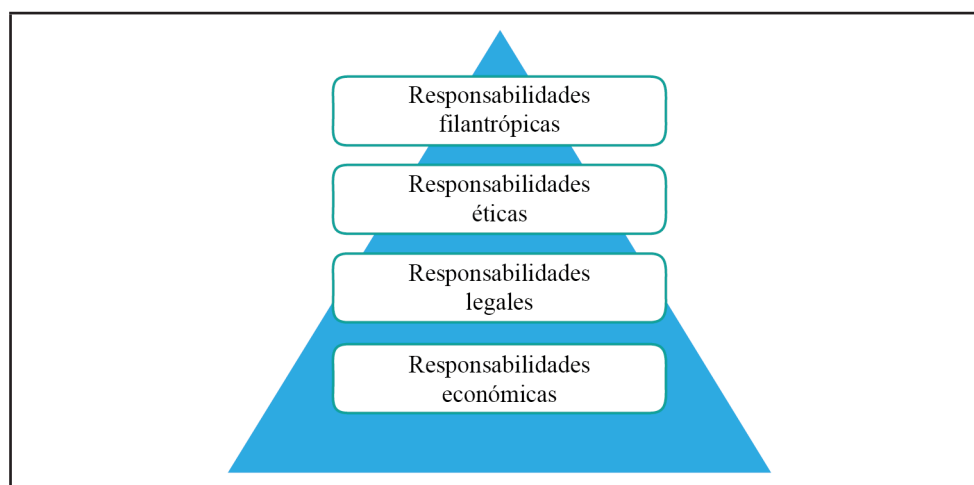


FIGURA 1
La pirámide de responsabilidad social corporativa de Carroll
Fuente: Carroll, 1979.

La figura 1 muestra la pirámide de la responsabilidad social corporativa (RSC) de Carroll (1979), mejor conocido como el *modelo de Carroll*: en la base de la pirámide se encuentran las responsabilidades económicas (REc), seguida de las responsabilidades legales (RL), posteriormente se ubican las responsabilidades éticas (REt) y por último se presentan las responsabilidades filantrópicas (RF) de la empresa. Se puede observar que las responsabilidades económicas tienen primacía sobre las demás; a pesar de su amplia aceptación, el modelo de Carroll presentaba una debilidad acentuada cuando se trató de aplicar a los países subdesarrollados (en especial de África y América Latina) debido a que su diseño fue pensado para los países desarrollados, en su mayoría de Estados Unidos y de Europa.

Siguiendo el hilo argumental, el modelo de Carroll (1979) recibió críticas porque su aplicación resultaba fallida cuando se trató de aplicar a las empresas en los países en desarrollo. Así, surge el modelo de Visser (2008) de la RSE para los países en desarrollo: su propósito era marcar la diferencia respecto al de Carroll, del que su aplicación se podía verificar en la realidad corporativa de los países avanzados; en contraste, el de Visser estaba dirigido al contexto de los países en desarrollo, cuyos marcos culturales e institucionales resultaban en su totalidad distintos a los de los países industrializados.

La figura 2 ilustra la pirámide de Visser (2008) de la RSE para países en desarrollo, mejor conocido como el *modelo de Visser de RSE*. La evidencia empírica obtenida por este autor revela que en la base de la pirámide se sitúan las responsabilidades económicas como una prueba fehaciente de que las empresas en los países en desarrollo priorizan la obtención de ganancias por encima del resto de las responsabilidades; en segundo lugar, se ubican las responsabilidades filantrópicas, lo que significa que aún las empresas en estos países reconocen la importancia de ayudar a los demás; siguiendo el orden ascendente, le siguen las responsabilidades legales, donde se observa que el cumplimiento de la ley tampoco es una prioridad para las empresas de los países en desarrollo o al menos no es la más importante; por último, las responsabilidades éticas se encuentran en la cúspide de la pirámide, es decir, tienen muy poca o nula importancia de acuerdo con este modelo de RSE para países en desarrollo.

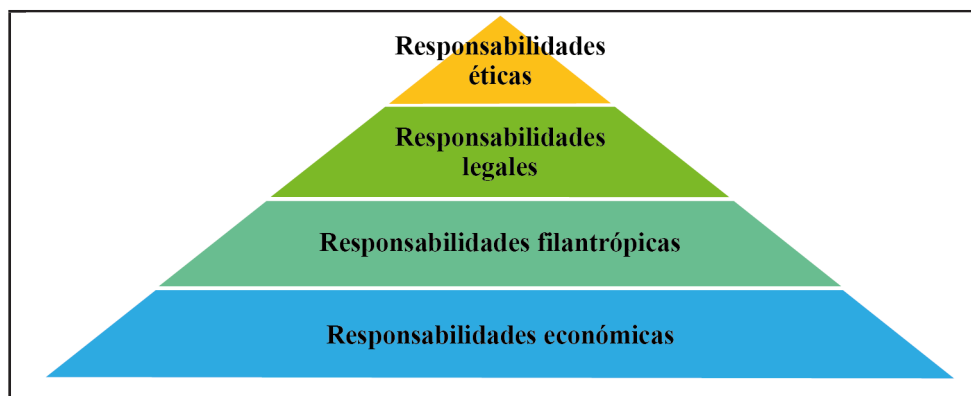


FIGURA 2
Modelo de Visser de RSE para países en desarrollo
Fuente: Visser (2008).

Ante tal escenario, la disputa por tener un modelo de RSE que explique el comportamiento corporativo en lo concerniente a este tema conduce a debates que invitan a la reflexión acerca de la aplicabilidad de estos modelos en el plano mundial.

En ese estado de cosas, surge el modelo piramidal internacional de la RSE. La figura 3 muestra este modelo propuesto por Masoud (2017), en donde tiene mayor peso la responsabilidad filantrópica,^[1] seguida de las responsabilidades locales. Esta situación tiene implicaciones importantes donde la empresa participa en una agenda tanto local como global en lo concerniente a temas sociales y ambientales, seguido de las responsabilidades legales y éticas, pues un país donde se prioriza la responsabilidad filantrópica es, por definición, un país donde ciudadanos y empresas^[2] se ciñen a la legalidad y se rigen con ética en el ejercicio de sus funciones, además del acto de compartir parte de sus ganancias con las personas necesitadas y por último las responsabilidades económicas que constituyen la base para ejecutar todos los proyectos de la organización, incluidos, desde luego, los de la responsabilidad social.

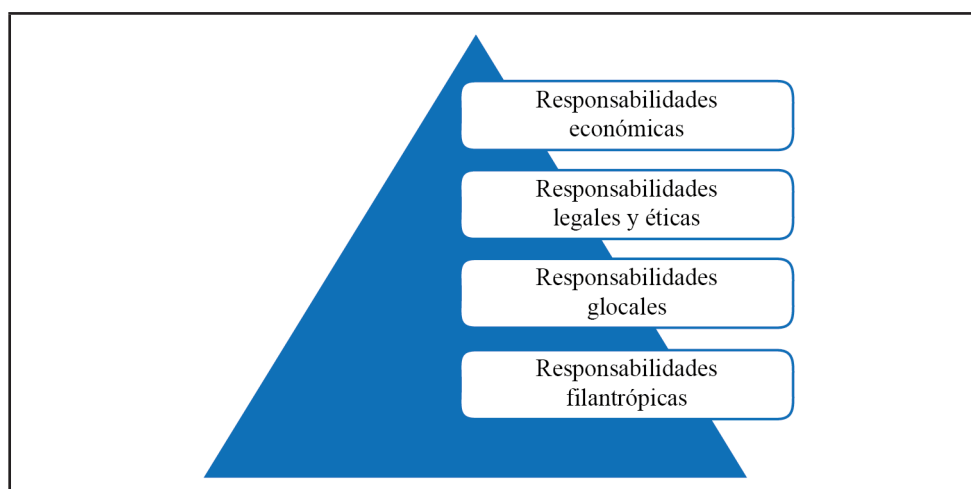


FIGURA 3
Modelo piramidal internacional de RSE
Fuente: Maosud (2017).

Una empresa socialmente responsable es aquella que crea valor para todos sus grupos de interés: accionistas, directivos, empleados, clientes, proveedores, gobierno, comunidades, y demás grupos interesados en la organización (Jonhson, 1971). En ese sentido, la RSE es el fundamento que permite a la organización compartir una parte de sus ganancias con la sociedad en la que se encuentra inmersa.

El punto de vista crítico es fundamental para un estudio de la RSE debido a que con una mixtura de evidencia anecdótica esos alegatos de decepción extendida van mucho más allá del problema de cabildeo concertado, compañerismo político y corporativo y el uso instrumental de los medios por parte de las “grandes” empresas (Vogel, 1989, como se citó en Laufer, 2003). En otras palabras, muy a menudo se presentan conflictos de intereses entre los funcionarios del gobiernos y los directivos de las corporaciones, en claro detrimento de las actividades de RSE. Por otro lado, de acuerdo con Baden (2016), se ha girado del acento en las económicas hacia los otros grupos. De acuerdo con la figura 4, el orden es el siguiente: éticas, legales, económicas y filantrópicas.

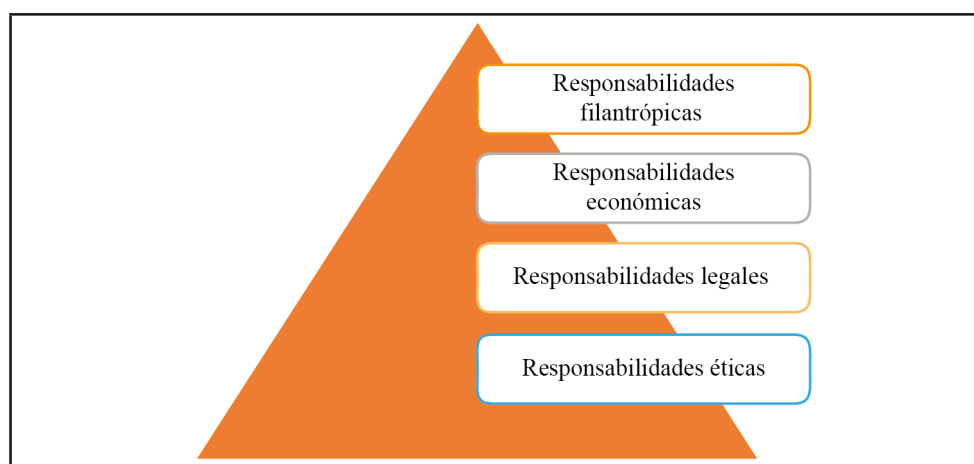


FIGURA 4
La pirámide reconstruida de Carroll de la RSE
Fuente: Baden (2016).

2. LA RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL COMO ESTRATEGIA ORGANIZACIONAL

La RSE en su dimensión teórico-conceptual surgió en la década de 1950 en los Estados Unidos. En los países en desarrollo esta idea empezó a tomar fuerza en la década de 1990 y aún más en la década del 2000. Fue a partir de la existencia de una nueva realidad corporativa y de la configuración de nuevas relaciones entre el sector empresarial, el gobierno y la sociedad civil cuando se fue posicionando la idea de contribuir a la solución de los problemas sociales por parte de las empresas.

En los países en desarrollo, la idea de RSE adopta la forma de una estrategia seguida por las empresas para la consecución de sus objetivos económicos. Las responsabilidades éticas, filantrópicas y legales se convierten en un medio para alcanzar un fin superior: la ganancia. Así, la RSE se convierte en una estrategia en aras de lograr el objetivo último de la empresa: el beneficio económico. En ese sentido, “la estrategia es la guía de acción que se define luego de un cuidadoso análisis del entorno externo e interno de la organización y de la evaluación realista de los recursos y capacidades” (Rivas, 2016: 141).

La figura 5 muestra que la RSE es una de las funciones del empresario en México comprendida dentro de un amplio abanico que también incluye: visión de largo plazo, pensamiento global y acción local, uso racional de la información, gestión tecnológica y búsqueda de nuevos mercados, negociación y cabildeo con las agencias gubernamentales, entre otras.

De acuerdo con Espitia Cubillos (2015), el uso de las estrategias adecuadas en lo concerniente al capital humano puede convertirse en una ventaja competitiva en las organizaciones y en el soporte de progreso de toda empresa basada en el proyecto de RSE. En cuanto a la RSE como estrategia organizacional, vale decir que:



FIGURA 5
Las funciones del empresario en México
Fuente: elaboración propia.

Es fundamental que las empresas adopten todos los aspectos que contempla la responsabilidad social corporativa para obtener ventajas competitivas en el mercado, lo que se traduce en introducir la RSC en el sistema de gestión y, sobre todo, en la gestión estratégica (Gómez y Martínez, 2016).

Como parte de la gestión estratégica de la empresa, la RSE cubre una agenda enmarcada en la atención y contribución a la solución de los problemas sociales; esto es, poner la atención en los problemas externos debía ser complementado con la atención a los problemas internos de un clima laboral favorable. En sintonía con lo anterior,

“[...] la adopción de este enfoque de RSE tuvo efectos positivos significativos en el clima laboral, es decir, se ha empleado la RSE como una estrategia de competitividad de la empresa” (López, Contreras y Molina, 2011).

El bienestar de los colaboradores en las organizaciones es uno de los capítulos más importantes de la RSE debido a que la empresa no debe ser *candil de la calle y oscuridad de su casa*: esta es la razón primaria por la que la empresa debe velar por el bienestar de sus trabajadores. Continuando el desarrollo argumentativo,

La responsabilidad social se centra en el sujeto, se enmarca en el respeto y la dignificación de las condiciones laborales, en la valoración de las personas y en la potenciación del talento humano, lo que se ve revertido en el incremento de la motivación, el sentido de pertenencia y en la productividad y competitividad de la organización. Estos y otros aspectos hacen parte del bienestar laboral que la empresa debe brindar a sus miembros y que es uno de los vectores de la responsabilidad social (Saldarriaga, 2013).

Por último, la RSE y sus temas concomitantes no son vistos como el mero acto de ayudar a los necesitados en la comunidad o en el país donde la empresa tiene su base de operaciones, sino más bien es una estrategia de la organización (la RSE es un medio) para alcanzar el objetivo superior: la obtención de ganancias. Así, en un estudio realizado en empresas del Valle de Toluca (México) los resultados obtenidos reflejan el poco interés en la RSE (Mercado y García, 2007).

3. METODOLOGÍA

Con el fin de alcanzar el objetivo marcado, adaptada^[3] de Baden (2016), se aplicó una encuesta^[4] que se basa en la idea original de Carroll de los cuatro grupos de responsabilidades empresariales a 104 empresas de la región oriente del Estado de México, de distinto tamaño y de los sectores manufacturero, servicios profesionales, financieros y comercial. Si bien la muestra no se planeó para ser representativa; en cambio, sí resulta significativa por el número de empresas incluidas en el estudio. El cuestionario incluyó seis apartados: el primero recoge los datos sociodemográficos de la empresa y del informante (colaborador de la organización), el segundo apartado pregunta sobre las responsabilidades filantrópicas de la empresa, el tercero está relacionado con las responsabilidades éticas, el cuarto es referente a las responsabilidades legales, el quinto indaga sobre las responsabilidades económicas y el apartado seis corresponde a una opinión general sobre el orden de importancia que para la empresa guardan los cuatro rubros anteriores.

3. 1. Análisis de los datos

La técnica estadística elegida para analizar los datos recolectados es el análisis de correlación canónica no lineal, la cual resulta adecuada dado que se tienen dos grupos de variables: el orden de importancia de los cuatro grupos de responsabilidades empresariales (variables explicadas), por un lado, y las actividades de la empresa en cada uno de estos cuatro grupos de responsabilidades empresariales (variables explicativas), por el otro. Además, se busca no sólo identificar el orden de importancia que guardan cada uno de estos grupos sino profundizar en las relaciones subyacentes que explican las relaciones entre ambos grupos de variables. De esta forma, siguiendo a Badi *et al.* (2007), el análisis de correlación canónica no lineal es un tipo de análisis estadístico lineal de múltiples variables que fue descrito en sus inicios por Hotelling (1935) (citado en Badi *et al.*, 2007). Al igual que en la regresión, el objetivo de la correlación canónica es cuantificar la validez de la relación, en este caso entre los dos conjuntos de variables (dependiente e independiente). Se asemeja al análisis factorial en la creación de compuestos de variables. También, se parece al análisis discriminante en su capacidad para determinar las dimensiones independientes para cada conjunto de variables que produce la correlación máxima entre las dimensiones.

De esta manera, la correlación canónica identifica la estructura óptima o la dimensionalidad de cada conjunto de variables, que maximiza la relación entre los conjuntos de variables dependientes e independientes. Para este tipo de análisis, siguiendo a Moreno y Trillo (2013), se parte de las matrices X y Y que representan el conjunto de regresores y variables endógenas respectivamente, donde la matriz: $Z = [X \ Y]$, de dimensión $n \times (q + p)$. El análisis de correlación canónica consiste en la construcción de pares sucesivos de variables, que son combinaciones lineales de las originales, de modo que cada uno de ellos represente la mejor explicación de cada conjunto respecto al otro que no haya sido ya obtenido por los pares anteriores, de forma que la correlación entre estas dos variables sea la mayor de entre todas las combinaciones lineales posibles de los dos grupos de variables. Así pues, el problema consiste en la obtención de los vectores de ponderaciones a y b que garanticen que la covarianza entre CCI1 y CCO1 sea la máxima posible y se consiga de la misma manera que la varianza de estas dos nuevas variables sea igual a la unidad para garantizar la homogeneidad en su dispersión respecto a los pares de variables sucesivos.

La siguiente etapa consiste en la construcción de un segundo par de variables CCI2 y CCO2, también de varianza unitaria, el cual experimenta la mayor correlación entre sí de todas las posibles combinaciones lineales que pueden construirse con los dos grupos de variables de partida sin tener en cuenta el par de combinaciones obtenidos en la etapa anterior. Siguiendo a Rodríguez y Moreno (2007), las ponderaciones a y b que garantizan tal circunstancia son las resultantes del segundo mayor valor de λ que cumplen.

Procediendo de esta forma, de acuerdo con Cea (2004), se pueden determinar r pares de variables artificiales, llamadas *variables canónicas* ($r < p$) hasta conseguir que la proporción de las causas comunes entre los grupos de variables (endógenas e influyentes) explicadas por las mismas sea suficientemente grande. En general, lo que

se busca es un número reducido de pares de variables con un poder explicativo conjunto que incluya a la mayor parte de las causas comunes a los dos conjuntos de variables de modo que éstas puedan sustituir a las originales, eliminando los problemas de multicolinealidad entre los regresores, puesto que el procedimiento descrito garantiza que las variables explicativas están todas ellas no correlacionadas entre sí.

3. 2. Resultados

La cohorte incluyó 104 empresas de las cuales cuatro se eliminaron por no tener la información completa. Al final el estudio se llevó a cabo con 100 empresas. Las edades de los informantes fluctúan entre los 19 y los 59 años; 24 años es la edad de mayor frecuencia. Los informantes del género masculino representaron el 59%, mientras que los del género femenino fueron el 41%. El nivel de estudios que manifestaron fue en el 42% de los casos de licenciatura y bachillerato por igual, el 7% dijo haber cursado sólo la secundaria, el 4% tiene otro tipo de estudios y el 1% cuenta con la primaria completa e incompleta. En cuanto a los puestos que ocupan en la empresa los informantes, el 20% dijo ser propietario; el 33% gerentes o supervisores de nivel bajo; 28% gerentes o supervisores de nivel medio; 14% gerentes ejecutivos; 2% presidentes o directores; un 3% no respondió sobre el puesto que desempeña, si bien las responsabilidades que ostentan van desde administradores, auxiliares administrativos, gerentes de diversas áreas hasta supervisores, jefes y encargados.^[5]

CUADRO 1

Estadísticas de fiabilidad filantropía

Alfa de Cronbach	N de elementos
0.902	5

CUADRO 2

Estadísticas de fiabilidad ética

Alfa de Cronbach	N de elementos
0.708	5

CUADRO 3

Estadísticas de fiabilidad legalidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
0.739	5

CUADRO 4

Estadísticas de fiabilidad prácticas económicas

Alfa de Cronbach	N de elementos
0.791	5

Fuente: elaboración propia con datos de la encuesta.

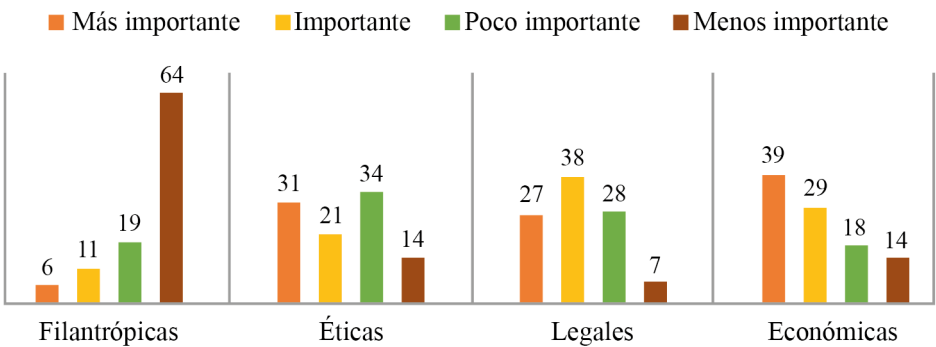
En cuanto a las empresas analizadas, 73% se asienta en los municipios de la zona oriente del Estado de México: 24% en Chimalhuacán, 16% en Texcoco, 14% en Chicoloapan, 6% en Nezahualcóyotl, 4% en Chalco con porcentajes menores en Valle de Chalco, Ixtapaluca, La Paz, Papalotla, Aculco y el restante 27% en diversas alcaldías de la Ciudad de México. En cuanto al ámbito, 51% pertenece al sector comercio; 17%, al ramo manufacturero; 11% a los servicios profesionales; 7%, a los servicios financieros; el 13% a otras actividades. Por su tamaño, las empresas están representadas en un 39% por grandes empresas; el 25% por microempresas; el 21%, por pequeñas empresas; el 13%, por medianas.

Respecto a la confiabilidad del instrumento, se aplicó el estadístico alfa de Cronbach a cada grupo de reactivos que miden los cuatro tipos de responsabilidades. Los resultados se muestran en los cuadros 1 al 4 que muestran que el instrumento es confiable para realizar la tarea para la que fue creado y que es consistente con el reportado por Baden (2016) para cada grupo que fue de 0.85.

3. 3. Orden de importancia de las dimensiones de la responsabilidad social empresarial

La gráfica 1 muestra que las responsabilidades filantrópicas se consideran las menos relevantes con 64% y sólo 6% considera que sí lo son; en cuanto a las responsabilidades éticas, el 52% las considera importantes o muy importantes, mientras que el 48% las considera poco importantes o las menos importantes; por su parte, las

responsabilidades legales recibieron un 65% de valoración entre las más importantes o importantes y el 35% las considera poco importantes o las menos importantes; por último, las responsabilidades económicas son consideradas las más importantes o importantes para la empresa en un 68%, mientras que el 18% las considera poco importantes y el 14% las considera las menos importantes. De tal forma, el orden de prioridad sería el siguiente: *a)* responsabilidades económicas, *b)* legales, *c)* éticas y *d)* filantrópicas.



GRÁFICA 1
Porcentaje de valoración que las empresas otorgan a sus grupos de responsabilidades
Fuente: elaboración propia con datos de la encuesta.

Aunado a lo anterior, se preguntó por la opinión que tienen las empresas en cuanto a si las leyes protegen adecuadamente a la sociedad y al medioambiente de los impactos que producen ellas mismas, así como si las leyes que existen se aplican con eficacia para proteger el bienestar público, mientras que el grupo final de preguntas indaga sobre el orden de importancia que las empresas otorgan a los cuatro grupos de responsabilidades, es decir, a sus responsabilidades filantrópicas, éticas, legales y económicas consideradas en conjunto y comparativamente entre los grupos.

3. 4. El análisis de correlación canónica no lineal

El ajuste del modelo se puede observar en la tabla 1, la cual muestra que el modelo del análisis presenta un buen ajuste.

TABLA 1
Resumen del análisis

		Dimensión				Suma
		1	2	3	4	
Pérdida	Conjunto 1	0.083	0.118	0.187	0.205	0.593
	Conjunto 2	0.086	0.120	0.186	0.207	0.599
	Media	0.084	0.119	0.186	0.206	0.596
Autovalores		0.916	0.881	0.814	0.794	
Ajuste						3.404

Fuente: elaboración propia con datos de la encuesta.

En la tabla 2 se muestran los resultados del ajuste múltiple. Los números obtenidos indican la contribución de cada variable original al nuevo conjunto de cuatro dimensiones resultantes.

Así también, el nuevo grupo de cuatro dimensiones calculadas se caracterizan por ser adimensionales por presentar una mejor explicación de la mayor parte de las interrelaciones o causas comunes a los dos conjuntos de variables originales de modo que puedan sustituir a las originales eliminando los problemas de multicolinealidad entre los regresores, puesto que el procedimiento garantiza que las variables explicativas están todas ellas incorrelacionadas entre sí.

TABLA 2
Ajuste múltiple

Conjunto		Ajuste múltiple				Suma
		Dimensión				
		1	2	3	4	
1	Caridad ^a	0.313	0.005	0.037	0.052	0.407
	Voluntarias/benéficas ^a	0.440	0.182	0.046	0.102	0.770
	patrocinadores ^a	0.515	0.001	0.159	0.036	0.710
	regalar productos ^a	0.192	0.310	0.383	0.066	0.951
	Calidad de vida ^a	0.025	0.057	0.169	0.007	0.259
	noimpacnegativo ^a	0.137	0.136	0.034	0.069	0.377
	amigamedioambien ^a	0.009	0.231	0.022	0.035	0.297
	buenambtrabaj ^a	0.014	0.407	0.005	0.194	0.619
	comercijusto ^a	0.044	0.156	0.000	0.003	0.203
	nocomproetica ^a	0.002	0.035	0.047	0.008	0.092
	cumpleyambient ^a	0.000	0.017	0.004	0.143	0.163
	vendprodlegal ^a	0.003	0.330	0.332	0.004	0.669
	saludyseguri ^a	0.028	0.428	0.194	0.130	0.779
	pagimptos ^a	0.005	0.304	0.006	0.003	0.318
	respetarley ^a	0.034	0.001	0.004	0.081	0.120
	maxganancia ^a	0.785	0.291	0.030	0.049	1.154
	competirmdo ^a	0.263	0.174	0.040	0.983	1.460
	eficienciaoperat ^a	0.034	0.658	0.029	0.143	0.864
	maxingresos ^a	0.019	0.377	0.277	0.003	0.677
2	respfilantropi ^a	0.891	0.036	0.184	0.011	1.122
	respeticas ^a	0.029	0.746	0.217	0.132	1.124
	resplegales ^a	0.280	0.159	0.418	0.060	0.916
	respeconomicas ^a	0.093	0.357	0.005	0.509	0.964

Fuente: elaboración propia con datos de la encuesta.

4. DISCUSIÓN

Baden (2016) sostiene la tesis de que la pirámide de responsabilidades empresariales está cambiando y que las responsabilidades económicas no son ya la prioridad de las empresas, sin que éstas dejen de ser su razón de ser. Sin embargo, con los datos recogidos en la muestra para el grupo de empresas de la región oriente del Estado de México no se puede sostener la misma tesis. Los resultados obtenidos a partir de la información recabada parecen mostrar que las responsabilidades económicas resultan ser las que las empresas consideran como las más relevantes, seguidas de las legales, éticas y, por último, las filantrópicas. No obstante, cuando se profundiza en el análisis de cómo las empresas utilizan los cuatro grupos de responsabilidades como herramientas para conseguir su objetivo central (que son las responsabilidades económicas), la importancia que se otorga a los cuatro grupos de responsabilidades presenta las siguientes prioridades para el caso de este artículo..

La primera dimensión que explicaría la variabilidad en el conjunto de respuestas está formada por las responsabilidades filantrópicas asociadas a la maximización de las ganancias para el beneficio de los socios (aspecto económico). Dichas responsabilidades tomarían la forma de patrocinios para actividades artísticas, deportivas o comunitarias, así como de la participación de los directivos en actividades voluntarias y benéficas y también en la asignación de un porcentaje de las ganancias para actividades de caridad y beneficio a la comunidad (filantropía).

Esto es, la filantropía para las empresas, según los resultados obtenidos, tiene lugar como parte de la maximización de las utilidades y bajo la forma de caridad, actividades voluntarias y patrocinios. De acuerdo con este panorama, se puede inferir que si bien las actividades filantrópicas son de relevancia, a su vez forman parte de los modelos de negocios empresariales, es decir, no son independientes ni se buscan por sí mismas.

La dimensión dos adopta como elemento central a las responsabilidades éticas fuertemente ligadas a mantener un alto nivel en la eficiencia operativa y maximización de ventas e ingresos de la empresa (responsabilidades económicas) bajo la forma de asegurar que las condiciones de trabajo cumplan con los estándares de salud y seguridad (legal) y garanticen un buen ambiente de trabajo para los empleados (responsabilidad ética). Esta segunda dimensión indicaría que la ética empresarial está comprometida con la eficiencia operativa, maximización de ventas e ingresos, además de que es útil en la medida que contribuye a mejorar el ambiente laboral y preservar la salud y la seguridad de los empleados como parte del modelo de negocios empresarial.

De esta forma, la segunda dimensión muestra que cumplir con las responsabilidades éticas para las empresas es una vía para mejorar la eficiencia operativa de la propia empresa: maximizar sus ingresos. Al respecto, las responsabilidades se limitan a mejorar el ambiente de trabajo y a preservar un ambiente laboral que asegure la operación de la empresa y, por lo tanto, mejore las utilidades de la organización.

La dimensión tres incluye como primer elemento a las responsabilidades legales, las cuales básicamente proporcionarían o venderían bienes/servicios que cumplan con los requisitos legales mínimos (responsabilidad legal) asociados también a proporcionar servicios/productos gratuitos a personas necesitadas (filantropía). En este sentido, los aspectos legales, tales como ser respetuoso de la ley, cumplir con todas las leyes y regulaciones ambientales, así como evitar que las normas éticas se comprometan para alcanzar los objetivos comerciales, son dos de los aspectos que menos contribuyen a explicar la variación observada en las respuestas, además de que las empresas consideran que son responsabilidades de menor importancia.

De lo anterior, se desprende que las responsabilidades legales son importantes para las empresas analizadas sólo cuando se trata de vender sus productos/servicios y como un parámetro mínimo para que sus productos/servicios tengan acceso al mercado bajo las condiciones mínimas exigidas. Estos mismos productos/servicios son los que proporcionan a las personas necesitadas en forma gratuita.

El cuarto grupo de dimensiones incluye sólo dos elementos: mantener una fuerte posición competitiva en el mercado y las responsabilidades económicas. Cabe mencionar que en este grupo ninguna de las responsabilidades de los grupos anteriores interviene; en otras palabras, la prioridad está en los aspectos puramente económicos.

En suma, el orden observado tanto en el análisis descriptivo como en el de correlación canónica no lineal indican que en las empresas analizadas las prioridades son las *a*) responsabilidades económicas, *b*) responsabilidades legales, *c*) responsabilidades éticas y *d*) responsabilidades filantrópicas, es decir, no hay concordancia con los resultados de Baden (2016). En particular, cuando se analizan las respuestas con correlación canónica, se hace evidente que la prioridad para la mayoría de las empresas (en nuestra muestra) son las responsabilidades económicas. En este sentido, la forma de alcanzar este objetivo pasaría (pero sólo como un recurso) por las responsabilidades filantrópicas, éticas y legales jugando el rol de medio para alcanzar el fin último que representan las responsabilidades económicas. Al parecer las éticas y legales son las que presentarían la menor importancia y, por tanto, se podría prescindir de ellas si fuera necesario.

Los modelos de RSE incluyen cuatro grupos de responsabilidades empresariales: filantrópicas, éticas, legales y económicas. Sin desconocer que el objetivo central de una empresa es obtener utilidades, el orden en las prioridades empresariales en años recientes, según Baden (2016), ha girado del acento en las económicas hacia los otros grupos. Así pues, el orden sería: éticas, legales, económicas y filantrópicas. La propuesta de este artículo es mostrar que en el caso de la muestra analizada este cambio no se ha presentado y que la RSE no se encuentra arraigada en la mayoría de las empresas mexicanas; más bien, ésta se ha utilizado como una herramienta para alcanzar los fines económicos empresariales. Aunado a esto, la pirámide de responsabilidades propuesta no coincide en el orden de prioridad con ninguna de las propuestas analizadas.

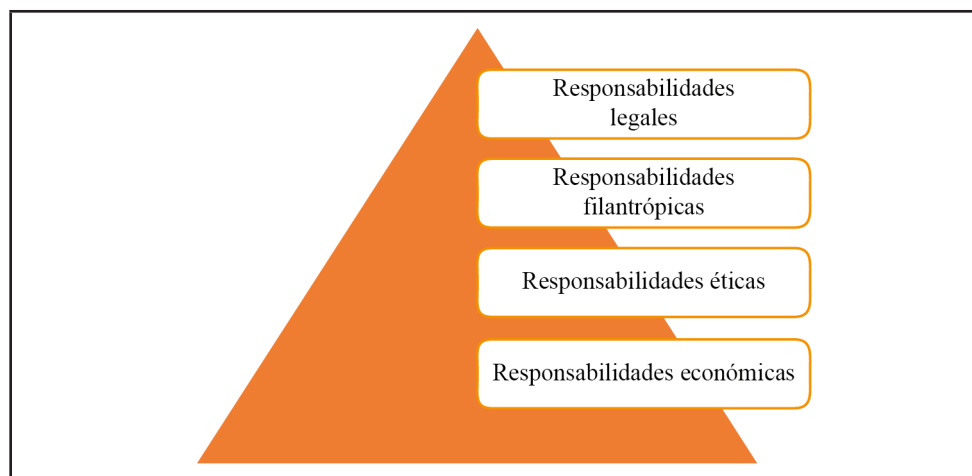


FIGURA 6

Pirámide de RSE: una propuesta para la región oriente del Estado de México

Fuente: elaboración propia con datos de la encuesta.

PROSPECTIVA

De acuerdo con Baden (2016), el orden de prioridad de las responsabilidades empresariales respecto a la sociedad ha sufrido modificaciones, pues se ha dejado de priorizar a las responsabilidades económicas para centrarse en los otros grupos; de este modo, el nuevo orden sería el siguiente: éticas, legales, económicas y filantrópicas.^[6] Sin embargo, los resultados de este artículo muestran que si bien las unidades económicas analizadas han interiorizado la RSE al grado de considerarlas como parte de sus políticas empresariales, el cambio que apunta Baden (2016) no ha ocurrido en las empresas de la muestra analizada donde las responsabilidades económicas prevalecen sobre el resto. Por ello, sería primordial continuar observando el comportamiento de las empresas de la región respecto a la RSE y la forma en cómo las responsabilidades asociadas evolucionan para mostrar mayor compromiso con la sociedad donde operan y donde se encuentran inmersas o, por el contrario, mantienen su enfoque hacia la obtención de rendimientos económicos sin mayores compromisos con la sociedad.

CONCLUSIONES

El análisis descriptivo de los datos recolectados muestra de forma clara que las responsabilidades económicas siguen teniendo prioridad sobre cualquiera otra. Si bien las empresas consideran relevantes sus otros grupos de responsabilidades, siguen teniendo un papel secundario al momento de determinar sus prioridades, lo cual, de manera ilustrativa, se muestra en la figura 6. En relación con lo anterior, si bien la estadística descriptiva no ubica en el último lugar a las responsabilidades legales, cuando se realiza el análisis de correlación canónica ésta obtiene los menores puntajes, por lo que se considera la de menor importancia.

Un análisis a fondo de las respuestas vertidas muestra que en realidad las actividades de filantropía, la ética en los negocios e incluso las responsabilidades legales empresariales son trascendentales sólo cuando se convierten en herramientas para alcanzar los objetivos económicos buscados. Dicho de otro modo, los datos muestran que la RSE en la mayor parte de las empresas de nuestro país aún es vista sólo como parte de sus modelos de negocios.

Más aún, de acuerdo con las respuestas vertidas, las responsabilidades éticas, filantrópicas y legales no sólo presentaron las menores calificaciones en el orden de importancia, sino que son prescindibles y se pueden dejar de lado si se opusieran a los fines económicos. Las responsabilidades legales en particular parecen tener impor-

tancia marginal (de acuerdo con el análisis estadístico resultaron con los pesos menores); es decir, pudieran ser las primeras en ser comprometidas si resultaran en obstáculos para la obtención de beneficios empresariales.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los árbitros anónimos por el tiempo que dedicaron a la revisión y observaciones derivadas, las cuales permitieron mejorar de manera significativa el artículo.

REFERENCIAS

- Baden, D. (2016). A reconstruction of Carroll's pyramid of corporate social responsibility for the 21st. Century. *International Journal of Corporate Social Responsibility*, 1-15. <https://doi.org/10.1186/s40991-016-0008-2>
- Badi, M., Castillo, J., Cortez, K., Wong, A., & Villalpando, P. (2007). Análisis de correlación canónica (ACC) e investigación científica. *Innovaciones de negocios*, 4(2), 405-422. <https://doi.org/10.1016/j.ijchp.2019.11.001>
- Barnard, C. (1938). *The Functions of Executive*. Cambridge: Harvard University Press.
- Bowen, H. (1953). *Social Responsibilities of Bussinessman*. New York: Harper.
- Carroll, A. (1979). A Three-Dimensional Conceptual Model of Corporate Performance. *Academy of Management Review*, 4(4), 497-505.
- Cea, M. (2004). *Análisis multivariable. Teoría y practica en la investigacion social*. Madrid: Sintesis.
- Espitia Cubillos, A. A. (2015). La responsabilidad social empresarial (RSE) como elemento estratégico en las mipymes colombianas. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 4(14) 75-84.
- Freeman, R. (1984). *Strategic management: A stakeholder approach*. Boston: Pitman.
- Galbraith, J. (1984). *El nuevo estado industrial*. Madrid: Sarpe.
- Gandlgruber, B. (2010). *Instituciones, coordinación y empresas*. México: Universidad Autónoma Metropolitana Cuajimalpa/Anthropos.
- Gómez, B. y Martínez, R. (2016). Responsabilidad social corporativa: de concepto abstracto a elemento clave en la estrategia empresarial. *Poliantea*, 12(22), 1-15. <https://doi.org/10.15765/plnt.v12i22.843>
- Hodgson, G. F. (2007). *Economía institucional y evolutiva comtemporánea*. Universidad Autónoma Metropolitana Cuajimalpa/Anthropos.
- Jonhson, H. L. (1971). *Bussines in contemporary Society: Framework and issues*. Belmont: Wadsworth Publishing.
- Laufer, W. S. (2003). Social Accountability and Corporate Greenwashing. *Journal of Bussines Ethics*, 253-261. <https://doi.org/10.1023/A:1022962719299>
- López, A., Contreras, R. y Molina, R. (2011). La responsabilidad social empresarial como estrategia de competitividad en el sector alimentario. *Cuadernos de Administración*, 261-283.
- Marx, K. (2014). *El Capital: crítica de la economía política. Libro primero. El proceso de produccion del capital* (cuarta edición). Tomo I. Volumen III. México: Fondo de Cultura Económica.
- Masoud, N. (2017). How to win the battles of ideas in Corporate Social Responsibility the International Pyramid Model of CSR. *International Journal of Corporate Social Responsibility*, 1-22.
- Mayo, E. (1945). *The Social Problems of a an Industrial Civilization*. Cambridge: Harvard University Press.
- Mercado, P. y García, P. (2007). La responsabilidad social en empresas del Valle de Toluca (México). Un estudio exploratorio. *Estudios Gerenciales*, 119-135.

- Moreno, S. A. y Trillo, D. (2013). *El análisis de correlación canónica como instrumento para la evaluación de la eficiencia*. Disponible en <https://eprints.ucm.es/id/eprint/6743/1/0121.pdf>
- Razeto, L. (2007). La economía de la solidaridad: concepto, realidad y proyecto, en Coragio J. L. (comp.). *La economía social desde la periferia. Contribuciones latinoamericanas*. Buenos Aires: Universidad Nacional General Sarmiento/Altamira.
- Rivas, T. L. (2016). *Dirección Estratégica: proceso de la organización en el siglo XXI*. México: Trillas .
- Rodríguez, M. y Moreno, E. (2007). Correlación y regresión, en R. Landero y M. González, *Estadística con SPSS y metodología de la investigación* (págs. 335-372). México: Trillas.
- Saldarriaga, J. G. (2013). Responsabilidad social y gestión del conocimiento como estrategias de gestión humana. *Estudios Gerenciales*, 110-117.
- Simon, H. A. (1982). *El comportamiento administrativo: estudio de los procesos de adopción de decisiones en la organización administrativa*. Buenos Aires: Aguilar.
- Visser, W. (2008). Corporate Social Responsibility in Developing Countries. In M. McWilliams, Moon y Siegel (eds.), *The Oxford Handbook of Corporate Social Responsibility*. Oxford: Oxford University Press.
- Williamson, O. (1989). *Las instituciones económicas del capitalismo*. México: Fondo de Cultura Económica.

NOTAS

- [1] El propio autor del modelo piramidal internacional reconoce que sin la existencia de las responsabilidades económicas no existirían las demás. Así, las responsabilidades filantrópicas, legales, éticas y locales presentan flexibilidad en el sentido de que pueden cambiar de posición en función del contexto del país en cuestión. La única responsabilidad que no tiene esta característica es la económica.
- [2] Surge el concepto de *ciudadanía corporativa*, donde la empresa es una entidad que cumple con la ley y acepta su responsabilidad en contribuir a la solución de los problemas sociales.
- [3] Traducción libre de la encuesta de Baden (2016: 15).
- [4] La encuesta se aplicó del 17 al 21 de febrero de 2020. Los encuestadores acudieron directamente a las 104 empresas y aplicaron el cuestionario *in situ* a los encargados dispuestos a responder o se les solicitó que después regresaran. El cuestionario se divide en seis apartados: el primero recoge los datos de la empresa y del encuestado utilizando una escala nominal; el segundo pregunta sobre las responsabilidades filantrópicas de la empresa (cinco preguntas) en escala de Likert (1 = nada importante, hasta 5 = muy importante); el apartado tres está relacionado con las responsabilidades éticas de la empresa (cinco preguntas) en escala de Likert (1 = nada importante, hasta 5 = muy importante); el cuarto es referente a las responsabilidades legales de la empresa (cinco preguntas) en escala de Likert (1 = nada importante, hasta 5 = muy importante); el apartado cinco indaga sobre las responsabilidades económicas de la empresa (cinco preguntas) en escala de Likert (1 = nada importante, hasta 5 = muy importante) y el apartado seis solicita que se ordene por importancia cada uno de los grupos de responsabilidades anteriores (cuatro preguntas en escala ordinal).
- [5] La composición de la muestra de respondientes podría resultar en una limitante para el estudio. Sin embargo, para nuestro propósito, dado que las preguntas no indagan sobre las estrategias empresariales (determinadas por la alta dirección), sino su aplicación en su forma de responsabilidades empresariales que justo están a cargo de las personas encuestadas, la composición presentada es suficiente.
- [6] Las empresas analizadas por Baden (2016) corresponden a dos cohortes que incluyen empresas de Inglaterra, India, Estados Unidos, Chipre, Austria, España, Italia, Alemania, Suecia, China, Bulgaria, Turquía y Rusia.



Identidad y compromiso organizacional en empleados de la empresa familiar mediana de Mazatlán, Sinaloa

Arreola Bravo, Francisco Moisés; Canizales Rodríguez, Jesús Manuel

Identidad y compromiso organizacional en empleados de la empresa familiar mediana de Mazatlán, Sinaloa

CIENCIA *ergo-sum*, vol. 30, núm. 1, marzo-junio 2023 | e184

Ciencias Sociales

Universidad Autónoma del Estado de México, México

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



Arreola Bravo, F. M. y Canizales Rodríguez, J. M. (2023). Identidad y compromiso organizacional en empleados de la empresa familiar mediana de Mazatlán, Sinaloa. *CIENCIA ergo-sum*, 30(1). <http://doi.org/10.30878/ces.v30n1a2>

Identidad y compromiso organizacional en empleados de la empresa familiar mediana de Mazatlán, Sinaloa

Identity and organizational commitment in employees of the medium-sized family business in Mazatlán, Sinaloa

Francisco Moisés Arreola Bravo*

Universidad Autónoma de Occidente, Sinaloa, México

arreolabravofrancisco@hotmail.com

 <http://orcid.org/0000-0002-6343-8590>

Recepción: 2 de julio de 2021

Aprobación: 7 de octubre de 2021

Jesús Manuel Canizales Rodríguez

Universidad Autónoma de Occidente, Sinaloa, México

jmcanizales@yahoo.com.mx

 <http://orcid.org/0000-0002-9581-8934>

RESUMEN

Se analiza la relación entre identidad y compromiso organizacional en las empresas familiares medianas con el fin de contribuir al campo de conocimiento de la empresa familiar y gestión de la identidad organizacional. El método es cualitativo con la estrategia de estudio de caso múltiple. Se eligieron tres empresas familiares medianas. De acuerdo con los hallazgos, los empleados familiares tienen mayor identidad organizacional que los empleados no familiares y el compromiso organizacional está directamente relacionado con la identidad. Además, la generación familiar propietaria influye en ambas variables, siendo en la segunda generación donde se encuentran mayores niveles de identidad y compromiso organizacional en sus tres dimensiones, en empleados no familiares. Se sugieren líneas de investigación que comparen empresas familiares con no familiares, las cuales contemplen también empresas pequeñas.

PALABRAS CLAVE: empresa familiar, empleados familiares y no familiares, identidad organizacional, compromiso organizacional.

ABSTRACT

The objective of this work is to analyze the relationship between identity and organizational commitment in medium-sized family businesses. It contributes to the field of knowledge of the family business and management of organizational identity. The method is qualitative with the multiple case study strategy. Three medium-sized family businesses were chosen. The main findings are that family employees have a greater organizational identity than non-family employees, and that organizational commitment is directly related to identity. In addition, that the owner family generation influences both variables, being the second generation where higher levels of identity and organizational commitment are found in its three dimensions, in non-family employees. Lines of research are suggested that compare family businesses with non-family businesses and include small businesses.

KEYWORDS: family business, family and non-family employees, organizational identity, organizational commitment.

INTRODUCCIÓN

Las empresas familiares forman las dos terceras partes de las empresas del mundo (Gersick *et al.*, 1997), en el caso de los países en desarrollo, como México, se estima que la proporción es mayor, entre el 80% y 90% (Marcelino *et al.*, 2020). De acuerdo con el INEGI (2018a) se tienen registradas alrededor de 5 078 714 empresas, 4 048 543 son de tamaño micro, pequeña y mediana. Las microempresas representan el 97.6%; las pequeñas empresas, el 2%; las medianas, el 0.4%. Además, el personal ocupado por la empresa familiar es de aproximadamente once millones, de los cuales en la microempresa trabajan el 75.4%; en la pequeña, el 13.5%; en las medianas, el 11.1% (INEGI, 2018b). Uno de sus grandes retos es lograr una forma eficaz de retener y dirigir a los empleados no familiares; reclutar personas calificadas que demuestren actitudes y comportamientos que generen valor, puede ser un factor fundamental de éxito o fracaso en la organización (Bormann *et al.*, 2020). El involucramiento e influencia familiar tiene efectos en las prácticas

AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

arreolabravofrancisco@hotmail.com

aplicadas al manejo de los recursos humanos y el trato que pueden afectar de manera particular a los empleados, su identidad y compromiso organizacional estarán relacionados (Garcés *et al.*, 2016; Barnett y Kellermanns, 2006).

Algunos estudios han demostrado que en la empresa familiar el desempeño se beneficia por la participación de los empleados no familiares, ya sea por su nivel de profesionalización y orientación a la eficiencia y competitividad, y a que mejoran la calidad de la toma de decisiones y ayudan a enfrentar el ambiente competitivo de la organización y de esa forma mejora su desempeño (Pittino *et al.*, 2018; Dekker *et al.*, 2015; Dawson, 2011; Stewart y Hitt, 2012); sin embargo, la contratación de empleados no familiares, en especial en puestos de toma de decisiones, es uno de los puntos de mayor vulnerabilidad de las empresas familiares y utilizan a sus propios miembros aunque no sean los más calificados (Karra *et al.*, 2006; Schulze *et al.*, 2003). Craig *et al.* (2008: 364) demuestran que “el desarrollo de una identidad basada en la marca familiar contribuye positivamente al desempeño de la EF en sus dimensiones de crecimiento y rentabilidad”, pues para la empresa familiar su identidad y reputación se convierten en su legado a las próximas generaciones al promover su nombre e identidad para construir una ventaja competitiva que después influye en las decisiones de crecimiento y expectativas de desempeño (Lansberg, 1999). Por otro lado, si no se aprovecha esa oportunidad, no sería posible explotar en su totalidad esas ventajas arraigadas en sus características distintivas e inimitables que pueden influir en los resultados de su desempeño (Craig *et al.*, 2008). A pesar de la existencia de una cantidad considerable de trabajos acerca de identidad organizacional e imagen en la empresa familiar (Sundaramurthy y Kreiner, 2008; Zellweger *et al.*, 2010; Fauchart y Gruber, 2011), no existe la suficiente claridad acerca de cómo se da el proceso de construcción de sentido a través de la identidad organizacional (Zellweger *et al.*, 2012). Aunque se sabe que los miembros de la familia involucrados en la empresa tienen fuertes lazos y se identifican con la organización, a su vez existen escasos estudios empíricos que evidencien este nivel de identificación tanto en miembros de la familia como no familiares (Matherne *et al.*, 2017), si se considera que la gran mayoría de los empleados en la empresa familiar no pertenecen al sistema familiar de manera sanguínea o cuentan con una cercanía o membresía en el círculo de la familia propietaria en Latinoamérica (Rueda y Rueda, 2019; Aguilera *et al.*, 2019).

Por otro lado, es importante aclarar que este artículo se enfoca en exclusivo al estudio de la empresa mediana, pues es escasa la cantidad de trabajos que se centran en esta modalidad debido a que la mayoría se enfoca en las pymes (pequeñas y medianas empresas) o incluso mipymes (micro, pequeñas y medianas empresas), cuando realidad son universos muy extensos, complejos y heterogéneos. Asimismo, por ser de corte cualitativo, el análisis se limita a las experiencias y percepciones de los participantes; de este modo, se dan por hecho las subjetividades que esto conlleva. Por último, se precisa que no se pueden generalizar los resultados en cierto sector de la economía, pues la muestra es de tres diferentes sectores.

1. IDENTIDAD EN LA EMPRESA FAMILIAR

La identidad son las características centrales, distintivas y continuas de una entidad. La identidad describe la esencia de “¿quién soy” y “¿quiénes somos?”, además incluye una perspectiva más subjetiva que abarca los valores, metas, creencias, estereotipos, habilidades, tratos, conocimiento y narrativas que articulan la identidad (Zhang *et al.*, 2017; Ashforth, 2011; Ashforth *et al.*, 2008). La identidad en la empresa familiar (FFI por sus siglas en inglés) ha sido estudiada como factor determinante del mejor desempeño y ventajas competitivas sobre las no familiares, ya que se tienen resultados superiores de desempeño y de mejor percepción como organizaciones (Botero *et al.*, 2013; Habbershon y Williams, 1999; Zellweger *et al.*, 2010; Chrisman *et al.*, 2005). En la identidad familiar hay un entendimiento de la colectividad, reputación familiar y compromiso organizacional, aspectos que son más fuertes en los miembros de la familia que en quienes no lo son (Matherne *et al.*, 2017). En la empresa familiar, la identidad organizacional está muy relacionada con su historia y ésta se construye a través de los legados históricos (Oertel y Thommes, 2018); la imagen externada en la empresa familiar es resultado de un acto intencional de proyección de la identidad organizacional y que influye fuertemente en su éxito (Craig *et al.*, 2008). Además, una de las características únicas de la empresa familiar y de su identidad está en su proceso de toma de decisiones en

el que se privilegia el patrimonio socioemocional sobre los objetivos económicos (Gomez-Mejia *et al.*, 2015), lo cual marca otra diferencia en la identidad que se crea en miembros de familia y los que no lo son.

2. COMPROMISO ORGANIZACIONAL

Desde los trabajos de Allen y Meyer (1990) se abrió una línea de investigación acerca del compromiso organizacional, estudios en los que se ha demostrado la trascendencia del compromiso organizacional. Los empleados que se muestran más comprometidos exponen actitudes y comportamientos más positivos que los que no (Meyer *et al.*, 1993; Meyer *et al.*, 2002). El compromiso organizacional en sus tres dimensiones (afectivo, normativo y de continuidad) no es un fenómeno que depende nada más del empleado, sino que es resultado de un contexto y una historicidad. En ese contexto organizacional se encuentran la identidad y percepciones de apoyo organizacional que experimentan las personas (Heffernan y Dundon, 2016). Así pues, el compromiso organizacional en sus tres dimensiones se manifiesta como resultado de escenarios que propician comportamientos y actitudes con efectos a favor de la organización y de los mismos individuos. Se ha encontrado una cantidad significativa de estudios acerca de compromiso organizacional, en especial en la dimensión afectiva (Sieger *et al.*, 2011), aunque muy pocos asocian el compromiso organizacional y la identidad, aún menos en el campo de la empresa familiar. En este artículo se plantea la siguiente pregunta: ¿Cómo experimentan la identidad y compromiso organizacional los empleados no familiares y familiares en la empresa familiar? En cuanto a los objetivos, se pretende describir cómo experimentan la identidad y compromiso organizacional los empleados no familiares y familiares en la empresa familiar e identificar los tipos de relaciones entre ambos procesos.

3. MARCO TEÓRICO Y SUPUESTOS TEÓRICOS

3. 1. Teoría de la identidad social

La teoría de la identidad social (SIT por sus siglas en inglés)^[1] se basa en las relaciones intergrupales y el efecto de la membresía grupal en el comportamiento de los grupos. Esta teoría sugiere que los individuos tienen su propia identidad personal y varias identidades sociales y explica cómo se comparan los miembros de un grupo entre ellos mismos, así como con otros grupos sociales. Albert y Whetten (1985) definen la identidad organizacional como las características centrales, distintivas y perdurables de las organizaciones. Estos atributos distintivos se definen también por las relaciones interorganizacionales en las que se genera un proceso de comparación mutuo y permanente (Oliver y Vough, 2020; Corley *et al.*, 2006; Gioia, 1998).

3. 1. 1. Identidad social

La identidad social de un individuo se forma cuando éste se ve a sí mismo o a sí misma en categorías^[2] sociales, tales como organizacionales, religiosas, de edad; en este sentido, toma como referencia las similitudes y diferencias. Esta clasificación social es un medio a través del cual los individuos realizan dos procesos: *a)* segmenta y ordena de manera cognitiva el entorno social, obteniendo un medio para definir a los otros de una manera sistemática y *b)* le permite ubicarse a sí mismo en una categoría social (Ashforth y Mael, 1989). Cuando los individuos otorgan valor a la identidad y pertenencia a un grupo, buscan la manera de distinguir entre ser parte del grupo y estar fuera de él, escenarios que estarán determinados por prototipos. Hogg y Terry (2000: 123) definen a los prototipos como “escenarios confusos acerca de las características necesarias para la membresía grupal [...] frecuentemente representados por miembros ejemplares o ideales [...] los prototipos personifican todos los atributos que caracterizan y distinguen a los grupos de otros”. Un aspecto crítico de los prototipos es que maximizan las similitudes y las diferencias con otros grupos y estas percepciones son compartidas entre los miembros del grupo (Rush y Russell, 1988).

3. 1. 2. Autocategorización

Como parte del proceso de incorporación del prototipo grupal, se da a nivel individual una especie de despersonalización, pues cognitivamente, el individuo se autoasimila en el prototipo y de esa manera despersonaliza su autoconcepción. Esta transformación es subyacente al fenómeno grupal, el cual propicia comportamientos normativos, estereotipación, etnocentrismo, actitudes positivas hacia el grupo, cohesión, altruismo, contagio emocional y empatía, comportamiento colectivo, normas compartidas e influencia mutua (Jenkins y Delbridge, 2020; Turner, 1985; Hogg y Terry, 2000).

3. 2. Identidad organizacional

Es un proceso donde los individuos desarrollan identidades en los espacios organizacionales y se comparan entre los miembros de la organización y con otras organizaciones; en la empresa familiar los empleados no familiares realizan estas mismas comparaciones entre otros no familiares y con quienes sí lo son y, al mismo tiempo, los miembros de la familia harán lo mismo; de esta forma se desarrollarán sus identidades organizacionales. Es un tipo de identificación social que provoca percepciones de valores compartidos, pertenencia y lealtad en las organizaciones; por lo tanto, la identificación es de suma importancia para empleados que en algún momento deberán abrirse espacio entre divisiones naturales con el fin de encontrar su lugar en la empresa familiar (Anglin *et al.*, 2017; Carmon *et al.*, 2010). Conforme la identidad organizacional se incrementa, ésta influye de forma positiva en actitudes, comportamientos y resultados. Existen estudios que asocian teórica y empíricamente a la identidad organizacional con la motivación, toma de decisiones, interacciones y antigüedad laboral (Cheney, 1983), rotación (Mael y Ashforth, 1992; Van Dick *et al.*, 2004); y satisfacción laboral y desempeño (Zellweger *et al.*, 2012; Carmeli *et al.*, 2007; Cheney, 1983).

A pesar del significado y trascendencia de lo que han llamado *familiness* en la empresa familiar, que es el cúmulo de características distintivas e inigualables, resultado de la coexistencia de los sistemas empresa y familia (Habbershon y Williams, 1999), lograr un sentido de pertenencia e identificación en los empleados no familiares no es tarea fácil, pues ellos no tienen la obligación de estar comprometidos ni de ser responsables del sustento y perpetuación de la empresa familiar y la familia como los que sí lo son. Como ya es sabido, las empresas familiares en su proceso de toma de decisiones incluyen los factores socioemocionales (Gomez-Mejia *et al.*, 2015; Berrone *et al.*, 2012). En este sentido, esta forma de operar forma parte de su identidad, ya que se enfoca más en el valor de la empresa con indicadores de tipo afectivo y de preservación de la unidad familiar que en los intereses de otros grupos de interesados, excluyendo a los empleados no familiares, lo cual genera sentimientos y actitudes asociados a una pobre identificación con los valores e intereses de la empresa familiar (Matherne *et al.*, 2017).

Supuesto teórico 1: los empleados no familiares se sienten menos identificados con la organización.

3. 3. Identidad y compromiso organizacional en la empresa familiar

El compromiso organizacional es un comportamiento asociado con la identidad organizacional y el comportamiento de ciudadanía organizacional (OCB por sus siglas en inglés)^[3]. Este concepto se define como la relación que tiene un empleado con la organización y su influencia en la decisión de mantener su membresía. Existen tres niveles de compromiso organizacional: *a)* afectivo, *b)* de continuidad y *c)* normativo (Vandenberghe *et al.*, 2021; Allen y Meyer, 1996).

3.3. 1. Compromiso afectivo

Se refiere al apego emocional, involucramiento e identificación que pueden tener los individuos con la organización. Abarca tres aspectos: *a)* el desarrollo de una afinidad psicológica con la empresa, *b)* una asociación con la

organización y *c*) el deseo de permanecer como miembro de la organización. El compromiso afectivo se ha asociado con varios resultados positivos como bajo ausentismo, rotación, comportamiento organizacional y desempeño laboral (Meyer y Herscovitch, 2001).

Sieger *et al.* (2011) afirman que los empleados no familiares exponen comportamientos de compromiso organizacional, en particular compromiso afectivo, que son muy positivos para las organizaciones. Asimismo, las empresas familiares tienden normalmente a una orientación de largo plazo y buscan conservar sus empleados a pesar de situaciones críticas, lo que genera niveles altos de compromiso (Le Breton-Miller y Miller, 2006). Si un empleado no familiar percibe que los comportamientos y actitudes de la familia propietaria se alinea con los suyos, entonces elegirá adoptar esos mismos valores y se autocategorizará en ese grupo (Hogg y Terry, 2000), pues la identidad familiar será la identidad social más sobresaliente en su contexto laboral y con la cual se identificará por ser la que está en el nivel más alto de las identidades disponibles. Una vez que el empleado vea a la familia como similar a la organización, mayor será la asociación que haga entre la identificación y el compromiso afectivo (Matherne *et al.*, 2017).

3. 3. 2. *Compromiso de continuidad*

Los empleados desarrollan compromiso de continuidad cuando perciben que el costo de dejar sus trabajos es alto; son dos dimensiones en las que el compromiso de continuidad se basa en *a*) las inversiones, es decir, el cálculo de las pérdidas al dejar el trabajo y *b*) los empleos alternativos, lo cual significa que cuando un empleado tiene otras opciones de trabajo, su disposición al compromiso de continuidad será débil (Meyer y Allen, 1997). Cuando un empleado se identifica con la familia propietaria, su percepción del costo que implica dejar su trabajo, incluye cortar los lazos que lo unen con la familia y la empresa, lo que a la par significa perder su identidad social y no tiene la certeza de que en su próximo trabajo sea tratado de la misma forma (Le Breton-Miller y Miller, 2006), lo que trae consigo una relación fuerte entre la identidad con la organización y su visión a largo plazo y su compromiso de continuidad (Vardaman *et al.*, 2017).

3. 3. 3. *Compromiso normativo*

Este tipo de compromiso se refiere a la obligación del empleado para continuar en la organización. Es la idea del deber lo que lo mantiene en su empleo debido a la inversión que ha significado para la empresa, en tiempo y dinero, lo cual produce en él la obligación moral de quedarse como un acto de lealtad (Meyer y Allen, 1997; Jaros *et al.*, 1993). Zhang *et al.* (2013) afirman que si los empleados desarrollan relaciones fuertes con sus supervisores, quienes suelen ser miembros de la familia también y tienen compromisos a largo plazo con la organización, construyen vínculos emocionales que los llevan a compartir la visión de éxito a largo plazo, por lo que desarrollan una identificación y lealtad con la familia y empresa y son menos susceptibles a renunciar en su compromiso. Por lo tanto, la identificación con la empresa familiar está relacionada positivamente con el compromiso normativo (Matherne *et al.*, 2017; Meyer *et al.*, 2002). En la tabla 1 se describe una relación directa entre la identificación con los valores, pertenencia y lealtad y los niveles de compromiso organizacional.

Supuesto teórico 2: el compromiso organizacional afectivo, de continuidad y normativo de los empleados no familiares en la empresa familiar depende de su nivel de identificación.

TABLA 1
Relación entre identidad y compromiso organizacional

Identificación con valores, pertenencia y lealtad a la empresa familiar	Compromiso organizacional
+	+
—	—

Fuente: elaboración propia.

4. MÉTODO

Este artículo es de corte cualitativo. Para sus fines, se utiliza la estrategia de estudio de caso múltiple que permite desarrollar y hacer aportaciones al marco teórico de un fenómeno, el cual no ha sido estudiado a profundidad y no se tiene control de las variables. La pregunta que se plantea y está orientada a conocer un proceso es “¿Cómo...?”. Aunado a lo anterior, se toma el estudio de caso múltiple desde la “lógica de la replicación y no de muestreo”, pues los de este tipo, aunque sean dos casos, será mejor opción que los sencillos o de caso único, pues se tendrá un estudio más profundo de cada uno, además de identificarse patrones, o su ausencia (De Massis y Kotlar, 2014; Eisenhardt, 1989; Yin, 2003). Este método permite encontrar las interpretaciones de los participantes a través de sus propios relatos de sus experiencias y se pueden identificar las aproximaciones a las subjetividades que los individuos aportan al proceso de construcción de significados y valoraciones en las organizaciones.

4. 1. Selección de casos y participantes

El estudio se lleva a cabo en tres empresas medianas de propiedad familiar. Una del giro alimentario, otra de hospedaje y la tercera de la industria marítima. La selección de los casos se hace con base en los siguientes criterios: *a)* que sea de propiedad y control familiar; *b)* mediana, esto es, tener entre 30 y 250 empleados de acuerdo con la clasificación de tamaño y sectores de la Secretaría de Economía en empresas de sector comercio y servicios (30 a 100 empleados) e industrial (51 a 250 empleados), *c)* bajo control o en proceso de transferencia de una segunda generación familiar y *d)* con interés en los resultados de un estudio de esta naturaleza. En la tabla 2 se describen las características de los casos estudiados.

TABLA 2
Descripción de casos

Empresa	Caso A: industria marítima	Caso B: alimentos	Caso C: hospedaje
Año de fundación	1993	1987	1976
Generación	cuarta	Transferencia a segunda (en etapa inicial)	Transferencia a segunda (en consolidación)
Porcentaje de propiedad familiar	100%	100%	100%
Número de empleados	260	35	128
Gerente/director familiar	no	sí	no
Número de entrevistas	8	4	5
Duración en minutos de las entrevistas	40-60 min	40-60 min	40-60 min
Sesiones de observaciones hechas	3	2	2

Fuente: elaboración propia.

Antes de incluirse en la muestra, en cada empresa se preguntó si se consideran ellos mismos una empresa familiar. Los casos donde la respuesta fue negativa se descartaron del estudio. Además, se consideró si algunos de los miembros de la familia fundadora o de segunda generación se encuentran dentro de la organización; con la presencia de un sólo miembro es suficiente para tomarlo en cuenta como parte del estudio. De 18 empresas contactadas, fluctuando su tamaño entre 30 y 250 empleados, se seleccionaron a tres (cada una con un promedio de 120 empleados), las cuales cumplen con los requisitos planteados y por ser de diferentes giros. Aunque no sea el fin principal, la selección se hizo con el objetivo de conseguir un trabajo más diverso y “generalizable”.

En la tabla 3 se observan las características de los participantes, los cuales se seleccionan de acuerdo con su posición y responsabilidad en la empresa, ya sea en niveles de gerencia, supervisión y operativos. Las características de los participantes que serán parte del análisis del estudio incluirán afiliación, género, edad, puesto, antigüedad, generación de ingreso.

TABLA 3
Características de participantes

Casos y características	Afiliación: familiar o no familiar	Género	Edad promedio	Puesto	Antigüedad promedio	Generación de ingreso
Caso A	3 F 5 NF	4 H 4 M	43 años	6 operativo 2 administrativo	18 años	2 tercera 6 cuarta
Caso B	1 F 3 NF	2 M 2 H	31 años	3 operativo 1 administrativo	6 años	4 primera
Caso C	2 F 3 NF	3 H 2 M	38 años	4 operativo 1 administrativo	11 años	3 primera 2 segunda

Nota: F = empleado familiar; NF = empleado no familiar; H = hombres; M = mujeres.

Fuente: elaboración propia.

4. 2. Recolección de datos

4. 2. 1. Entrevista

Como principal fuente de recolección de datos en el trabajo cualitativo (Eisenhardt, 1989), se tiene la entrevista semiestructurada por ser una estrategia metodológica recomendada en el estudio de la empresa familiar (Nordqvist *et al.*, 2009); se aplica a empleados no familiares y familiares, quienes pertenecen a la primera y segunda generación.^[4] Las entrevistas son conducidas con la guía de entrevista diseñada con base en los trabajos de Allen y Meyer (1990), Matherne *et al.* (2017) y Carmon *et al.* (2010). Por la naturaleza sensible de este estudio, las entrevistas, con una duración aproximada de 40-60 min, se realizaron fuera del centro de trabajo, algunas de ellas en un café o lugares en espacios abiertos, cercas de sus casas y otras se hicieron por videoconferencia debido a las condiciones impuestas por la pandemia de COVID-19.

4. 2. 2. Observación

Se toman notas de campo de comportamientos, lenguaje, afectos y simbolismos culturales en la empresa y se pone atención a comportamientos a través de sus interacciones, conversaciones y recorridos (Yin, 2003).

5. RESULTADOS

El objetivo del artículo es describir cómo experimentan la identidad y compromiso organizacional los empleados no familiares y familiares en la empresa familiar e identificar los tipos de relaciones entre ambos procesos. Para el tratamiento y procesamiento de los datos, primero se transcribieron las entrevistas y en segundo se organizaron las respuestas con base en las dimensiones de cada una de las dos variables:

a) Identidad organizacional:

- pertenencia
- valores compartidos
- lealtad

- b) Compromiso organizacional:
 - compromiso normativo
 - compromiso afectivo
 - compromiso de continuidad

5. 1. Identidad organizacional

Con base en las entrevistas y sus transcripciones y las técnicas de observación, se identificaron los términos emergentes e ideas clave. Se encontraron patrones que permitieron diferenciar las narrativas de los entrevistados familiares y no familiares. Al final se logró precisar las tres categorías o dimensiones emergentes: pertenencia, valores compartidos y lealtad. En la tabla 4 se identifican las dimensiones de la identidad organizacional y los conceptos e ideas asociadas a cada una de ellas. Durante todo ese proceso, se analizó la información cualitativa con la estructura teórica con la que se cuenta y después se aseguró el tratamiento de la información con el apoyo de definiciones breves, claras y precisas (Eisenhardt, 1989). Se determinaron tres niveles de prevalencia en el uso de términos clave combinado con la técnica de observación: alto, medio y bajo dependiendo de la frecuencia de las frases y términos utilizados, aunado al lenguaje verbal y no verbal percibido por el entrevistador en las entrevistas y observaciones.

TABLA 4
Dimensiones de identidad organizacional

Identidad organizacional	Conceptos e ideas asociadas con la dimensión
Dimensión Sentido de pertenencia	Orgullo, seguridad, protección, sentirse en familia, solidaridad, confianza, apoyo
Dimensión Valores compartidos	Imagen, distinción, tradición, bondad, trabajo, visión, ejemplo, justicia
Dimensión Lealtad	Agradecimiento, unidad, interés por el bien común, protección, similitud de valores, sacrificio

Fuente: elaboración propia.

5.1.1 Caso A

En este caso, que es de la organización más antigua, pues está en su cuarta generación y con el mayor promedio de edad, se encuentra que los miembros familiares manifiestan niveles altos de “pertenencia” y “lealtad”; en cuanto a la dimensión de “valores compartidos”, es menor, pues hay algunas expresiones que reflejan ciertas diferencias debido a las brechas generacionales; sin embargo, estas diferencias se deben también al nivel de profesionalización existente y la relevancia de las decisiones que se toman por el tamaño de la organización y su tradición. En la dimensión “lealtad” los resultados demuestran que es invariable la postura a protegerse y conservar el patrimonio tanto material como socioemocional. Durante las entrevistas, las palabras e ideas que más estuvieron presentes para “sentido de pertenencia” son “orgullo”, “protección” y “apoyo”. Para la dimensión “valores compartidos”, “imagen”, “tradición”, “trabajo”. Para la dimensión “lealtad”, “agradecimiento”, “protección”, “sacrificio”.

Por otro lado, los miembros no familiares manifiestan niveles bajos de sentido de pertenencia, salvo un empleado que es de la tercera de cuatro generaciones, el resto se siente menos identificado en ese sentido a pesar de que su antigüedad promedio en la organización es la mayor de los tres casos estudiados. Respecto a la dimensión “valores compartidos”, el resultado es similar al de “sentido de pertenencia”; en cambio, la dimensión “lealtad” se encuentra en los niveles medios. La mayoría de los entrevistados no familiares reportan no sentir tensión con los grupos familiares, pues coinciden en percibir que los límites se encuentran bien delimitados entre la familia y la empresa, lo que puede ser la causa de los niveles medios observados en las tres dimensiones de esta variable. Durante las entrevistas, las palabras e ideas que más estuvieron presentes para la dimensión “sentido de pertenencia” son *apoyo* y *seguridad*. Para la dimensión valores compartidos, *ejemplo*, *tradición*, *trabajo*.

Para la dimensión “lealtad”, *agradecimiento, unidad, protección*. En la tabla 5 se identifican los niveles de sentido de pertenencia, valores compartidos y lealtad de los casos A, B, C.

TABLA 5
Niveles de identidad organizacional

Participante	Dimensiones identidad organizacional		
	Sentido pertenencia	Valores compartidos	Lealtad
Caso A			
F	Alto	Medio	Alto
F	Medio	Medio	Alto
F	Alto	Alto	Alto
NF	Alto	Medio	Alto
NF	Bajo	Medio	Medio
NF	Medio	Bajo	Medio
NF	Bajo	Bajo	Medio
NF	Medio	Medio	Medio
Caso B			
F	Alto	Alto	Alto
NF	Bajo	Medio	Medio
NF	Bajo	Bajo	Bajo
NF	Medio	Bajo	Medio
Caso C			
F	Alto	Medio	Alto
F	Alto	Alto	Alto
NF	Medio	Medio	Alto
NF	Medio	Medio	Medio
NF	Bajo	Medio	Medio

Fuente: elaboración propia.

5.1.2 Caso B

Este es al caso donde la edad promedio es la menor al igual que la antigüedad laboral y todos los entrevistados son de la primera generación. En la dimensión “sentido de pertenencia”, se observa predominio del nivel bajo, de hecho, el más bajo de los tres casos; en lo que respecta a la dimensión “valores compartidos”, de igual forma se aprecia baja coincidencia entre los valores personales y los organizacionales, salvo el caso del miembro familiar que es alta; por último, en la dimensión “lealtad” llama la atención que aún en esta dimensión, en la cual no se observan niveles bajos en los casos A y C, aquí sí sucede. Además, en el análisis de las transcripciones se encuentra que en la dimensión “sentido de pertenencia”, las palabras e ideas más recurrentes son *seguridad* y, en menor grado, *apoyo*. A su vez, en la dimensión “valores compartidos” sólo se presentan palabras como *tradición, trabajo* y en el caso del familiar, incluye *justicia*; por último, para la dimensión “lealtad” aparecen los términos *agradecimiento* y *protección*, en el caso del familiar, incluye el *sacrificio* y la *unidad*.

5.1.3 Caso C

En esta organización las edades promedio y antigüedad están en la mitad de los tres casos; además, existe una transición de la primera a la segunda generación. Se encuentran los resultados más balanceados o estables, pues entre los miembros no familiares y familiares las diferencias no son drásticas. En las tres dimensiones, los miembros

familiares expresan tener altos niveles de identidad, únicamente en la de “valores compartidos” se presenta una variante debido a las brechas generacionales entre la primera y segunda generación; por otro lado, en el caso de los miembros no familiares, se encuentra un patrón que apunta hacia los niveles medios en las tres dimensiones.

5. 2. Compromiso organizacional

Para la variable de “compromiso organizacional” se tomaron como base las dimensiones propuestas por Allen y Meyer (1996), siendo el compromiso organizacional expresado en sus dimensiones “afectivo”, “normativo” y “de continuidad”. En la tabla 6 se muestra los niveles de compromiso organizacional asignados en sus tres dimensiones a algunos de los participantes, además se incluyen fragmentos clave de sus comentarios.

TABLA 6
Niveles de compromiso organizacional

	Afectivo	Normativo	De continuidad
Caso A			
F	Alto “Para mí esta empresa es mi vida... aquí hemos pasado toda la familia”	Alto “No, yo debo apoyar a mi familia. No me iría de aquí a otro trabajo”	Alto “No, yo no podría irme... mucho de mi vida depende de este lugar”
NF	Bajo “Estoy bien, pero no es mi familia. Ellos dicen eso, pero realmente no lo somos”	Bajo “Claro que, si me ofrecen mejores condiciones, me voy sin pensarla”	Bajo “Estoy aquí mientras consigo algo mejor... a veces me pongo a buscar en Facebook, pero no he encontrado lo que me convenza”
NF	Alto “Me gusta platicar de mi trabajo... a veces ese es mi tema en mis reuniones con mis amistades”	Alto “A mí, me dio la oportunidad el señor... y siempre ha sido muy bueno conmigo. Eso lo agradeceré siempre”	Medio “Sí hay oportunidades afuera, pero realmente no me interesa buscarlas. Aquí estoy bien”.
Caso B			
F	Alto “A mí me preocupan mucho los problemas de la empresa... no se puede uno borrar los problemas del negocio ni los de la familia”.	Alto “No pues es el negocio de la familia. De aquí ha salido para todo y debemos seguir apoyando”	Alto “No, yo nunca he pensado irme de aquí... como quiera que sea, nos ha ido bien y es el negocio de la familia y hay que cuidarlo”
NF	Bajo “Yo salgo de aquí y no me importa lo que pasa... No son mis problemas”	Bajo “Nada me detiene aquí, si me pagan más en otro lado, me voy. No le veo nada de malo a eso... además no me gusta el ambiente”	Bajo “Pues no me he ido porque no he visto algo que me convenza aún”
Caso C			
F	Alto “Yo no podría estar mejor en ningún otro lugar, aquí he crecido, yendo y viniendo como en mi propia casa y familia”	Medio “A mi familia le molestaría mucho si no los apoyo. A veces sí he sentido la necesidad de buscar otros horizontes, pero es mi familia y debo estar con ellos”	Alto “Queremos que este negocio siga por muchos años... ya estamos en pasar a la segunda generación de hecho”
NF	Medio “No soy de la familia, pero sí me tratan bien y a veces me toman en cuenta para algunas cosas del trabajo”	Alto “Yo tengo aquí toda una vida, mis amigos y a esta familia le debo mucho. Estoy muy agradecido con ellos”	Medio “No es mi plan. Sólo por razones muy fuertes me iría... no sabe uno qué pueda pasar la verdad”

Fuente: elaboración propia.

6. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

6. 1. Identidad organizacional

En concordancia con lo que la teoría de la identidad social sostiene –acerca de que los individuos ordenan y segmentan su entorno, producen categorías, y se incluyen en éstas (Ashforth y Mael, 1989), y buscan pertenecer u obtener una “membresía” dentro del grupo con el que se identifican (Hogg y Terry, 2000)–, en este estudio se encuentra que los miembros de la organización familiar han experimentado los procesos de autocategorización (Turner, 1985; Hogg y Terry, 2000). Sin embargo, este proceso ha sido diferenciado, pues los miembros de la familia, por su membresía prácticamente “automática”, logran una identificación con la empresa mediada por su vínculo al sistema familiar. Para el caso A, existen diferencias importantes entre los niveles de identificación que puede deberse al tamaño de la organización, lo cual propicia distanciamientos entre los grupos familiares y no familiares; en cuanto a esto, las tensiones que podrían provocar estas distancias, no es desde luego un problema, pues los participantes no familiares manifiestan en su mayoría niveles medios en las tres dimensiones. Llama la atención que la dimensión de lealtad presenta las experiencias con valores más altos, situación que puede ser explicada por la antigüedad de la organización y el respeto que se tiene a su historia y fundadores y a una transmisión de valores que son aceptados por la mayoría, generándose el fenómeno conocido como *familiness* (Habbershon y Williams, 1999); este efecto se puede interpretar como positivo y puede llevar a comportamientos benéficos para la organización, pues los miembros no familiares podrían “abrir espacios” dentro de la empresa familiar (Carmon *et al.*, 2010). Ahora bien, en el caso B, que es la empresa más “joven” y se encuentra en la primera generación, predominan niveles bajos de identidad en los miembros no familiares, los más bajos de los tres casos; se advierten expresiones de los miembros no familiares que implican poco aprecio y bajo sentido de lealtad, incluso se alcanzan a percibir mensajes de inconformidad asociados con decisiones que para ellos son injustas, excluyéndolos de diferentes formas, tal como lo afirma Matherne *et al.* (2017). De aquí podría concluirse que la identidad en los miembros no familiares depende de la antigüedad de la empresa y de los mismos empleados, pues los factores determinantes de las decisiones están fuertemente vinculados con las dimensiones socioemocionales (Gomez-Mejia *et al.*, 2015; Berrone *et al.*, 2012) y los límites entre familiares y no familiares son muy rígidos e influyentes. Por último, en el caso C, los miembros familiares evidencian altos niveles de identidad organizacional en sus tres niveles para los miembros de la familia, a pesar de que en los miembros no familiares predominan los niveles medios, situación que explica una mayor identidad en ese grupo de empleados, lo que puede entenderse como un logro parcial en el proceso de generación de identidad. En este caso, la organización ya se encuentra en manos de la segunda generación que conserva prácticas de los fundadores. Por otro lado, se han introducido nuevas formas de gestión e ideas que promueven relaciones más diversas e incluyentes. Esta etapa de transición de alguna manera mezcla los dos modelos de gestión, un tradicional familiar y uno nuevo que busca formar su propia cultura híbrida que aún no llega a la profesionalización total.

De acuerdo con los resultados relacionados con la identidad organizacional en empleados familiares y no familiares de los tres casos analizados, se concluye que el supuesto teórico es válido, pues se encuentra que los niveles de identidad son mayores en los miembros familiares; de todas maneras, hay casos en los que existen niveles más altos en sus tres dimensiones en específico en las organizaciones que se encuentran en la transición hacia o dentro de la gestión de la segunda generación. Incluso, se puede hacer otra deducción, la cual se refiere al nivel de identidad organizacional relacionado con la forma en cómo está vinculada la familia y la empresa, tal como Labaki *et al.* (2013) habían estudiado los tipos de familia en la empresa familiar. Esta misma tipología se puede aplicar en la vinculación con la empresa, pues bien es sabido que la dinámica familiar es transferida a la empresa en diferentes grados. Así pues, esta asociación estaría determinada por el aglutinamiento, balance o desconexión del sistema familiar (Labaki *et al.*, 2013) entre empresa y familia. De esta manera, una vinculación fuerte (aglutinada) transfiere esa dinámica a la empresa y los límites entre empresa y familia son muy poco

visibles o inexistentes, lo que implica un involucramiento excesivo e invasivo al mismo tiempo y provoca un escenario que no es idóneo para la formación de identidad en empleados no familiares. Por el contrario, una desconexión entre los dos subsistemas tampoco permite el proceso de identificación, pues los límites son muy rígidos y la empresa no se ve favorecida por el fenómeno de *familiness*, que contribuye a formar identidades fuertes con la empresa familiar. En cambio, una relación balanceada entre empresa y familia sí es un escenario idóneo para este proceso por los intercambios que se presentan entre subsistemas de forma estable y entre los límites establecidos, tales son los casos de las empresas A (entre balanceada y desconectada), B (aglutinado) y C (balanceado). Ahora bien, no se tiene suficiente evidencia para confirmar que este es un comportamiento generalizado. Este trabajo requiere continuidad, ya que está limitado a empresas medianas y se podría extender a las organizaciones de otro tamaño como las pequeñas. Además, incluir a más participantes del núcleo familiar sería útil para contrastar aún más los hallazgos. En este sentido, se sugiere que en futuras investigaciones se consideren empresas no familiares para comparar los niveles de identificación y compromiso y aumentar el tamaño de la muestra en un método de corte mixto.

6. 2. Identidad y compromiso organizacional

Tal como lo afirman Allen y Meyer (1996), el compromiso organizacional y la identidad son dos procesos asociados. En el caso de este artículo los tres niveles de compromiso (afectivo, de continuidad y normativo) se analizaron en este trabajo. En el caso A, se observan niveles medios a bajos de identidad organizacional; en su compromiso organizacional se encuentra la misma tendencia, es decir, de medios a bajos, lo que concuerda con las afirmaciones de Matherne *et al.* (2017) y Hogg y Terry (2000), quienes sostienen la relación directa entre los comportamientos de compromiso con la identidad organizacional. Al mismo tiempo, se podría concluir que, por presentarse en una cuarta generación, las turbulencias son mayores y eso afecta los procesos de identificación, pues cada vez es más difícil compaginar la dinámica familiar y empresarial. Además, en el caso B, es más acentuada la tendencia a alejarse de actitudes de compromiso organizacional, pues sus resultados en la variable de identidad son también de medios a bajo. De ahí se reforzaría la idea de que las empresas en su primera generación se encuentran en una fase donde no se logra aún una identificación suficiente para lograr comportamientos y actitudes correspondientes al compromiso organizacional, los fundadores experimentan conflictos asociados a la sucesión y los retos del crecimiento. Por último, el caso C, que es la organización en la que la transición a la segunda generación está más formalizada, se encuentra una relación más estable entre las dos variables, identidad y compromiso, de niveles medios y altos, por lo cual podría decirse que *a)* la relación entre identidad y compromiso organizacionales existe y es directa y *b)* que posiblemente en las empresas familiares que se encuentran en un momento de consolidación y transferencia a la segunda generación, las variables identidad y compromiso alcanzan sus mejores niveles; no obstante, las turbulencia posteriores a esta etapa debilitan la presencia y estabilidad en dicha relación.

ANÁLISIS PROSPECTIVO

Este artículo propone el análisis de los procesos de identificación y compromiso como variables que contribuyen al mejor desempeño de las organizaciones familiares de tamaño pequeño y mediano. Mejorar la identidad en los empleados no familiares de la empresa es la tarea que debe emprenderse para lograr mayores niveles de compromiso en sus tres dimensiones. La empresa familiar necesita iniciar al menos tres acciones específicas: *a)* Flexibilizar sus límites entre sus subsistemas en tanto permite el acceso y flujo de personas en la toma de decisiones y así provocar confianza en sus trabajadores, es decir, hacerlos sentir como parte de la familia y no sólo como una frase hecha. *b)* Transferir su propia cultura de una forma más efectiva por medio del aprovechamiento de su historicidad y cultura organizacional en prácticas que sean más explícitas e incluyentes. *c)* Mejorar las percepciones de equidad

y trato justo a los empleados no familiares y familiares, incluso poniendo atención al trato justo y respetuoso, la distribución de recursos y la claridad en la información y normas y su propia ejecución. Se ha demostrado que las dimensiones afectivas en cuanto al compromiso organizacional y las percepciones de equidad son las más influyentes en el desempeño de las organizaciones. Por lo tanto, el futuro a corto, mediano y largo plazo en las empresas familiares está en cómo aprenden a iniciar procesos de *desfamiliarización*, en un sentido de flexibilizar sus fronteras dentro de su misma estructura, para dar paso a una nueva forma de familia, más diversa y armoniosa sin dejar fuera las cualidades que hacen únicas e irrepetibles a las empresas familiares.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los árbitros de la revista que con sus observaciones y aportaciones contribuyeron a mejorar sustancialmente el contenido del artículo.

REFERENCIAS

- Aguilera, G., Nahuat, J., Badillo, J. y Orlando, D. (2019). Reclutamiento y selección por competencias: empresas familiares del Estado de Coahuila. *Mercado y Negocios*, 40, 63-77.
- Albert, S., & Whetten, D. (1985). Organizational identity, in L. L. Cummings & B. M. Staw (Eds.). *Research in Organizational Behavior*, 7. Greenwich: JAI Press.
- Allen, N., & Meyer, J. P. (1990). The measurement and antecedents of affective, continuance and normative commitment to the organization. *Journal of Occupational Psychology*, 63.
- Allen, N. J., & Meyer, J. P. (1996). Affective, continuance, and normative commitment to the organization: An examination of construct validity. *Journal of Vocational Behavior*, 49, 252-276.
- Anglin, A., Reid, S., Short, J., Zachary, M., & Rutherford, M. (2017). An archival approach to measuring family influence: An organizational identity perspective. *Family Business Review*, 30(1), 19-36.
- Ashforth, B., & Mael, F. (1989). Social identity theory and the organization. *Academy of Management Review*, 14(1), 20-39.
- Ashforth, B., Harrison, K., & Corley, K. (2008). Identification in organizations: An examination of four fundamental questions. *Journal of Management*, 34(3) 325-374.
- Ashforth, B., Rogers, K., & Corley, K. (2011). Identity in organizations: Exploring cross-level dynamics. *Organization Science*, 22(5), 1144-1156.
- Barnett, & Kellermanns (2006). Affective commitment and job satisfaction among non-family employees: Investigating the roles of justice perceptions and psychological ownership. *Journal of Family Business Strategy*, 2(2), 78-89.
- Berrone, P., Cruz, C., & Gomez-Mejia, L. (2012). Socioemotional wealth in family firms: A review and agenda for future research. *Family Business Review*, 25, 258-279.
- Bormann, K., Backs, S., & Hoon, C. (2020). What makes nonfamily employees act as good stewards? Emotions and the moderating roles of stewardship culture and gender roles in family firms. *Family Business Review*, 34(3), 251-269.
- Botero, I., Thomas, J., Graves, C., & Fediuk, T. (2013). Understanding multiple family firm identities: An exploration of the communicated identity in official websites. *Journal of Family Business Strategy*, 12-21.
- Carmeli, A., Gilat, G., & Waldman, D. (2007). The role of perceived organizational performance in organizational identification, adjustment and job performance. *Journal of Management Studies*, 44, 972-992.

- Carmon, A., Miller, A., Raile, A., & Roers, M. (2010). Fusing family and firm: Employee perceptions of perceived homophily, organizational justice, organizational identification, and organizational commitment in family businesses. *Journal of Family Business Strategy*, 1(4), 210-223.
- Cheney, G. (1983). On the various and changing meanings of organizational membership: A field study of organizational identification. *Communication Monographs*, 50, 342-362.
- Chrisman, J., Chua, J., & Steier, L. (2005). Sources and consequences of distinctive familiness: An introduction. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 29, 237-247.
- Corley, K., Harquail, C., Pratt, M., Glynn, M., Fiol, M., & Hatch, M. (2006). Guiding organizational identity through aged adolescence. *Journal of Management Inquiry*, 15, 85-99.
- Craig, J., Dibrell, C., & Davis, P. (2008). Leveraging family-based brand identity to enhance firm competitiveness and performance in family businesses. *Journal of Small Business Management*, 46(3), 351-371.
- Dawson, A. (2011). Private equity investment decisions in family firms: The role of human resources and agency costs. *Journal of Business Venturing*, 26(2), 189-199.
- Dekker, J., Lybaert, N., Steijvers, T., & Depaire, B. (2015). The effect of family business professionalization as a multidimensional construct on firm performance. *Journal of Small Business Management*, 53(2), 516-538.
- De Massis, A., & Kotlar, J. (2014). The case study method in family business research: Guidelines for qualitative scholarship. *Journal of Family Business Strategy*, 5(1), 15-29.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, 14(4), 532-550.
- Fauchart, E., & Gruber, M. (2011). Darwinians, communitarians, and missionaries: the role of founder identity in entrepreneurship. *Academy of Management Journal*, 54, 935-957.
- Garcés, C., Londoño, I., Méndez, K., & Martínez, J. (2016). Retención de empleados, una estrategia para el éxito de las organizaciones. *Revista Fundación Universitaria Luis Amigó*, 3(1), 108-115.
- Gersick, K., Davis, J., Hampton, M., & Lansberg, I. (1997). *Generation to generation: Life cycles of the family business*. Boston: Harvard Business School Press.
- Gioia, D. (1998). From individual to organizational identity. In David A. Whetten & Paul C. Godfrey, *Identity in Organizations. Building Theory Through* (17-31). Sage Publication.
- Gomez-Mejia, L., Patel, P., & Zellweger, T. (2015). In the horns of the dilemma: socioemotional wealth, financial wealth, and acquisitions in family firms. *Journal of Management*, 33(4), 337-362.
- Habbershon, T., & Williams, M. (1999). A resource-based framework for assessing the strategic advantages of family firms. *Family Business Review*, 12(1), 1-25.
- Heffernan, M., & Dundon, T. (2016). Cross-level effects of high-performance work systems (HPWS) and employee well-being: the mediating effect of organisational justice. *Human Resource Management Journal*, 26(2), 211-231.
- Hogg, M., & Terry, D. (2000). Social identity and self-categorization processes in organizational contexts. *The Academy of Management Review*, 25(1), 121-140.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2018a). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Categoría México*. Disponible en <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2018b). *Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas 2015*. México. Disponible en <https://www.inegi.org.mx/programas/enaproce/2015/#:~:text=fen%C3%B3meno%20a%20analizar,La%20Encuesta%20Nacional%20sobre%20Productividad%20y%20Competitividad%20de%20las%20Micro,y%20Servicios%20privados%20no%20financieros>.

- Jaros, S., Jermier, J., Koehler, J., & Sincich, T. (1993). Effects of continuance, affective, and moral commitment on the withdrawal process: An evaluation of eight structural equation models. *Academy of Management Journal*, 36(5), 951-995.
- Jenkins, S., & Delbridge, R. (2020). Exploring organizational deception: Organizational contexts, social relations and types of lying. *Organization Theory*, 1(2), 1-24.
- Karra, N., Tracey, P., & Phillips, N. (2006). Altruism and agency in the family firm: Exploring the role of family, kinship, and ethnicity. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 30(6), 861-877.
- Labaki, R., Tsabari, N., & Zachary, R. (2013). Exploring the emotional nexus in cogent family business archetypes. *Entrepreneurship Research Journal*, 3(3), 301-336.
- Lansberg, I. (1999). *Succeeding generations: Realizing the dream of families in business*. Cambridge: Harvard Business School Press Books.
- Le Breton-Miller, I., & Miller, D. (2006). Why do some family businesses out-compete? Governance, long-term orientations, and sustainable capability. *Entrepreneurship: Theory & Practice*, 30(6), 731-746.
- Mael, F., & Ashforth, B. (1992). Alumni and their alma mater: A partial test of the reformulated model of organizational identification. *Journal of Organizational Behavior*, 13, 103-123.
- Marcelino, M., Torres, A., Camacho, A., Robles, C., & Martínez, M. (2020). Profesionalización interna de la empresa familiar rural en el contexto de la zona oriente del estado de Puebla, México. *Revista Espacios*, 41(7), 20-31.
- Matherne, C., Waterwallb, R., K., & Credoa, K. (2017). Beyond organizational identification: The legitimization and robustness of family identification in the family firm. *Journal of Family Business Strategy*, 8(3), 170-184.
- Meyer, J., Allen, N., & Smith, C. (1993). Commitment to organizations and occupations: Extension and test of a three-component conceptualization. *Journal of Applied Psychology*, 78(4), 538-551.
- Meyer, J. P., & Herscovitch, L. (2001). Commitment in the workplace: Toward a general model. *Human Resources Management Review*, 11, 299-326.
- Meyer, J., Stanley, D., Herscovitch, L., & Topolnytsky, L. (2002). Affective, continuance, and normative commitment to the organization: A meta-analysis of antecedents, correlates, and consequences. *Journal of Vocational Behavior*, 61, 20-52.
- Meyer, J., & Allen, N. (1997). *Commitment in the workplace. Theory, research and application*. Thousand Oaks: Sage.
- Oertel, S., & Thommes, K. (2018). History as a source of organizational identity creation. *Organization Studies*, 39(12), 1-23.
- Oliver, D., & Vough, H. C. (2020). Practicing identity in emergent firms: How practices shape founders' organizational identity claims. *Strategic Organization*, 18(1), 75-105.
- Nordqvist, M., Hall, A., & Melin, L. (2009). Qualitative research in family business studies: The usefulness of the interpretive approach. *Journal of Management & Organization*, 15(3), 294-308.
- Pittino, D., Visintinb, F., Lengerc, T., & Sternadc, D. (2018). Are high performance work practices really necessary in family SMEs? An analysis of the impact on employee retention, 12(2), 75-89.
- Rueda, J. & Rueda, M. (2019). Definición, importancia y análisis de la empresa familiar. *Revista Lumina*, 20, 8-28.
- Rush, M., & Russell, J. (1988). Leader prototypes and prototype-contingent consensus in leader behavior descriptions. *Journal of Experimental Social Psychology*, 24, 88-104.
- Schulze, W., Lubatkin, M., & Dino, R. (2003). Exploring the agency consequences of ownership dispersion among the directors of private family firms. *Academy of Management Journal*, 46(2), 179-194.

- Sieger, P., Bernhard, F., & Frey, U. (2011). *The Committed and the Happy: Exploring the Effects of Justice and Ownership perceptions among Non-Family Employees*. Paper presented at the 11th International Family Enterprise Research Academy (IFERA) Annual Conference, Palermo, Italy.
- Stewart, A., & Hitt, M. (2012). Why can't a family business be more like a nonfamily business? Modes of professionalization in family firms. *Family Business Review*, 25(1), 58-86.
- Sundaramurthy, C., & Kreiner, G. (2008). Governing by managing identity boundaries: The case of family businesses. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 32, 415-436.
- Turner, J. (1985). Social categorization and the selfconcept: A social cognitive theory of group behavior. *Advances in group processes*, 77-122. <http://doi.org/10.1037>
- Van Dick, R., Christ, O., Stellmacher, J., Wagner, U., Ahlswede, O., & Grubba, C. (2004). Should I stay or should I go?: Explaining turnover intentions with organizational identification and job satisfaction. *British Journal of Management*, 15, 351-360.
- Vardaman, J., Allen, D., & Rogers, B. (2017). We Are Friends but Are We Family? Organizational Identification and Nonfamily Employee Turnover. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 1-20.
- Vandenberghe, C., Landry, G., Bentein, K., Anseel, F., Mignonac, K., & Roussel, P. (2021). A dynamic model of the effects of feedback-seeking behavior and organizational commitment on newcomer turnover. *Journal of Management*, 47(2), 519-544.
- Yin, R. (2003). *Case study research, design and methods*. USA: Sage publications.
- Zellweger, T., Kellermanns, F., Eddleston, K., & Memili, E. (2012). Building a family firm image: How family firms capitalize on their family ties. *Journal of Family Business Strategy*, 2(3), 239-250.
- Zellweger, T., Eddleston, K., & Kellermanns, F. (2010). Exploring the concept of familiness: Introducing family firm identity. *Journal of Family Business Strategy*, 1(1), 54-63.
- Zhang, N., Zhou, Z., Su, C., & Zhou, N. (2013). How Do Different Types of Community Commitment Influence Brand Commitment? The Mediation of Brand Attachment. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 16(11), 836-842.
- Zhang, Y., Guo, Y., & Newman, A. (2017). Identity judgements, work engagement and organizational citizenship behavior: The mediating effects based on group engagement model. *Tourism Management*, 61, 343-353.

NOTAS

- [1] Social Identity Theory. Se utilizarán las siglas SIT para referirse a la teoría de identidad social.
- [2] Características abstraídas por los miembros de los grupos sociales (Turner, 1985).
- [3] Organizational Citizenship Behavior.
- [4] "Empleados no familiares de primera o segunda generación" se refiere al momento de su ingreso a la empresa, el cual puede ser durante la presencia de la generación fundadora o en las subsecuentes.



Capacidades gubernamentales en el diseño de políticas científicas. Análisis comparativo con redes semánticas entre personal chino y mexicano

San Martin Velarde, Juan Roberto; Záyago Lau, Edgar

Capacidades gubernamentales en el diseño de políticas científicas. Análisis comparativo con redes semánticas entre personal chino y mexicano

CIENCIA *ergo-sum*, vol. 30, núm. 1, marzo-junio 2023 | e185

Ciencias Sociales

Universidad Autónoma del Estado de México, México

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



San Martin Velarde, J. R. y Záyago Lau, E. (2023). Capacidades gubernamentales en el diseño de políticas científicas. Análisis comparativo con redes semánticas entre personal chino y mexicano. *CIENCIA ergo-sum*, 30(1). <http://doi.org/10.30878/ces.v30n1a3>

Capacidades gubernamentales en el diseño de políticas científicas. Análisis comparativo con redes semánticas entre personal chino y mexicano

Government capabilities in the design of scientific policies. Comparative analysis with semantic networks between Chinese & Mexican personnel

Juan Roberto San Martín Velarde*

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV), México

rsmartinvel1@hotmail.com, jsanmartin@cinvestav.mx

 <http://orcid.org/0000-0002-4820-1261>

Recepción: 9 de junio de 2021

Aprobación: 16 de mayo de 2022

Edgar Záyago Lau

Universidad Autónoma de Zacatecas, México

zayagolau@uaz.edu.mx

 <http://orcid.org/0000-0002-3670-8356>

RESUMEN

Se presenta una aproximación comparativa a la concepción que se tiene en el servicio público chino y en el mexicano sobre la ciencia y la tecnología y sus aplicaciones en el diseño y gestión de políticas científicas. Los datos fueron obtenidos mediante entrevistas para someterlos a la técnica de las redes semánticas. El análisis arroja que el personal chino privilegia las conductas relacionadas al campo semántico de vinculación cognitiva. En contraste, el personal mexicano pondera el campo de perfil individual. El papel de los procesos de formación *ex post* en ambas estructuras de gobierno es el aspecto que promueve estas diferencias entre los servidores públicos y que impacta sobre la configuración de las políticas que realizan.

PALABRAS CLAVE: redes semánticas, política científica, ciencia y tecnología, servicio público.

ABSTRACT

This article presents a comparative approach to the conception of science & technology in the Chinese and Mexican public service and its applications in the design and management of scientific policies. The data were obtained through interviews to submit them to the technique of semantic networks. The data analysis shows that Chinese personnel privilege behaviors linked to the semantic field of cognitive attachment. In contrast, Mexican personnel weigh, in first place, the field of individual profile. The role of *ex post* training in both government structures is the aspect that promotes these differences between public servants and the impacts on the configuration of the policies they carry out.

KEYWORDS: semantic networks, scientific policy, science & technology, public service.

INTRODUCCIÓN

En los gobiernos, la adopción y uso de la ciencia y la tecnología (CyT) ha sido tema recurrente de las agendas y en las relaciones de intercambio y cooperación internacional. Una revisión de los planes de desarrollo nacionales, así como de encuentros promovidos periódicamente por organismos internacionales, facilita el establecimiento de su importancia; en cuanto a esto, entre las actividades más representativas se encuentran las conferencias mundiales que celebró la ONU (Organización de las Naciones Unidas) en Viena, Austria (ONU, 1979) o las de Budapest, Hungría, en 1999 (UNESCO, 2000). Asimismo, la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico) suele promover reuniones entre gobiernos para solucionar los problemas que involucran CyT en los países miembros (OCDE, 2018).

AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

rsmartinvel1@hotmail.com

Igual de destacados son los encuentros regionales que establece la Comunidad Europea, cuyos esfuerzos conjuntos impulsan la Estrategia de Lisboa para “convertirse en la economía basada en el conocimiento más dinámica y competitiva del mundo, capaz de generar un crecimiento económico sostenido mediante la creación de más y mejores empleos, una mejor cohesión social, y con respeto al medio ambiente” (Comisión Europea, 2004: 8), o los encuentros de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) relacionados con la educación, la ciencia y la cultura.

El argumento que sustenta el interés de los gobiernos para ocuparse de las políticas científicas refiere a que son consideradas imprescindibles para promover el desarrollo social, el crecimiento económico y el bienestar nacional. Algunas evidencias sobre la trascendencia que tienen se han derivado de organismos como la ONU o el Banco Mundial. El primero de ellos, por ejemplo, menciona que los países señalaron desde la década de los setentas el papel clave que tiene la CyT para su desarrollo. Asimismo, el segundo organismo plantea que “el conocimiento se asemeja a la luz. Su ingravidez e intangibilidad le permiten llegar sin dificultad a todos los confines e iluminar la vida de los seres humanos de todo el mundo” (Banco Mundial, 1999: 1), por lo que su incidencia establece las diferencias entre países desarrollados y rezagados.

Este panorama explica en parte el contraste en el ingreso per cápita de los países: no es sólo que unos tengan menos riqueza que otros, sino que también tienen menos conocimientos. Es decir, la distancia que separa a las naciones ricas de las pobres es mayor en la generación de conocimientos que en los niveles de ingreso.

Bajo este enfoque, la capacidad científico-técnica en las estructuras de gobierno de cada país juega un papel fundamental. Cuando estas adoptan más y mejor conocimiento en CyT e impulsan los flujos de información de calidad, su potencial técnico para diseñar y gestionar políticas científicas se incrementa significativamente. Con esta modificación en las instituciones del servicio público, los países están mejor facultados para dar respuesta a las necesidades de sus respectivas sociedades y para encarar los desafíos de un mundo que se fundamenta cada vez más en los avances tecnológicos.

La magnitud que la CyT tiene para los Estados no es un tema que compete en exclusivo a los organismos internacionales, sino que también en el área de las ciencias económicas se han establecido líneas de argumentación que buscan establecer múltiples ángulos analíticos de quienes se ocupan del estudio de la CyT y de sus potencialidades.

Para Rincón (2013: 92), la CyT “es uno de los mecanismos idóneos, no solo para innovar en materia de investigación, sino para trasladar los efectos y resultados al crecimiento económico y al desarrollo humano”. Ríos y Marroquín (2013: 12) establecen que “la dinámica de la competencia capitalista se ha desplazado visiblemente hacia un peso cada vez mayor de las capacidades tecnológicas como determinantes del desempeño económico y la competitividad de empresas y países”. En años más recientes, Velázquez Valdez y Salgado Jurado (2016: 148) destacan que “la inversión en variables tecnológicas es lo que permite a las economías desarrolladas potencializar su productividad y su crecimiento económico”. A pesar de las divergencias entre los estudios econométricos, en general se reconoce que el impacto del conocimiento científico sobre la productividad tiene tasas de retorno positivas.

Con el análisis de estos posicionamientos es posible subrayar dos elementos de trascendencia para este artículo. En el primero se reconoce que las instituciones públicas y privadas que involucran CyT tienen efectos positivos en el desarrollo de las naciones por generar beneficios públicos. De ahí deriva la magnitud de preservarlas, mejorarlas y financiarlas con recursos del Estado. En el segundo se establece que si la CyT tiene un lugar destacado en la agenda gubernamental porque se le reservan propósitos para el desarrollo social y económico, entonces la relación que guardan las políticas científicas con el gobierno y sus medidas para impulsarlas o inhibirlas adquieren vital importancia. En resumen, se alude a la forma en la que el servicio público puede facilitar o entorpecer mediante el diseño y gestión de políticas el establecimiento de modelos que hagan uso de la ciencia y tecnología.

El establecimiento de modelos con estas características debe partir de un análisis que implique el alineamiento que tienen las bases cognitivas individuales con la CyT, es decir, desde la interpretación que los científicos y

servidores públicos le dan a este concepto y a sus implicaciones en el diseño y gestión de políticas. Desde la perspectiva de la eficiencia del Estado esto es decisivo porque a partir de estas interpretaciones inscritas en las organizaciones públicas se planifican, diseñan, desarrollan, implementan y gestionan las políticas científicas que sustentan los modelos de base tecnológica.

Por lo anterior, el objetivo de este artículo es establecer los significados que los científicos y servidores públicos chinos y mexicanos le otorgan al concepto CyT y a sus implicaciones dentro de las estructuras de gobierno, ya que de esta relación teórico/práctica se desprenden sus estilos de actuación y desempeño como acciones centrales en el diseño y gestión de las políticas científicas.

La incidencia de esta relación se observa en los resultados de los procesos de armonización de políticas que ponen en práctica naciones como China y México. Por ejemplo, en 2004 existían en China 17 075 organizaciones que involucraban procesos de alta tecnología, las cuales representaban el 6.2% de la capacidad industrial. Sin embargo, para 2016 este tipo de organizaciones se incrementaron hasta alcanzar 86 891 para conformar ahora el 23% del total del sector (China Statistical Yearbook, 2017). En contraste, en la última década se han configurado en México diversas políticas para impulsar la innovación empresarial; sin embargo, gran parte de ellas sólo ha impactado “en empresas ya establecidas, dejando un vacío *de facto* en las políticas públicas dirigidas a la creación de nuevas empresas de base tecnológica” (CONEVAL, 2016: 18).

Para indagar sobre un posible origen de estas diferencias, se llevó a cabo una investigación sustentada en la obtención de evidencia cualitativa y de orientación etnográfica no participativa integrada por dos componentes: *a*) El primero es una investigación *in situ* dentro del INAP (Instituto Nacional de Administración Pública) de la Ciudad de México en 2018 y en la AGCh (Academia de Gobernación de China) de las ciudades de Beijing, Chengdu, Leshan, Chongqing y Guangzhou en septiembre y octubre de 2017. *b*) El segundo utiliza la técnica de las redes semánticas para analizar los datos que permitan dar a conocer la naturaleza y nivel de capacidad que los científicos y servidores públicos chinos y mexicanos tienen para el diseño y gestión de políticas científicas.

En este sentido, contar con indicadores en términos de “instrumentos de medición de la situación de un proceso en un momento determinado” (Tejedor, 2003: 161) fue crucial para recabar la información que refiere a los significados que las poblaciones china y mexicana le otorgan a la CyT y a sus implicaciones en el diseño y gestión de políticas dentro de las estructuras de gobierno. Esto implicó no sólo la comprensión de la relación política pública-CyT-desarrollo, sino también la interiorización de la relevancia del actuar individual en un entorno específico y su alineación con las necesidades comunes o nacionales en estos casos.

Cabe agregar que esta aproximación conceptual se definió desde el servicio público porque a través del conocimiento que adquiere y del diseño y gestión institucional que desempeña sobre las políticas genera los elementos articuladores que facultan al Estado para resolver los problemas nacionales y vincularse al desarrollo.

1. CONSIDERACIONES SOBRE LOS MECANISMOS DE PROFESIONALIZACIÓN EN MÉXICO Y EN CHINA

Los esfuerzos de los Estados para diseñar y gestionar más y mejores políticas científicas en parte han hecho uso de instituciones de profesionalización y sistemas de carrera creados para elevar la eficacia y eficiencia de la función pública en las estructuras de gobierno. En México la institución encargada de impulsar esta actividad es el SPC-APF (Servicio Profesional de Carrera de la Administración Pública Federal). Desde su puesta en marcha en 2003, se buscó inscribir a la NGP (Nueva Gestión Pública) como un mecanismo auxiliar de modernización y fomento de la calidad en el servicio público. Así, la NGP es

Un término frecuentado en las últimas décadas, primero en los países anglosajones y luego en el mundo entero, para denotar un conjunto de decisiones y prácticas administrativas orientadas a flexibilizar estructuras y procesos y a introducir mayor competencia en el sector público, con el propósito de mejorar los resultados de la acción gubernativa (Cejudo, 2011: 17).

Esto implicó para el servicio público mexicano alejarse del modelo *weberiano* tradicional, caracterizado por estructuras verticales y rígidas y con un exagerado apego a las normas. Las distorsiones derivadas de este modelo fueron la base para el establecimiento de un sistema de protección y privilegios que indujo la pérdida incremental de la flexibilidad operativa y capacidad de adaptación en la prestación de los servicios públicos (Weber, 2014). Así pues, con la NGP se avanzó en un conjunto de acciones que buscaron, *ex post*, mejorar las cualificaciones técnicas y de gestión de los servidores públicos. Su finalidad era que desempeñaran un mejor papel en el diseño y gestión de políticas, así como en esquemas proclives a incentivar el desarrollo económico y social.

El SPC-APF se conforma por siete subsistemas. Con él se busca, entre otros aspectos, planificar las necesidades de formación y capacitación del personal público. Bajo este esquema, se promueve que los servidores públicos desarrollen nuevas y mejores competencias técnicas y gerenciales para superarse institucional, profesional y personalmente al incidir en la mejora institucional.

Los nuevos conocimientos que privilegia y promueve el SPC-APF son aquellos que se derivan del cargo que se desempeña, la dependencia donde se labora y sobre el funcionamiento de la Administración Pública Federal en general. Asimismo, otros de los factores que este sistema considera y evalúa en la formación de los servidores públicos mexicanos son los estudios de actualización y especialización, desarrollo de actitudes y aptitudes para desempeñar cargos de igual o mayor responsabilidad y el perfeccionamiento de habilidades para certificación de capacidades (Pardo, 2005).

Para la permanencia, promoción y mejora salarial de los funcionarios dentro del sistema es necesario acreditar exámenes de certificación que se sustentan una vez cada cinco años. Para presentar estas evaluaciones es requisito haber cumplido con 40 horas de capacitación al año en los programas que ofrecen las dependencias donde se labora o en alguna institución educativa como el INAP.

Por último, para evitar la homogenización del conocimiento cada dependencia establece sus propios tópicos y criterios de evaluación para cada uno de los puestos que desempeñan los servidores públicos. Para ello se elaboran estudios prospectivos y se construyen escenarios que permiten anticipar las necesidades de formación en el corto y mediano plazo. El objetivo es que cada una de ellas cuente con los perfiles adecuados para cada uno de los cargos que tienen registrados dentro del sistema. En términos generales, con el SPC-APF se busca desarrollar y mejorar en el ámbito profesional el perfil de los servidores públicos evaluando de manera constante su comportamiento, el ejercicio de sus funciones y las aportaciones de mejora derivadas de los procesos de capacitación en los que participan.

Se destaca que el servidor público de carrera no es la única figura que existe en las estructuras de gobierno, también están los trabajadores que conforman al personal de base y aquellos de libre designación. Sin embargo, esta figura sí es la única que está sometida a procesos de capacitación constante y estratégica para la mejora del ejercicio gubernamental. Además, el diseño institucional del SPC-APF garantiza que estos cuadros transiten cada sexenio sin alteraciones para salvaguardar la cultura organizacional de las dependencias. De este modo, se asegura la permanencia de una presunta neutralidad política que puede ser aprovechada de forma estratégica por el país más allá del posicionamiento ideológico que distinga a cada administración.

Por otro lado, en los años noventa China adquirió una nueva configuración a partir de su política de puertas abiertas. Los cambios en sus instituciones derivaron en la promulgación de la Ley de Educación Superior y el Nuevo Catálogo de Especialidades de Facultad. Esta normatividad modifica el papel de las instituciones del Estado y las vincula a responsabilidades más amplias: llevar la CyT a todo el territorio y transformar las estructuras de gobierno en un mecanismo para materializar el desarrollo nacional de base tecnológica. A partir de ello, el conocimiento en CyT fue considerado fundamental para la revitalización de la nación y los servidores públicos chinos quedaron como responsables para emprender esta transformación.

Uno de estos cambios fue la fundación de la AGCh en 1994 por decreto presidencial. Esta institución está diseñada para elevar el nivel educativo *ex post* de los funcionarios de todo el país en diversas áreas del conocimiento (INAP-AGCh, 2018). Sus programas educativos incluyen, entre otros, múltiples tópicos relacionados con la CyT. Su objetivo es transformar los cuadros del Estado en elementos transdisciplinarios y coyunturales en las relaciones de intercambio que se dan entre las principales entidades implicadas en la transformación de la nación,

o sea, entre el Estado, científicos y organizaciones de base tecnológica. Por lo tanto, con esta institución se busca otorgar mayor valor público a los servicios que involucran CyT y se acredita una mayor interconectividad entre conocimiento y desarrollo entre sectores.

Esta dinámica de las instituciones chinas también propició un cambio de paradigma. Creó una proyección institucional complementaria a la orientación de su modelo de desarrollo: un cambio cultural y en la conducta de los servidores públicos (INAP-IAPS, 2018). Al eliminar las limitaciones informales sobre sus elecciones y conducta, se facultó a los funcionarios a entrar en consonancia con los objetivos de desarrollo nacionales. Este cambio se ve reflejado en la reducción de los costos de transacción entre agentes y en un mayor dinamismo y adaptabilidad de la CyT en las acciones de gobierno.

Para que la educación en CyT tuviera profundidad, alcance e impacto en las estructuras del Estado, el PCCh (Partido Comunista de China) configuró instituciones formales para hacerla llegar periódicamente a los servidores públicos. Su expresión y acatamiento se establecieron en los reglamentos, políticas, bases y lineamientos que rigen el funcionamiento de las organizaciones públicas. En este sentido, mediante su aplicación se armonizan los conocimientos de los funcionarios con las tendencias científico-tecnológicas de clase mundial.

La información obtenida en la AGCh de Beijing, Chengdu, Leshan, Chongqing y Guangzhou permitió corroborar *in situ* lo anterior. Se identificó que el proceso de formación en CyT para el servicio público nacional y local está estratificado por nivel jerárquico, naturaleza de funciones y tiempos establecidos en las normas de las instituciones para las cuales se trabaja.

Por ejemplo, servidores públicos con niveles directivos (ministros, directores generales, etc.) que tienen como atribución la toma de decisiones estratégicas deben formarse cada año en la AGCh durante seis semanas. Además, una vez que transcurren cinco años con la titularidad del puesto son enviados a formarse en el extranjero. En otras palabras, las instituciones en las que se desempeñan aplican recursos presupuestales para hacerlos cumplir con estancias académicas de seis a ocho meses de duración en alguna de las mejores instituciones educativas del mundo. De hecho, el propio presidente de China cumple con esta normatividad.

Para los mandos medios con funciones de gestión y coordinación la exigencia es similar, aunque los periodos de tiempo se acortan, ya que asisten cada año a la AGCh durante cuatro semanas y se forman en el extranjero cada cinco años por un mes. Por su parte, los servidores públicos de los niveles operativos están exentos de formarse fuera del país, pero, al igual que los mandos medios, deben cumplir cada año con cuatro semanas de capacitación en la AGCh. En este modelo de transformación de la función pública de alto nivel pueden acceder funcionarios de gobiernos extranjeros.

De esta investigación se desprende que los programas a los que se someten las estructuras del Estado consideran, en todos los casos, acercamientos a la CyT para cada área en la que se desempeñan los servidores públicos. Con esta transformación de la función pública, el PCCh ha puesto de manifiesto que sólo con un sistema vinculado al conocimiento es posible perfeccionar la cultura y actividad gubernamental para estimular una mejor interconectividad entre conocimiento y desarrollo.

2. EXPLORACIÓN DEL CONCEPTO CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN LAS ESTRUCTURAS DE GOBIERNO A PARTIR DE LA TÉCNICA DE REDES SEMÁNTICAS

La configuración de un servicio público con capacidad para vincular y optimizar procesos con aportes derivados del conocimiento científico debe partir de un análisis que implique el alineamiento que tienen las bases cognitivas individuales con la CyT. Una forma de aproximarse es mediante la técnica de redes semánticas, la cual mide el significado que los funcionarios le otorgan a una idea o concepto determinado. Para este caso particular, un análisis con estas características permitió medir el significado que grupos específicos de científicos y servidores públicos chinos y mexicanos le dan a objetos, actividades y personas dentro de un contexto de configuración de políticas al identificar las relaciones que se presentan entre ellos en su memoria y praxis (Figuerola *et al.*, 1981).

En cuanto a la aplicación de la técnica, se proporcionó una pregunta estímulo para que los sujetos la asociaran con aquellos términos (palabras definidoras, sinónimas o equivalentes) que consideraron que podían describirla mejor.

El objetivo fue obtener un máximo de diez palabras o frases breves que después los propios sujetos jerarquizaron de mayor a menor en función de la cercanía que para ellos tenían respecto a la pregunta que en un inicio se les proporcionó (Vera-Noriega *et al.*, 2005).

Para realizar un análisis confiable de los resultados se identificaron y midieron los siguientes factores: *a*) Tamaño de la red (TR), compuesta por el total de palabras o frases definidoras que fueron expresadas. *b*) Peso semántico (PS), que se define como la importancia otorgada por los sujetos a las palabras que identificaban o definían a la pregunta original. *c*) Núcleo de la red (NR), conformado por las diez palabras con el mayor peso semántico. *d*) Distancia semántica cuantitativa (DSC), entendida como el porcentaje obtenido entre las palabras que conformaron el núcleo de la red. *e*) Índice de consenso grupal (ICG), que consiste en la afinidad entre palabras que se generaron a partir de grupos distintos (Reyes, 1993). La aplicación de esta metodología permitió construir una estrategia de trabajo y conocer las representaciones cognitivas que los científicos y servidores públicos de ambos países tienen sobre la CyT, así como su vínculo con las acciones de diseño y gestión de políticas que desarrollan.

3. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

Para este artículo se constituyó una muestra con 20 servidores públicos de alto nivel y 10 científicos vinculados al INAP que han participado en el diseño, implementación y gestión de la política científica que opera en la actualidad en México, y con 20 servidores públicos de alta jerarquía y 10 científicos chinos vinculados a la AGCh que de igual manera han contribuido en la configuración de la política que rige hoy en día las acciones de aquel país. El interés por una muestra con estas características surgió porque a partir del trabajo conjunto entre los representantes de la academia y el Estado se desprende la configuración institucional que rige el funcionamiento de las políticas, así como su eficiencia operativa. Esto presupone mejoras sustantivas en las condiciones de vida de las poblaciones, tasas de mayor crecimiento económico y el establecimiento de bases instrumentales que dan pie a la configuración de sociedades del conocimiento.

A los dos grupos se les solicitó que respondieran a la siguiente pregunta: “¿Qué elementos sobre CyT se deben incorporar en el servicio público para generar políticas que promuevan el desarrollo de base tecnológica?”. Con el instrumento de entrevista semiestructurada se recabaron oralmente las palabras o frases definidoras que después se registraron en un formato diseñado para tal efecto, en donde se especificaban tanto el propósito de la entrevista como los datos generales de los entrevistados. Asimismo, el entrevistador expuso a los participantes las condiciones éticas generales, el compromiso de confidencialidad de la información obtenida y la posibilidad de no participar o de participar parcialmente en el ejercicio. A continuación se muestra el formato utilizado (figura 1).

FIGURA 1

Este formato forma parte de un proyecto de investigación sobre la incidencia de la ciencia y la tecnología en las acciones de gobierno.			
Fecha de entrevista:		Género: M () F ()	
Edad aproximada:		Institución académica:	
		Institución adscripción:	
Científico ()	Servicio público ()	Años experiencia CyT:	
Sustantivos recabados corresponden al constructo:			
1. ¿Qué elementos sobre CyT se deben incorporar en el servicio público para generar políticas que promuevan el desarrollo de base tecnológica?			
Registro de constructos recabados:			

Fuente: elaboración propia.

Nota: la información contenida es totalmente anónima y fue recabada con el consentimiento de los entrevistados.

Las entrevistas se llevaron a cabo durante diversos eventos organizados por el INAP de la Ciudad de México en 2018 y en los planteles de la AGCh en las ciudades de Beijing, Chengdu, Leshan, Chongqing y Guangzhou en septiembre y octubre de 2017. La duración establecida para cada entrevista fue de 20 minutos y se aplicaron de forma individual a los científicos y servidores públicos participantes.

Por medio de las entrevistas se buscó recabar el máximo de palabras o frases definidoras para redactar una lista que describiera los elementos sobre CyT que deben ser incorporados en el servicio público para generar más y mejores políticas científicas. Una vez que se concluyó la entrevista, se solicitó a cada participante jerarquizar los constructos aportados en orden de importancia, del más cercano a la naturaleza de la pregunta al más lejano, y también asignarles un número a cada uno de ellos. Al finalizar el procedimiento, se agradeció su colaboración y se procedió a registrar la información obtenida en el formato diseñado para tal efecto.

Con la información recabada de todos los participantes, se procedió a establecer el tamaño de la red a partir del total de palabras o frases proporcionadas por cada población; se ponderó la relevancia que los entrevistados le otorgaron a cada constructo se calculó el peso semántico y se estableció la frecuencia de exposición de los diez primeros. Para cada grupo se conformó el núcleo de la red con las diez palabras con mayor peso semántico. Se estableció la distancia semántica cuantitativa en términos de porcentaje para cada palabra del núcleo de la red y se desarrolló el índice de consenso grupal que permitió hacer los análisis comparativos de las palabras o frases que fueron comunes en las poblaciones y establecer sus porcentajes correspondientes. En el cuadro 1 se muestran los 10 constructos que integran el núcleo de la red para cada población y que fueron resultado de la pregunta aplicada, así como la distancia semántica cuantitativa expresada en porcentaje para cada uno.

CUADRO 1

Núcleo de la red, peso semántico y porcentaje de la distancia semántica cuantitativa para científicos y servidores públicos chinos y mexicanos

Constructo evaluado											
¿Qué elementos sobre CyT se deben incorporar en el servicio público para generar políticas que promuevan el desarrollo de base tecnológica?											
México						China					
Científicos			Servidores públicos			Científicos			Servidores públicos		
NR	PS	DSC	NR	PS	DSC	NR	PS	DSC	NR	PS	DSC
Conocimientos	77	100	Normatividad	90	100	CyT	72	100	CyT	105	100
Responsabilidad	42	55	Conocimiento del área	49	54	Conocimiento	70	97	Formación	95	90
CyT	40	52	Procedimientos	47	52	Formación	65	90	Conocimiento del área	91	87
Comunicación	36	47	Capacidad	40	44	Relaciones	61	85	Vinculado al desarrollo	83	79
Empatía	34	44	Formación	40	44	Creatividad	53	74	Flexibilidad	61	58
Procedimientos	34	44	CyT	38	42	Liderazgo	42	58	Capacitación <i>ex post</i>	58	55
Cumplimiento	30	39	Responsabilidad	33	37	Superación	35	49	Solución de problemas	54	51
Agilidad	26	34	Solución de problemas	29	32	Responsabilidad	26	36	Delegación	38	36
Solución de problemas	24	31	Compromiso	22	24	Planificación	23	32	Paciencia	29	28
Compromiso	19	25	Puntualidad	21	23	Paciencia	20	28	Compromiso	24	23

Fuente: elaboración propia.

Nota: TR = tamaño de la red, PS = peso semántico, NR = núcleo de la red, DSC = distancia semántica cuantitativa, ICG = Índice de consenso grupal.

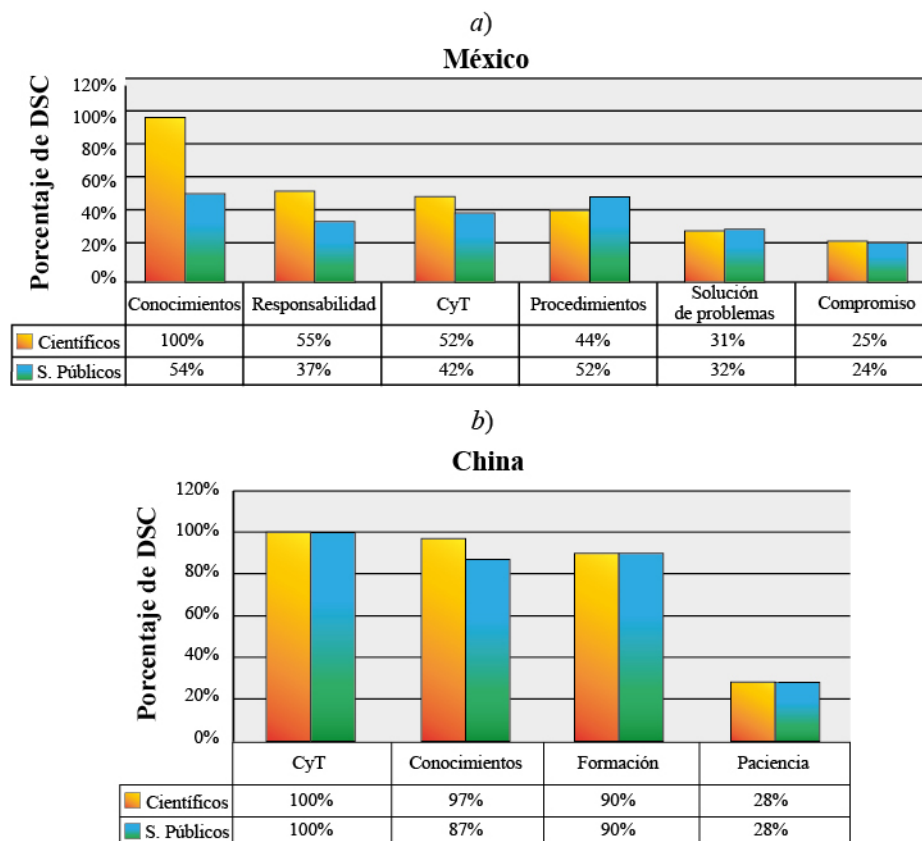
Para la población de científicos mexicanos el tamaño de la red fue $TR = 98$ palabras, mientras que para la de servidores públicos fue $TR = 112$ palabras en total. A su vez, los científicos señalaron *conocimientos* como la palabra principal con $PS = 77$ y como última *compromiso* con $PS = 19$. Por otro lado, con $PS = 90$ los servidores públicos establecieron *normatividad* como el constructo más valioso y dejaron *puntualidad* en último lugar con $PS = 21$. Al analizar los datos, en ambos grupos se detectó que la DSC entre la primera y la segunda palabra fue casi del 50%. Esto muestra la alta significancia que los constructos *conocimientos* y *normatividad* tienen para los científicos y servidores públicos. En concreto, son los factores que consideran deben adoptarse en el servicio público para diseñar políticas científicas que detonen mejores procesos de desarrollo.

Respecto al grupo de científicos chinos, el tamaño de la red fue de $TR = 114$, en tanto que para los servidores públicos fue de $TR = 95$. Los científicos establecieron como constructo principal *CyT*, el cual muestra un $PS = 72$ y *paciencia* quedó en último lugar con un $PS = 20$. Por otro lado, los servidores públicos calificaron como palabra principal *CyT* con un $PS = 105$ y dejaron en último lugar *compromiso* con un $PS = 24$. De estos resultados se desprende que para los científicos los constructos *CyT*, *conocimiento* y *formación* centralizan el significado que refiere a un servicio público con la capacidad para diseñar y gestionar mejores políticas científicas (con un PS entre 72 y 65). Sin embargo, el grupo de servidores públicos chinos muestra una mayor distancia semántica (de 10 puntos totales) entre la primera palabra (*CyT*) y la segunda (*formación*), lo que resalta el valor que para este grupo tiene la *CyT* dentro del servicio público y en el diseño y gestión de políticas científicas.

Por otro lado, la gráfica 1 (*a* y *b*) muestra los resultados que arroja el ICG para ambas poblaciones, y en donde además se resalta que a pesar de que se presentaron diferencias en términos de cantidad de palabras comunes para los grupos de chinos y mexicanos, sólo aquellas asociadas con aspectos cognitivos, de responsabilidad y gestión fueron compartidas por ambas poblaciones. También se observa que los servidores públicos mexicanos ponderaron mejor los aspectos normativos y de gestión si se les compara con lo expuesto por los científicos de la misma nacionalidad. Esto contrasta con los resultados obtenidos de la población china. Entre científicos y servidores públicos hubo un consenso (100%) ante el constructo *CyT*. Esto muestra la relevancia que para ellos tiene su incorporación en el servicio público y en el diseño y gestión de políticas científicas. Asimismo, exhiben una gran afinidad en aspectos cognitivos y de formación que se vinculan a este constructo.

Por último, las palabras que conforman el NR se concentraron en grupos específicos para identificar los campos de significación común a los cuales se vinculan cada una de ellas. En este artículo se identificaron tres: *a) Vinculación cognitiva*, compuesto por los constructos cuyos significados aluden a elementos de capacidad o conocimiento sobre la *CyT*, tales como *conocimientos*, *empatía*, *superación*, *formación* y *CyT*. *b) Actividades de gestión*, integrado por las palabras que refieren a las acciones de gobernanza como *comunicación*, *agilidad*, *conocimiento del área*, *delegación*, *planificación*, *liderazgo* y *solución de problemas o conflictos*. *c) Perfil individual*, el cual concentra las palabras que describen la forma de ser de los sujetos como *creatividad*, *responsabilidad*, *paciencia* y *flexibilidad*.

Los campos semánticos de la población mexicana se muestran en la tabla 1. Los científicos calificaron las palabras del campo vinculación cognitiva (*conocimientos*, *CyT*, *empatía* y *procedimientos*) como los principales elementos por considerar en la transformación del servicio público y en el diseño de políticas científicas. Después dejaron los constructos que configuran el campo actividades de gestión (*cumplimiento*, *agilidad* y *solución de problemas*) y al último los que integran el campo perfil individual. En contraste, y para el mismo objetivo, los servidores públicos establecieron como constructo principal *normatividad* ($DSC = 100\%$) del campo actividades de gestión a pesar que mencionaron un mayor número de palabras que refieren al campo perfil individual (*capacidad*, *responsabilidad*, *compromiso* y *puntualidad*). Las palabras asociadas a los campos actividades de gestión y vinculación cognitiva (*solución de problemas*, *conocimiento del área*, *procedimientos*, *CyT* y *formación*) quedaron en segundo plano para esta población.



GRÁFICA 1

Índice de consenso grupal para científicos y servidores públicos

Fuente: elaboración propia.

TABLA 1

Constructos definidores para cada campo semántico y su distancia semántica cuantitativa

Población mexicana					
¿Qué elementos sobre CyT se deben incorporar en el servicio público para generar políticas que promuevan el desarrollo de base tecnológica?					
	Constructos definidores de Campo	DSC	Campo semántico	DSC	Constructos definidores de Campo
Científicos	Conocimientos	100	<i>Vinculación cognitiva</i>	52	Procedimientos
	CyT	52		44	Formación
	Empatía	44		42	CyT
	Procedimientos	44			
	Cumplimiento	39	<i>Actividades de gestión</i>	100	Normatividad
	Agilidad	34		54	Conocimiento del área
	Solución de problemas	31		32	Solución de problemas
	Responsabilidad	55	<i>Perfil individual</i>	44	Capacidad
	Comunicación	47		37	Responsabilidad
	Compromiso	25		24	Compromiso
				23	Puntualidad

Fuente: elaboración propia.

Para finalizar, los campos semánticos de la población china se muestran en la tabla 2. Tanto los científicos como los servidores públicos calificaron *CyT*, asociada al campo *vinculación cognitiva*, como el término más significativo y, por ende, como el factor principal que debe utilizarse para transformar a las estructuras de gobierno y para diseñar y gestionar más y mejores políticas científicas.

TABLA 2
Constructos definidores para cada campo semántico y su distancia semántica cuantitativa

Población china						
¿Qué elementos sobre CyT se deben incorporar en el servicio público para generar políticas que promuevan el desarrollo de base tecnológica?						
Científicos	Constructos definidores de campo	DSC	Campo semántico	DSC	Constructos definidores de campo	Servidores públicos
	<i>CyT</i>	100	<i>Vinculación cognitiva</i>	100	<i>CyT</i>	
	Conocimiento	97		90	Formación	
	Formación	90		79	Vinculado al Desarrollo	
	Superación	49		55	Capacitación <i>ex post</i>	
	Relaciones	85	<i>Actividades de gestión</i>	87	Conocimiento del área	
	Liderazgo	58		51	Solución de problemas	
	Planificación	32		36	Delegación	
	Creatividad	74	<i>Perfil individual</i>	58	Flexibilidad	
	Responsabilidad	36		28	Paciencia	
	Paciencia	28		23	Compromiso	

Fuente: elaboración propia.

De igual manera, los campos *actividades de gestión* y *perfil individual* quedaron relegados a un segundo plano, pero no porque su importancia relativa sea menor, sino porque se constituyen como factores complementarios que potencializan las capacidades inherentes al campo semántico o constructo principal.

CONCLUSIONES

El objetivo del artículo fue conocer los significados que los científicos y servidores públicos chinos y mexicanos le otorgan al concepto *CyT*, así como las implicaciones que tiene en el diseño y gestión de políticas científicas. La identificación de estos significados es determinante porque exhibe, en mayor o menor medida, el enfoque y capacidad científico-técnica que cada población expresa en su actuación y desempeño para solucionar los problemas económicos y sociales.

La técnica de redes semánticas fue la metodología utilizada. Su aplicación permitió realizar, en primera instancia, un análisis estructurado sobre el alineamiento del constructo *CyT* con las bases cognitivas individuales de los sujetos de cada población y, en segundo lugar, un estudio cuantitativo que exhibe la interpretación y uso que cada población le da a este concepto para la mejora institucional. Por consiguiente, permitió establecer el significado que se le otorga a objetos, conceptos, actividades y personas dentro de un contexto de diseño y gestión de políticas, así como para conformar estructuras con potencial científico-tecnológico.

Los científicos mexicanos privilegiaron las palabras relacionadas con el campo semántico *vinculación cognitiva*. Esto sugiere su estrecha relación con competencias de orden epistémico y técnico-científico que asumen son necesarias para configurar políticas y un servicio público vinculado a la *CyT*. En contraste, *normatividad* fue el constructo con mayor peso semántico para los servidores públicos a pesar de que asignaron el mayor número de palabras definitorias al campo perfil individual. Una posible explicación podría estar en el peso

simbólico que el ejercicio de la función pública tiene al imponer a los funcionarios un apego irrestricto a los principios de legalidad, honradez, lealtad, imparcialidad y eficiencia que establece la *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*.

En otras palabras, mediante leyes, reglamentos, y reglas de operación se induce en los servidores públicos, en el desempeño de sus empleos, cargos o comisiones el apego a una normatividad que se fundamenta en la adopción y aplicación de los constructos que se encuentran ubicados, precisamente, en el campo perfil individual. Esto puede estar reforzado por la capacitación que impone el SPC-APF en virtud de que enaltece tópicos relacionados con actividades gerenciales o que se circunscriben, sin mayores alcances, a lo que establece cada perfil de puesto. Con un modelo económico, político y social como el mexicano, que no privilegia los aportes científicos y tecnológicos para sus políticas de desarrollo, éstos pierden relevancia en la formación de los servidores públicos, lo que impacta de un modo negativo en el diseño y gestión de las políticas.

Los resultados de la población china muestran que los científicos y servidores públicos privilegian las palabras relacionadas con el campo vinculación cognitiva. Estos constructos conciben al servicio público como una estructura de configuración transdisciplinaria, compuesta por las ciencias duras y las ciencias sociales, y con capacidad para operar como un elemento interviniente indispensable en el diseño y gestión de las políticas científicas.

Esta visión sobre las estructuras del Estado y su capacidad para vincularse al desarrollo aplicando la CyT se entendería como consecuencia de los procesos de cambio y adaptación que la AGCh ha impulsado en el servicio público nacional y local. A través de sus programas esta institución ha logrado que funcionarios de todos los niveles desarrollen capacidades para gestionar de forma diferente, y más eficiente, los procesos de crecimiento tecnológico del país. Es decir, el tránsito de los servidores públicos chinos hacia un desempeño basado en la CyT ha encarado el desafío de generar mayor valor público (Goldsmith y Crowford, 2014). Esto parte de transformar con nuevo conocimiento las limitaciones informales que inciden en las elecciones, conducta y relaciones de intercambio que son necesarias para diseñar y gestionar más y mejores políticas científicas.

ANÁLISIS PROSPECTIVO

La técnica de redes semánticas permitió conocer la forma en la que las poblaciones china y mexicana conceptualizan el constructo CyT. Asimismo, facilitó la identificación y sistematización de elementos del modelo chino que podrían ser considerados en los procesos de formación del servicio público mexicano para configurar cuadros y estructuras más acordes con las tendencias que impone un mundo que se basa cada vez más en el conocimiento, la innovación y la competencia económica.

Esta investigación revela el valor que la población china le otorga a la CyT en las estructuras de gobierno. Se asume este resultado como congruente porque los países con altos índices de desarrollo suelen tener autoridades que buscan conocimientos de última generación para acrecentar los niveles de bienestar de la población y para mantener su liderazgo en el concierto de las naciones. Dicho de otra manera, para este grupo el servicio público debe entender tanto de ciencias duras como de aspectos sociales en virtud de que necesita contar con información de vanguardia para que sus medidas promuevan más y mejores políticas para su país. De estos resultados se desprende que los aspectos que las poblaciones china y mexicana califican como importantes sean diametralmente opuestos.

Por lo tanto, resulta primordial para el servicio público mexicano valorar de diferente manera los aspectos relacionados con la CyT. Para conseguirlo, se sugiere en un primer esfuerzo actualizar o reconfigurar instituciones como el SPC-APF, lo cual permitiría integrar y evaluar en los procesos de formación aspectos relacionados con el dominio de conocimientos científicos y tecnológicos, las habilidades de recepción y emisión de estos conocimientos, el cuidado e impulso de las relaciones de intercambio entre sectores y el compromiso y responsabilidad por el diseño y gestión de más y mejores políticas científicas, pero sin dejar de lado las cuestiones de orden normativo e institucional que las sustentan. Lo anterior con la finalidad de que México cuente con un servicio público que privilegie de manera central la CyT y la aplicación de sus potencialidades en el desarrollo nacional.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al INAP (Instituto Nacional de Administración Pública), a su presidente, el mtro. Carlos A. Reta Martínez (periodo 2014-2020), y a su vicepresidente, el dr. Ricardo Uvalle Berrones (periodo 2014-2020), por el apoyo institucional y personal que nos brindaron para formar parte del “Programa China-México. Construcción de Capacidades de Gobierno para Servidores Públicos de México”, que se realizó en las instalaciones de la Academia de Gobernación de China (AGCh) en las ciudades de Beijing, Chengdu, Leshan, Chongqing y Guangzhou durante septiembre y octubre del 2017, ya que de este modo nos fue posible conocer, obtener y adoptar diversos elementos de aquel país que nos permitieron enriquecer y desarrollar la presente investigación.

Asimismo, agradecemos a los árbitros su tiempo y dedicación para revisar este artículo. Sus interesantes aportaciones y sugerencias contribuyeron a mejorarlo de manera significativa.

REFERENCIAS

- Banco Mundial. (1999). *El conocimiento al servicio del desarrollo. Resumen*. Washington: Banco Mundial.
- Cejudo, G. M. (2011). *Nueva gestión pública*. México: Siglo XXI.
- China Statistical Yearbook. (2017). *20-4 Basic statistics on science and technology activities of industrial enterprises above designated size*. Retrieved from <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2017/indexeh.htm>
- Comisión Europea. (2004). *Facing the challenge. The Lisbon Strategy for growth and employment. Report from de high level group chaired by Wim Kok*. Disponible en https://ec.europa.eu/research/evaluations/pdf/archive/fp6-evidence-base/evaluation_studies_and_reports/evaluation_studies_and_reports_2004/the_lisbon_strategy_for_growth_and_employment_report_from_the_high_level_group.pdf
- CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). (2016). *Evaluación integral del desempeño de los programas federales de investigación y desarrollo. 2014-2015*. Disponible en https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/MDE/Paginas/Evaluacion_IDesempe%C3%B1o.aspx
- Figueroa, J., González, E. y Solís, V. (1981). Una aproximación al problema del significado: las redes semánticas. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 13(3), 447-458.
- Goldsmith, S., & Crawford, S. (2014). *The responsive city. Engaging communities through data smart governance*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- INAP-AGCh (Instituto Nacional de Administración Pública-Academia de Gobernación de China). (2018). *Memorias del V seminario China-México. Construcción de capacidades de gobierno para servidores públicos de México. 21-25 de mayo de 2018*. México: INAP.
- INAP-IAPS (Instituto Nacional de Administración Pública-Instituto de Administración Pública de Shanghai). (2018). *Memorias del seminario internacional académico. 6-7 de diciembre de 2018*. México: INAP.
- OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico). (2018). *OECD reviews of innovation policy. Better policies for better lives*. Disponible en <http://www.oecd.org/sti/inno/oecd-reviews-of-innovation-policy.htm>
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). (1979). *Vienna Programme of action on science and technology for development (UNCSTD)*. Nueva York: ONU.
- Pardo, M. C. (2005). El Servicio Profesional de Carrera en México: de la tradición al cambio. *Foro Internacional*, 45(4), 599-634. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/599/59911177002.pdf>
- Reyes, L. (1993). Las redes semánticas naturales, su conceptualización y su utilización en la construcción de instrumentos. *Revista de Psicología Social y Personalidad*, 9(1), 81-97.

- Rincón, I. (2013). Ciencia y tecnología: política pública para el crecimiento económico y desarrollo humano. *Enl@ce. Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 10(2), 91-102. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/823/82328320007.pdf>
- Ríos Bolívar, H. y Marroquín Arreola, J. (2013). Innovación tecnológica como mecanismo para impulsar el crecimiento económico. Evidencia regional para México. *Contaduría y Administración*, 58(3), 11-37. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/cya/v58n3/v58n3a2.pdf>
- Tejedor, T. (2003). Un modelo de evaluación del profesorado universitario. *Revista de Investigación Educativa*, 21(1), 157-182. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/234795395.pdf>
- UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). (2000). *World conference on science. Science for the twenty first century. A new commitment*. Disponible en <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000120706>
- Velázquez Valdez, G. y Salgado Jurado, J. (2016). Innovación tecnológica: un análisis del crecimiento económico en México (2002-2012: Proyección a 2018). *Revista Análisis Económico*, 31(78), 145-170. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/413/41347447008.pdf>
- Vera-Noriega, J. A., Pimentel, C. E. y Batista de Albuquerque, F. J. (2005). Redes semánticas: Aspectos teóricos, técnicos, metodológicos y analíticos. *Revista Ra Ximhai*, 1(3), 439-451. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/461/46110301.pdf>
- Weber, M. (2014). *Economía y Sociedad*. México: Fondo de Cultura Económica.

CC BY-NC-ND



Resiliencia y enfermedades crónicas. Una revisión sistemática

Ramírez Jiménez, María Gabriela; González Arratia López Fuentes, Norma Ivonne; Ruíz Martínez, Ana Olivia; Oudhof van Barneveld, Hans; Barcelata Eguiarte, Blanca Estela
Resiliencia y enfermedades crónicas. Una revisión sistemática
CIENCIA *ergo-sum*, vol. 30, núm. 1, marzo-junio 2023 | **e186**
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.



Ramírez Jiménez, M. G., González Arratia López Fuentes, N. I., Ruíz Martínez, A. O., Oudhof van Barneveld, H. y Barcelata Eguiarte, B. E. (2023). Resiliencia y enfermedades crónicas. Una revisión sistemática. CIENCIA *ergo-sum*, 30(1). <http://doi.org/10.30878/ces.v30n1a4>

Resiliencia y enfermedades crónicas. Una revisión sistemática

Resilience and Chronic Diseases. A systematic review

*María Gabriela Ramírez Jiménez**

Universidad Autónoma del Estado de México, México

gabyramirezji@yahoo.com.mx

 <http://orcid.org/0000-0003-1017-834X>

Recepción: 23 de abril de 2021

Aprobación: 29 de septiembre de 2021

Norma Ivonne González Arratia López Fuentes

Universidad Autónoma del Estado de México, México

nigalf@yahoo.com.mx

 <http://orcid.org/0000-0003-0497-119X>

Ana Olivia Ruiz Martínez

Universidad Autónoma del Estado de México, México

ana_olivi@yahoo.com.mx

 <http://orcid.org/0000-0002-9286-5946>

Hans Oudhof van Barneveld

Universidad Autónoma del Estado de México, México

hansovb@hotmail.com

 <http://orcid.org/0000-0003-1265-3052>

Blanca Estela Barcelata Eguiarte

Universidad Nacional Autónoma de México, México

bareg7@hotmail.com

 <http://orcid.org/0000-0002-0122-372X>

RESUMEN

El estudio de la resiliencia en la enfermedad crónica apunta a develar la relación que mantiene este constructo con la salud y el bienestar de las personas enfermas. En este contexto, se revisa la literatura científica que ha evaluado esta relación y su papel en la progresión de la enfermedad, así como brindar un panorama general acerca de la investigación en torno al tema. De este modo, se lleva a cabo la identificación y revisión con base en la declaración PRISMA en las bases de datos Scopus, PubMed y ScienceDirect de artículos publicados entre 2000 y 2020. En conclusión, la resiliencia destaca como una variable que puede atenuar los efectos de la enfermedad y promover adherencia al tratamiento.

PALABRAS CLAVE: resiliencia, enfermedad crónica, factores de riesgo, factores de protección.

ABSTRACT

The study of resilience in chronic disease aims to reveal the relationship that this construct maintains with the health and well-being of sick people, so the objective is to carry out a review of the scientific literature that has evaluated this relationship and its role in the progression of the disease, as well as providing an overview of the research on the subject. The identification and review was carried out based on the PRISMA statement in the Scopus, PubMed and ScienceDirect databases, of articles published between 2000 and 2020. In conclusion, resilience stands out as a variable that can attenuate the effects of disease and promote adherence to treatment.

KEYWORDS: resilience, chronic disease, risk factors, protective factors.

AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

gabyramirezji@yahoo.com.mx

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades crónicas (EC) son padecimientos que se manifiestan por un largo periodo y producen incapacidad e invalidez derivadas de alteraciones patológicas irreversibles, los cuales comúnmente ocurren por atención y cuidados inadecuados (Oviedo y Reidl, 2007). De acuerdo con los datos de la OMS (2018), existe una elevada prevalencia e incidencia de EC, por lo que su manejo y atención se asume como una prioridad. Según las cifras proporcionadas por este organismo, 41 millones de personas mueren al año por esta causa que equivale al 71% de las muertes producidas en el mundo (OMS, 2018). Las causas reportadas son las enfermedades cardiovasculares (17.7 millones cada año), seguidas del cáncer (8.8 millones), las enfermedades respiratorias (3.9 millones) y la diabetes (1.6 millones). Este tipo de enfermedades se desarrollan debido a la combinación de un conjunto de factores, entre los que destaca el estilo de vida (Córdova *et al.*, 2008; OMS, 2018). Las EC suelen ir acompañadas de trastornos emocionales, como la ansiedad y depresión (Becker y Newson, 2005), los cuales provocan un impacto psicológico negativo que afecta la calidad de vida y bienestar de la persona enferma. La carga económica y social que representan las EC ha justificado una mayor atención e interés por el estudio de los recursos psicológicos que pueden incidir en el bienestar del individuo, como la resiliencia. Existen estudios que han sugerido que la resiliencia tiene impacto positivo en el tratamiento integral de diversas EC, por lo que inciden de forma favorable en la recuperación de la persona afectada (Becker y Newson, 2005; Yi *et al.*, 2008).

Se ha conceptualizado a la resiliencia como un proceso dinámico que concierne a la capacidad del ser humano para responder y afrontar positivamente las situaciones adversas que enfrenta a lo largo de su vida, incluso cuando representan un riesgo para la salud y el desarrollo (Luthar *et al.*, 2000). En particular, en este artículo se entiende como la capacidad del individuo que le permite superar el riesgo y la adversidad de forma constructiva a través de la interacción entre los atributos del individuo (internos) y su entorno familiar, social y cultural (externos) (González Arratia López Fuentes, 2016). La resiliencia está sujeta a la existencia de factores de riesgo y factores de protección; los factores de riesgo son las características de la persona o de su entorno social que incrementan la posibilidad de daño o de sufrir una consecuencia adversa; en el caso de la salud, las EC y aspectos como factores económicos y el estado emocional que las acompañan representan un factor de riesgo (González Arratia López Fuentes, 2016). Por otra parte, los factores de protección son condiciones en la persona o en su entorno que modifican su respuesta y la conducen a una condición adaptativa a pesar del riesgo (Rutter, 1993). La literatura científica señala que los factores protectores involucrados en la resiliencia, como el optimismo y el estado de ánimo positivo, se relacionan con la salud, incluidos los procesos biológicos como la función inmunitaria (Yi *et al.*, 2008).

Sin embargo, se considera que esta conexión entre la resiliencia y la salud aún no se ha explorado lo suficiente no sólo en los aspectos psicológicos, sino también en lo que respecta al impacto en la salud física y en el curso de la enfermedad. Por lo anterior, se tiene como objetivo llevar a cabo una revisión de la literatura científica que ha evaluado la relación entre la resiliencia y la salud y su papel en la progresión de la EC, así como elaborar una síntesis que brinde un panorama general acerca de la investigación en torno al tema. La revisión al respecto permite contar con un cuerpo de conocimientos que den sustento a investigaciones empíricas.

1. MÉTODO

Se trata de un estudio teórico de acuerdo con la clasificación de Montero y León (2002), cuyo procedimiento y estrategia de búsqueda se realizó con base en la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (Moher *et al.*, 2009), que representa una guía para el investigador acerca de los elementos preferentes que deben incorporarse en las revisiones sistemáticas con la finalidad

de garantizar su calidad metodológica. La guía se compone de una lista de verificación que comprende 27 elementos, entre los que se encuentran título, resumen, introducción, objetivos, método (criterios de elegibilidad, fuentes de información proceso de selección de estudios), resultados (características de los estudios) y discusión.

Las bases de datos elegidas para la búsqueda fueron Scopus, PubMed y ScienceDirect, las cuales se contemplaron debido a que incorporan estudios relevantes en su campo a partir de fuentes primarias (Perestelo, 2013). En cuanto a los términos de búsqueda, se consideró “resilience”, “resiliency”, “resilient”, “chronic disease” y “chronic illness”. Se consideraron los artículos empíricos cuantitativos y empíricos cualitativos publicados de 2000 a 2020 (se excluyeron revisiones sistemáticas) que contenían los términos de búsqueda en el título, resumen o palabras clave. El criterio de periodo de búsqueda se debe a que hace más de veinte años la psicología, en específico la psicología de la salud y la psicología positiva manifestaron interés creciente por una aproximación más comprensiva de la salud (Oblitas, 2008) y por la investigación de la condición psicológica de personas con EC (Revenson y Hoytt, 2016; Stanton *et al.*, 2007); se estableció este periodo con el propósito de conocer la literatura científica al respecto. El análisis de la información se logró a través de una matriz de 10 elementos: país, idioma, año de publicación, diseño del estudio, tipo de estudio, enfermedad estudiada, medición de la resiliencia, instrumentos de medida, análisis de datos y las variables asociadas al estudio de la resiliencia, en donde de forma manual se fueron integrando cada uno de los elementos de los estudios a las categorías correspondientes para después calcular los totales y datos relevantes.

2. RESULTADOS

A partir de la búsqueda con base en los criterios mencionados, se identificaron un total de 52 artículos científicos (incluidos 7 documentos de búsquedas anteriores en Redalyc, Google Académico y Scielo). En la figura 1 se describe el procedimiento a través del diagrama propuesto por la guía PRISMA.

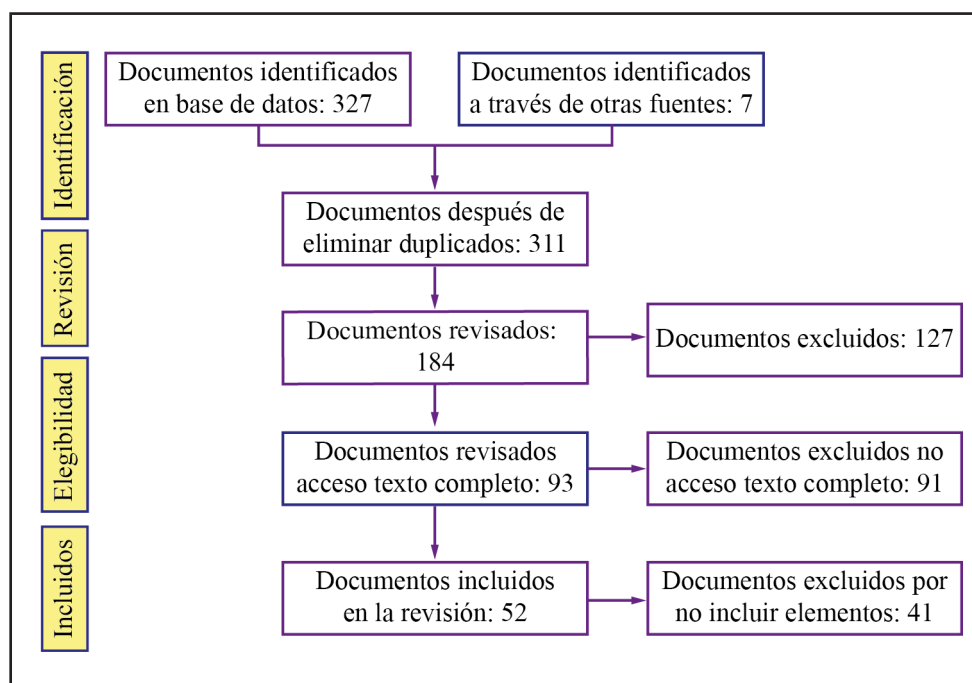


FIGURA 1
Diagrama de flujo PRISMA del proceso de selección de artículos
Fuente: Moher *et al.* (2009).

En el cuadro 1 se observa que la mayor parte de las investigaciones proceden de Estados Unidos con 19 estudios (36%), mientras que el resto procede de diversos países, incluidos 7 (13%) de América Latina, entre ellos se encuentra una publicación hecha en México. Respecto al idioma de publicación, la mayoría de los artículos está escrita en inglés (45 estudios equivalente al 82%), mientras que el español, portugués y coreano fueron los idiomas de redacción presentes en un menor número de artículos. Se advierte también que de la década de 2011 a 2020 se publicó una mayor cantidad de artículos (88%) en comparación con la década anterior (12%).

CUADRO 1
Características de los estudios de acuerdo con el país, año, idioma

Características de los estudios					
País (origen de la muestra)		Idioma		Año	
Categorías	n	Categorías	n	Categorías	n
Estados Unidos	19	Inglés	45	2011-2020	46
Alemania	4	Español	4	2000-2010	6
Brasil	3	Portugués	2	Total	52
Canadá	3	Coreano	1		
China	3	Total	52		
Colombia	3				
España	3				
Australia	2				
Portugal	2				
Taiwán	2				
Corea	1				
Hong Kong	1				
Inglaterra	1				
Suecia	1				
Suiza	1				
Indonesia	1				
México	1				
Austria	1				
Total	52				

Fuente: elaboración propia.

Respecto al diseño y tipo de estudio, en el cuadro 2 se observa que los estudios utilizados con más frecuencia son de tipo transversal y se hacen desde la postura cuantitativa, con 31 (59%) y 39 estudios (75%) respectivamente. Un ejemplo de lo anterior son los trabajos de Terrill *et al.* (2016), Lee *et al.* (2020), Kim y Yoo (2010), Manning *et al.* (2016), Verma y Rohan (2020), Wister *et al.* (2019) y Holden *et al.* (2013). Entre los estudios cualitativos se pueden mencionar las contribuciones de Conway *et al.* (2020), Campbell *et al.* (2016), Chew *et al.* (2018), Luo *et al.* (2019), Benjaminy *et al.* (2018) y Acosta y Sánchez (2009). Como ejemplo de investigaciones con alcance de tipo longitudinal se hallan las de Becker y Newsom (2005) y Debnar *et al.* (2020) y de intervención clínica como las de Yi *et al.* (2008) y Yi-Frazier *et al.* (2017), que evaluaron la viabilidad y efectividad de programas de intervención para promover la resiliencia. En el caso de estudios mixtos (estudios secuenciales), están los de Figueiredo *et al.* (2020) y Viniol *et al.* (2012).

En cuanto a las EC que padecían los participantes de los estudios incluidos en la revisión, existen diversas condiciones, entre las que destaca la afección cardiovascular (Arrebola *et al.*, 2018; Conway *et al.*, 2020; Lemos *et al.*, 2016; Kim *et al.*, 2019), cáncer (Alarcón *et al.*, 2020; Liang *et al.*, 2020), esclerosis múltiple (Benjaminy

et al., 2018; Gunnarsson *et al.*, 2015; Terrill *et al.*, 2016) y la incorporación de diversas condiciones crónicas al mismo tiempo (Acosta y Sánchez, 2009; Becker y Newson, 2005; Quiceno y Vinaccia, 2012; Böell *et al.*, 2016).

CUADRO 2
Diseño, tipo de investigación y EC estudiadas en relación con la resiliencia

Características de los estudios					
Diseño del estudio		Tipo de estudio		Enfermedad	
Categorías	n	Categorías	n	Categorías	n
Transversal	31	Cuantitativo	39	Diversas condiciones crónicas (cáncer, cardíacas, nefrológicas, reumatológicas)	9
Longitudinal	7	Cualitativo	9	Enfermedad cardiovascular	7
Intervención clínica	7	Mixto	4	Cáncer/tumor cerebral	7
Experimental	4	Total	52	Enfermedad crónica (no especificada)	7
Instrumental	3			Esclerosis múltiple	5
Total	52			Dolor crónico	5
				Diabetes <i>mellitus</i>	4
				Depresión	2
				Enfermedad renal crónica	1
				Epilepsia	1
				Lupus	1
				Enfermedad hepática terminal	1
				Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)	1
				Artritis reumatoide	1
				Total	52

Fuente: elaboración propia.

Referente a la medición de la resiliencia, datos presentes en el cuadro 3, en 36 estudios (69%) se reportó la medición mediante escala, entre las que se encuentran las investigaciones de Terrill *et al.* (2016), Figueiredo *et al.* (2020), Lee *et al.* (2020), Kim y Yoo (2010), Manning *et al.* (2016), Böell *et al.* (2016), por mencionar algunas. Las escalas más utilizadas en 14 estudios (26%) fueron la escala de resiliencia de Connor-Davidson (CD- RISC) en las investigaciones de Kim y Yoo (2010), validada en Corea; Fernández *et al.* (2015), validada en Estados Unidos en población con enfermedad hepática en etapa terminal; Quiceno y Vinaccia (2012; 2013), utilizada en diversas condiciones crónicas como enfermedad pulmonar obstructiva crónica, artritis reumatoide e insuficiencia renal; Saban *et al.* (2019), empleada para medir la resiliencia en mujeres afroamericanas con riesgo de enfermedad cardiovascular, entre otros. Por mencionar algunos trabajos, la escala de resiliencia de Wagnild y Young, también aplicada en 14 estudios (26%), se localiza en Manning *et al.* (2016), la cual se ocupó en Estados Unidos para evaluar el impacto de la resiliencia en la discapacidad posterior producida por la EC; en Arrebola *et al.* (2018), en población de España con síndrome coronario agudo; en Liang *et al.* (2020), para evaluar la incidencia utilizada en Taiwán de la resiliencia en las estrategias de afrontamiento en población con tumor cerebral.

Mientras tanto, en 16 estudios (30%), entre los que se encuentran los de Conway *et al.* (2020), Chew *et al.* (2018), Fung *et al.* (2008) y Campbell *et al.* (2016), se reportó la medición de forma indirecta o a través de factores relacionados. Por ejemplo, en el estudio de Chew *et al.* (2018), los datos obtenidos se clasificaron en categorías con base en el marco de resiliencia de Walsh que sirvió de guía y después se crearon tipologías, las cuales fueron ordenadas en categorías para su posterior interpretación. Por otra parte, en el estudio de Conway *et al.* (2020), la medición de la resiliencia se efectuó con base en el análisis de contenido temático y análisis de transcripciones que fueron codificadas de forma independiente por los investigadores. En el caso de la medición de la resiliencia a

través de los factores relacionados con ella, Yi *et al.* (2008) la definió mediante la puntuación derivada de factores de autoestima, autoeficacia, autodominio y optimismo que, en conjunto, fue entendido como factor de resiliencia. Por otra parte, Carpino *et al.* (2014) utilizaron una medida de autoeficacia como factor de la resiliencia con el propósito de analizar su papel mediador en dolor crónico.

CUADRO 3
Tipo de medición e instrumento de medida

Características de los estudios			
Medición de la resiliencia		Instrumentos de medida	
Categorías	n	Categorías	n
Medición mediante escala	36	Connor-Davidson Resilience Scale (CD- RISC) (Connor & Davidson, 2003).	14
Medición indirecta (factores relacionados)	16	The Resilience Scale (Wagnild y Young, 1993).	14
Total	52	10-CD-RISC (Campbell-Sills & Stein, 2007), versión abreviada de la CD-RISC (Connor & Davidson, 2003).	6
		Ego Resiliency Scale (Block & Block, 1980).	1
		The Brief Resilient Coping Scale (BRCS) (Sinclair & Wallston, 2004).	1
		Total	36

Fuente: elaboración propia.

Respecto a los análisis de los datos, las principales técnicas fueron análisis estadísticos multivariados (Kim y Yoo, 2010; Lee *et al.*, 2020; Manning *et al.*, 2016; Terrill *et al.*, 2016; Verma y Rohan, 2020), análisis factorial exploratorio y confirmatorio (Alarcón *et al.*, 2020; López *et al.*, 2016), análisis mixtos a través de una metodología cuantitativa y cualitativa (Chew *et al.*, 2018; Figueiredo *et al.*, 2020) y análisis por expertos (Benjamin *et al.*, 2018; Conway *et al.*, 2020; Fung *et al.*, 2008) (cuadro 4).

CUADRO 4
Tipo de análisis de los datos y variables asociadas al estudio de la resiliencia en las EC

Características de los estudios			
Análisis de datos		Variables asociadas	
Categorías	n	Categorías	n
Análisis de regresión	21	Estrés/afrontamiento	13
Análisis mixto	13	Síntomas somáticos	8
Análisis por expertos (identificación, caracterización, tipología)	8	Depresión	5
AFE y AFC	5	Adherencia terapéutica	5
Modelo de ecuaciones estructurales	5	Satisfacción	4
Total	52	Bienestar	3
		Espiritualidad	3
		Autoeficacia	3
		Calidad de vida	3
		Factores sociales	3
		Alimentación	2
		Total	52

Fuente: elaboración propia.

Entre las variables que se incluyeron conjuntamente con el estudio de la resiliencia y las EC, destaca el estrés (Conway *et al.*, 2020; Debnar *et al.*, 2020) y el afrontamiento (Fung *et al.*, 2008; Viniol *et al.*, 2015); este último, en específico en el afrontamiento centrado en el problema, se conectó de forma positiva con la resiliencia (Liang *et al.*, 2020). En cuanto al estrés y la depresión, Conway *et al.* (2020) y Liu *et al.* (2017) los consideraron como factores de riesgo en la enfermedad cardiovascular, mientras que Terrill *et al.* (2016) señalaron los síntomas somáticos como factor de riesgo importante para el curso de la enfermedad. Por otra parte, Viniol *et al.* (2012) y Viniol *et al.* (2015) evaluaron la resiliencia y recursos de afrontamiento como posibles factores protectores para la generalización del dolor en personas con dolor crónico; sin embargo, los investigadores reportaron en sus hallazgos que las variables mencionadas no tuvieron ningún impacto en la transición de dolor lumbar crónico a dolor crónico generalizado. La espiritualidad (Becker y Newsom, 2005; Böell *et al.*, 2016; Quiceno y Vinaccia, 2013; Vinaccia *et al.*, 2012), el bienestar (Debnar *et al.*, 2020; Yi-Frazier *et al.*, 2017) y la satisfacción (Manning *et al.*, 2016; Taylor *et al.*, 2017) son variables que se desatan por su conexión positiva con la resiliencia facilitando la adaptación y el manejo de la enfermedad.

La situación económica es uno de los factores sociales abordada en los estudios que se consideraron como aspecto determinante para sobrellevar el tratamiento de la enfermedad y que además está involucrado con la resiliencia (Campbell *et al.*, 2016; Saban *et al.*, 2019; Taylor *et al.*, 2017); así también, es relevante el entorno ecológico en el que se desarrolla el individuo, entendido como factor de riesgo para la enfermedad (Kim *et al.*, 2019). Por ejemplo, Kim *et al.* (2019) reportaron que las zonas con mayores indicadores de desigualdad socioeconómica tenían menores niveles de resiliencia y mayor riesgo de enfermedad cardiovascular.

La calidad de vida (Lee *et al.*, 2020) y la adherencia al tratamiento (Verma y Rohan, 2020) son variables que también se han analizado. Algunos estudios (Mitmansgruber *et al.*, 2016; Quiceno y Vinaccia, 2013; Rosenberg *et al.*, 2015; Vinaccia *et al.*, 2012) incorporaron el estudio de la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) en diferentes condiciones de las EC. Vinaccia *et al.* (2012) evaluaron la relación de la resiliencia con este tópico en personas con insuficiencia renal crónica, artritis reumatoide y enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Reportaron en sus hallazgos que las personas con insuficiencia renal crónica presentan relaciones positivas entre resiliencia y salud mental y salud general, mientras que en las personas con enfermedad pulmonar obstructiva crónica se exhibe una relación con menos fuerza entre resiliencia y calidad de vida relacionada con la salud.

Entre otros resultados, se hace referencia a que la resiliencia varía en función de la enfermedad (Figueiredo *et al.*, 2020; Terrill *et al.*, 2016). Personas con distrofia muscular y esclerosis múltiple (Terrill *et al.*, 2016), cáncer de sangre (Lee *et al.*, 2020; Rosenberg *et al.*, 2015) y enfermedad renal (Böell *et al.*, 2016) presentan menores niveles de resiliencia en comparación con personas con lesión de la médula espinal y síndrome pospolio (Terrill *et al.*, 2016), enfermedad coronaria congénita (Lee *et al.*, 2020) y diabetes (Böell *et al.*, 2016). En contraste, Figueiredo *et al.* (2020) expone que las personas con patología neurológica son quienes manifiestan mayor resiliencia, seguidos de personas con patología gastrointestinal y patología endocrina. Por su parte, Quiceno y Vinaccia (2012) y Böell *et al.* (2016) indican que el tipo de las EC y tiempo del diagnóstico tuvieron un peso negativo sobre la resiliencia manifestada por el participante. En el caso de la diabetes, Yi *et al.* (2008) muestran que el nivel de resiliencia está relacionado con la salud física y el autocuidado, así como con los niveles de glucosa en sangre después de 12 meses de intervención.

Por último, se señala que la resiliencia mitiga una cantidad considerable de consecuencias ligadas a la aparición de las EC y la posible discapacidad posterior (Conway *et al.*, 2020; Lemos *et al.*, 2016; López *et al.*, 2016; Manning *et al.*, 2016), por lo que se hace énfasis en que su promoción es necesaria en entornos clínicos durante el proceso de la enfermedad.

3. DISCUSIÓN

El objetivo del artículo es revisar la literatura científica que ha evaluado la relación entre la resiliencia y la salud y su papel en la progresión de la EC, así como elaborar una síntesis que brinde un panorama general de

la investigación acerca de este tema. A partir de que surge un mayor interés por el estudio de los mecanismos psicológicos involucrados en el proceso salud-enfermedad (Oblitas, 2008; Revenson y Hoytt, 2016; Stanton *et al.*, 2007), se ha generado una cantidad considerable de investigación al respecto (Stanton *et al.*, 2007). En su caso, en este artículo se identifican tres veces más estudios de la década de 2010 a 2020 que de la década anterior.

Al respecto, se percibe mayor productividad de literatura científica en torno al tema derivada de Estados Unidos y en idioma inglés en comparación con el resto de los documentos revisados. De forma general, el hecho de que la mayor parte de los artículos estén publicados en este idioma, incluso en países de habla hispana, se deba a su universalización y por ende en más repercusión en revistas científicas (Arias *et al.*, 2008). Asimismo, se registra también un gran número de estudios cuantitativos y transversales con escasos estudios sobre intervenciones clínicas y longitudinales que, aunque suelen aportar información muy valiosa, sus principales desventajas son las demandas temporales y financieras asociadas con el enfoque (Caruana *et al.*, 2015), por lo que se podría identificar como un área de oportunidad.

Es destacable que la investigación de la resiliencia relacionada con la salud y la enfermedad va enfocando sus objetivos hacia el análisis de los factores de riesgo y de protección implicados en la progresión de la enfermedad (Liu *et al.*, 2017; Vinaccia *et al.*, 2012; Viniol *et al.*, 2012; 2015). En este sentido, se puntualiza que la resiliencia representa un factor fundamental que mitiga las consecuencias relacionadas con las EC (Conway *et al.*, 2020; Chew *et al.*, 2018; Lemos *et al.*, 2016), incluso en aquellas con cierto nivel de discapacidad (Manning *et al.*, 2016), por lo que la mayoría de los autores hacen énfasis en la trascendencia de la resiliencia como factor de protección (Debnar *et al.*, 2020; Jie *et al.*, 2017; Taylor *et al.*, 2017), además de resaltar su relación inversa con variables como los síntomas depresivos, considerados como consecuencia de la enfermedad (Holden *et al.*, 2013). Se le relaciona de forma positiva con autoeficacia (Carpino *et al.*, 2014; Liu *et al.*, 2017), calidad de vida (Jie *et al.*, 2017; Mitmansgruber *et al.*, 2016), satisfacción personal (Debnar *et al.*, 2020) y el afrontamiento centrado en el problema (Liang *et al.*, 2020), así como con niveles más bajos de discapacidad y con un mejor desempeño en las actividades de la vida diaria (Manning *et al.*, 2016). Del mismo modo, se identifican estudios que reportan la existencia de variables que inciden de forma negativa sobre el nivel de resiliencia, entre los que se menciona la falta de recursos económicos para afrontar la enfermedad (Campbell *et al.*, 2016), grupo etario (Brody *et al.*, 2016) y raza (Kim *et al.*, 2019); de acuerdo con lo anterior, sería conveniente analizar en un futuro la relación con la resiliencia de las variables mencionadas. También, se identifican estudios que reportan no haber encontrado relación significativa entre la adherencia al tratamiento y la resiliencia, por lo que se concluye que no existe un efecto positivo o negativo (Verma y Rohan, 2020); sin embargo, estos autores advierten que los pacientes con mayor nivel de resiliencia mostraron mayor disponibilidad en la atención de su enfermedad.

Referente a la medición de la variable resiliencia, los instrumentos más empleados fueron la escala de resiliencia de Connor-Davidson (CD-RISC) y la escala de resiliencia de Wagnild y Young con igual número de estudios evaluados y validados en diferentes países, los cuales muestran alta confiabilidad y validez, por lo que dadas sus propiedades psicométricas su uso es adecuado para población con EC de diferentes contextos culturales (Alarcón *et al.*, 2020; Fernández *et al.*, 2015; Figueiredo *et al.*, 2020; Kim y Yoo, 2010; Quiceno y Vinaccia, 2012; Vinaccia *et al.*, 2012).

En síntesis, los estudios incluidos en esta revisión apuntan hacia relaciones negativas entre la resiliencia y síntomas depresivos, somatización e incapacidad (Becker y Newsom, 2005; Carpino *et al.*, 2014; Conway *et al.*, 2020; Holden *et al.*, 2013; Kim y Yoo, 2010; Liu *et al.*, 2017; Terrill *et al.*, 2016; Viniol *et al.*, 2015). También se observaron correlaciones inversas entre la resiliencia e indicadores de la progresión de la enfermedad (desempeño en actividades de la vida diaria) (Manning *et al.*, 2016; Wister *et al.*, 2019), control del nivel glucémico en la diabetes (Yi *et al.*, 2008), angustia relacionada con la enfermedad (Yi-Frazier *et al.*, 2017) y una asociación entre la resiliencia y calidad de vida (Fernández *et al.*, 2015; Jie *et al.*, 2017; Lee *et al.*, 2020; Mitmansgruber *et al.*, 2016; Quiceno y Vinaccia, 2013; Rosenberg *et al.*, 2015) y conductas que favorecen el cuidado de la salud (Benzo *et al.*, 2016; Yi *et al.*, 2008) (reflejado en la alimentación y ejercicio físico).

Se puede mencionar que en algunos casos los niveles de resiliencia de las personas con EC pueden determinar las conductas de autocuidado, por lo que la relación entre la resiliencia y la progresión de la enfermedad debe considerar una mayor atención a la ejecución de programas de intervención que fortalezcan los recursos personales vinculados con la resiliencia.

Habría que señalar que los estudios incluidos proceden de diferentes países. Si bien la mayoría de ellos proviene de Estados Unidos, se tendrían que tomar en cuenta las características culturales propias de la región con la finalidad de ofrecer una comprensión más amplia de la resiliencia. Finalmente, se desprende de la mayor parte de los estudios revisados que las EC se asocian por lo general con condiciones degenerativas a largo plazo que requerirán de atención continua y adaptación por parte de la persona afectada. Ante esto, es imprescindible el manejo adecuado de la enfermedad desde el punto de vista médico y psicológico con la finalidad de garantizar una mejor calidad de vida de enfermos crónicos.

PROSPECTIVA

La alta incidencia y la prevalencia de EC en México y en el mundo ha revelado la necesidad de indagar acerca de los mecanismos psicológicos que promuevan la adaptación y un afrontamiento adecuado a la enfermedad para una mejor calidad de vida de las personas afectadas. En la actualidad, la emergencia sanitaria ha evidenciado el estado de vulnerabilidad en el que se encuentran las personas con EC debido a que padecimientos como la enfermedad renal crónica, la enfermedad cardiovascular, la hipertensión y la diabetes se encuentran entre las comorbilidades que significan un riesgo mayor para la presencia de un cuadro clínico grave en personas con COVID-19 (Plasencia *et al.*, 2020). Con base en las estadísticas de la ENSANUT (2018), que reflejan un incremento importante en la prevalencia de EC (diabetes, hipertensión) y de sobrepeso y obesidad (factores de riesgo para la diabetes), el abordaje integral de EC desde el punto de vista físico y psicológico resulta urgente en México. De acuerdo con lo anterior, desde la psicología positiva se hace énfasis en el estudio de la resiliencia y factores psicológicos relacionados como el afrontamiento y el bienestar psicológico, cuya evidencia derive en la creación de programas de intervención que tengan como objetivo la promoción de la salud. Es importante resaltar que la intervención debe contemplar personas que ya tienen comprometida su salud, así como a los cuidadores, y también abarcar la educación para la salud y la prevención en sus diferentes niveles. El desarrollo de programas desde esta perspectiva permitirá incidir sobre los estilos de vida al favorecer mecanismos adaptativos basados fundamentalmente en la resiliencia, ya que, como se apuntó, mitiga una cantidad considerable de consecuencias derivadas de las EC y la posibilidad de sufrir discapacidad posterior (Conway *et al.*, 2020; Lemos *et al.*, 2016; López *et al.*, 2016; Manning *et al.*, 2016). Así, su promoción en entornos clínicos resultará en un mejor pronóstico para las personas enfermas y no enfermas.

CONCLUSIONES

A partir de la información revisada se concluye que en el campo de las EC, el estudio de la resiliencia ha sido amplio, sistemático y se ha incluido un abanico amplio de variables. Se constata que las variables que han sido objeto de estudio están documentadas teóricamente y la hipótesis o preguntas de investigación de cada artículo proveen de información para avanzar en un marco teórico que permite una mayor comprensión de la resiliencia.

Se considera necesario profundizar en el estudio de las variables que inciden de forma negativa en los niveles de resiliencia con el propósito de aportar evidencia que sustente el diseño de programas de intervención, los cuales mitiguen consecuencias adversas en la persona enferma. Se sugiere para futuros trabajos de índole teórico emprender búsquedas con un referente contextual y cultural, ya que la resiliencia se ve influenciada por este tipo de variables (Acosta y Sánchez, 2009; Becker y Newsom, 2005), así como búsquedas con EC específicas con el propósito de contribuir de una forma más puntual en el conocimiento de la resiliencia y su papel en la EC. Lo anterior es en

virtud del incremento en la incidencia y prevalencia de este tipo de padecimientos y de que se requiere continuar analizando la resiliencia y su relación con la salud.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este escrito expresamos nuestro agradecimiento a los árbitros que aportaron una mejoría a la estructura del artículo, así como al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por el apoyo financiero otorgado como beca de manutención para estudios de doctorado de la primera autora.

REFERENCIAS

- Acosta, I. y Sánchez, Y. (2009). Manifestación de la resiliencia como factor de protección en enfermos crónico terminales hospitalizados. *Psicología Iberoamericana*, 17(2), 24-32. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=133912609004>
- Alarcón, R., Cerezo, V., Hevilla, S., & Blanca, M. (2020). Psychometric properties of the Connor-Davidson Resilience Scale in women with breast cancer. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 20(1), 81-89. <https://doi.org/10.1016/j.ijchp.2019.11.001>
- Arias, J., Medina, N., Moreno, V., Figueras, M., Hernández, E., Zayas, A. y Herrera, G. (2008). El inglés, las tecnologías informáticas y la universalización de la carrera de medicina. *Revista información Científica*, 59(3), 1-12. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=551757323008>
- Arrebola, A., Garcia, R., Catena, A., Marfil, R., Melgares, R., & Ramírez, J. (2018). On the protective effect of resilience in patients with acute coronary syndrome. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 14(2), 111-119. [https://doi.org/10.1016/S1697-2600\(14\)70044-4](https://doi.org/10.1016/S1697-2600(14)70044-4)
- Becker, G., & Newsom, E. (2005). Resilience in the face of serious illness among chronically ill african americans in later life. *Journal of Gerontology: Social Science*, 60B(4), 214-223. Retrieved from <https://academic.oup.com/psychsocgerontology/article/60/4/S214/545309>
- Benjaminy, S., Schepmyer, A., Illes, J., & Traboulsee, A. (2018). Resilience, trust, and civic engagement in the post-CCSVI era. *BMC Health Services Research*, 18(36), 1-6. <https://doi.org/10.1186/s12913-018-3130-x>
- Benzo, R., Abascal, B., & Dulohery, M. (2016). Self-management and quality of life in chronic obstructive pulmonary disease (COPD): The mediating effects of positive affect. *Patient Education and Counseling*, 99(1), 617-623. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2015.10.031>
- Block, J. H., & Block, J. (1980). The role of ego-control and ego-resiliency in the organization of behavior. In W. A. Collins (Ed.), *Development of cognition, affect and social relations: The Minnesota Symposia on Child Psychology*, 13, 39-101. Hillsdale: Erlbaum.
- Böell, J., Da Silva, D., & Hegadoren, K. (2016). Sociodemographic factors and health conditions associated with the resilience of people with chronic diseases: A cross sectional study. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 24e2786, 1-9. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.1205.2786>
- Brody, G., Yu, T., Miller, G., & Chen, E. (2016). Resilience in adolescence, health, and psychosocial outcomes. *Pediatrics*, 138(6), 1-8. <https://doi.org/10.1542/peds.2016-1042>
- Campbell-Sills, L., & Stein, M. B. (2007). Psychometric analysis and refinement of the Connor-davidson Resilience Scale (CD-RISC): Validation of a 10-item measure of resilience. *Journal of Traumatic Stress*, 20(6), 1019-1028. <https://doi.org/10.1002/jts.20271>

- Campbell, D., Manns, B., Leblanc, P., Hemmelgarn, B., Sanmartin, C., & King-Shier K. (2016). Finding resiliency in the face of financial barriers Development of a conceptual framework for people with cardiovascular-related chronic disease. *Medicine*, 95(49) e5561. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000005561>
- Caruana, E., Roman, M., Hernández, J., & Solli, P. (2015). Longitudinal studies. *Journal of Thoracic Disease*, 7(11), 537-540. <http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.2072-1439.2015.10.63>
- Carpino, E., Segal, S., Logan, D., Lebel, A., & Simons, L. (2014). The interplay of pain-related self-efficacy and fear on functional outcomes among youth with headache. *Journal Pain*, 15(5), 527-534. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2014.01.493>
- Connor, K. M., & Davidson, J. R. (2003). Development of a new resilience scale: the Connor-Davidson Resilience Scale (CD-RISC). *Depression and anxiety*, 18(2), 76-82. <https://doi.org/10.1002/da.10113>
- Chew, J., Carpenter, J., & Haase, A. M. (2018). Young people's experiences of living with epilepsy: The significance of family resilience. *Social Work in Health Care*, 57(5), 332-354. <https://doi.org/10.1080/00981389.2018.1443195>
- Conway, R., Dagadu, H., Motley, D., Shawahin, L., Janusek, L., Klonowski, S., & Saban, K. (2020). Qualitative evidence for Resilience, Stress, and Ethnicity (RiSE): A program to address race-based stress among Black women at risk for cardiovascular disease. *Complementary Therapies in Medicine*, 48(1), 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2019.102277>
- Córdova, J., Barriguete, J., Lara, A., Barquera, S., Rosas, M., Hernández, M., de León, E., & Aguilar, C. (2008). Las enfermedades crónicas no transmisibles en México: sinopsis epidemiológica y prevención integral. *Salud Pública de México*, 50(5), 419-427. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/28231797_Las_enfermedades_cronicas_no_transmisibles_en_Mexico_sinopsis_epidemiologica_y_prevenccion_integral
- Debnar, C., Carrard, V., Morselli, D., Michel, G., Bachmann, N., & Peter, C. (2020). Psychological distress trajectories in chronic physical health conditions. *Health Psychology*, 39(2), 116-126. <https://doi.org/10.1037/hea0000820>
- ENSANUT. (2018). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. Informe final de resultados*. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/209093/ENSANUT.pdf>
- Fernández, A., Fehon, D., Treloar, H., Reuben, N., & Sledge, W. (2015). Resilience in organ transplantation: An application of the Connor-Davidson Resilience Scale (CD-RISC) with liver transplant candidates. *Journal of Personality Assessment*, 97(5), 487-493. <https://doi.org/10.1080/00223891.2015.1029620>
- Figueiredo, A., Lomba, M., Loureiro, L., & Backes, D. S. (2020). A resiliência de adolescentes com doença crônica: O papel do enfermeiro na sua promoção. *Revista de Enfermagem Referência*, 5(2), 1-7. <https://doi.org/10.12707/RV20008>
- Fung, A., Low, L., Ha, S., & Lee, P. (2008). Psychological vulnerability and resilience in children and adolescents with thalassaemia major. *Hong Kong Journal of Paediatrics*, 13(4), 239-252. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-55349114001>
- González Arratia López Fuentes, N. I. (2016). *Resiliencia y personalidad en niños y adolescentes. Cómo desarrollarse en tiempos de crisis* (segunda edición). Universidad Autónoma del Estado de México.
- Gunnarsson, M., Udumyan, R., Bahmanyar S., Nilsagard, Y., & Montgomery, S. (2015). Characteristics in childhood and adolescence associated with future multiple sclerosis risk in men: cohort study. *European Journal of Neurology*, 22(1), 1131-1137. <https://doi.org/10.1111/ene.12718>

- Holden, K., Bradford, D., Hall, S., & Belton, A. (2013). Prevalence and correlates of depressive symptoms and resiliency among african american women in a Community-Based Primary Health Care Center. *Journal Health Care Poor Underserved*, 24(40), 79-93. <https://doi.org/10.1353/hpu.2014.0012>
- Jie, Z., Zhong, H., Liang, M., Liu, M., Fei, L., Chen, P., Sun, Z., Yu, Y., Wang, S.,... & Zhao, J. (2017). Effect of a mentor-based, supportive-expressive program, Be Resilient to Breast Cancer, on survival in metastatic breast cancer: A randomised, controlled intervention trial. *British Journal of Cancer*, 117, 1486-1494. <https://doi.org/10.1038/bjc.2017.325>
- Kim, J., Lewis, T., Topel, M., Mubasher, M., Li, C., Vaccarino, V., Mujahid, M., Sims, M., Quyyumi, A., Taylor, H., & Baltrus, P. (2019). Identification of resilient and at-risk neighborhoods for cardiovascular disease among black residents: The Morehouse-Emory Cardiovascular (MECA) Center for Health Equity Study. *Preventing Chronic Disease*, 16(57), 1-12. <https://doi.org/10.5888/pcd16.180505>
- Kim, D., & Yoo, I. (2010). Development of a questionnaire to measure resilience in children with chronic diseases. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 40(2), 236-246. <https://doi.org/10.4040/jkan.2010.40.2.236>
- Lee, S., Chung, N., & Choi, J. (2020). Comparison of resilience and quality of life between adolescent blood cancer survivors and those with congenital heart disease: A cross sectional study. *Health and Quality of Life Outcomes*, 18(1), 1-7. <https://doi.org/10.1186/s12955-020-01487-w>
- Lemos, C., Moraes, D., & Campos, L. (2016). Resilience in patients with ischemic heart disease. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 106(2), 130-135. <https://doi.org/10.5935/abc.20160012>
- Liang, S., Liu, H., Lu, Y., Wu, C., Chien, C., & Tsay, C. (2020). The influence of resilience on the coping strategies in patients with primary brain tumors. *Asian Nursing Research*, 14(1), 50-55. <https://doi.org/10.1016/j.anr.2020.01.005>
- Liu, X., Yang, X., Yao, L., Zhang, Q., Sun, D., Zhu, X., Xu, T., Liu, Q., & Wang, L. (2017). Prevalence and related factors of depressive symptoms in hemodialysis patients in northern China. *BMC Psychiatry*, 17(128), 1-7. <https://doi.org/10.1186/s12888-017-1294-2>
- López, J., Mesenguer, A., Gascón, J., Navarro, D., Sinclair, V., & Wallston, K. (2016). Measurement properties of the brief resilient coping scale in patients with systemic lupus erythematosus using rasch analysis. *Health and Quality of Life Outcomes*, 14(128), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s12955-016-0534-3>
- Luo, D., Lin, Z., Shang, X., & Li, S. (2019). "I can fight it!": A qualitative study of resilience in people with inflammatory bowel disease. *International Journal of Nursing Sciences*, 6(2), 127-133. <https://doi.org/10.1016/j.ijnss.2018.12.008>
- Luthar, S., Cicchetti, D., & Becker, B. (2000). The construct of resilience: A critical evaluation and guidelines for future work. *Child Development*, 71(3), 543-562. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1885202/pdf/nihms-21559.pdf>
- Manning, L., Carr, D., & Kail, B. (2016). Do higher levels of resilience buffer the deleterious impact of chronic illness on disability in later life? *Gerontologist*, 56(3), 514-524. <https://doi.org/10.1093/geront/gnu068>
- Mitmansgruber, H., Smrekar, U., Rabanser, B., Beck, T., Eder, J., & Ellemunter, H. (2016). Psychological resilience and intolerance of uncertainty in coping with cystic fibrosis. *Journal of Cystic Fibrosis*, 15(5), 689-695. <http://doi.org/10.1016/j.jcf.2015.11.011>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA Group (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>

- Montero, I., & León, O. (2002). Clasificación y descripción de las metodologías de investigación en Psicología. *Revista Internacional de Psicología Clínica y de la Salud*, 2(3), 503-508. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33720308>
- Oblitas, L. (2008). Psicología de la salud: una ciencia del bienestar y la felicidad. *Avances en Psicología*, 16(1), 9-38. <http://www.unife.edu.pe/publicaciones/revistas/psicologia/2008/psicologiasalud.pdf>
- OMS (Organización Mundial de la Salud) (2018). *Enfermedades no transmisibles*. Nota descriptiva. Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
- Oviedo, M. y Reidl, L. (2007). Predictores psicológicos individuales de la calidad de vida en diabetes tipo 2. *Revista Mexicana de Psicología*, 24(1), 31-42. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=243020635005>
- Perestelo, L. (2013). Standards on how to develop and report systematic reviews in Psychology and Health. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 13(1), 49-57. [https://doi.org/10.1016/S1697-2600\(13\)70007-3](https://doi.org/10.1016/S1697-2600(13)70007-3)
- Plasencia, T., Aguilera, R. y Almaguer, L. (2020). Comorbilidades y gravedad clínica de la COVID-19: revisión sistemática y meta-análisis. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 19, 1-18. <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/3389>
- Quiceno, J. y Vinaccia, S. (2013). Resiliencia, percepción de enfermedad, creencia y afrontamiento espiritual religioso y calidad de vida relacionada con la salud en pacientes con diagnóstico de artritis reumatoide. *Psicología desde el caribe*, 30(3), 590-619. <http://www.scielo.org.co/pdf/psdc/v30n3/v30n3a08.pdf>
- Quiceno, J. y Vinaccia, S. (2012). Resiliencia y características sociodemográficas en enfermos crónicos. *Psicología desde el Caribe*, 29(1), 87-104. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21323171006>
- Revenson, T., & Hoyt, M. (2016). Chronic illness and mental health. In: Howard S. Friedman (Ed.), *Encyclopedia of Mental Health* (2nd ed., pp. 284-292). Academic Press. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/301928825_Chronic_Illness_and_Mental_Health
- Rosenberg, A., Syrjala, K., Martin, P., Flowers, M., Carpenter, P., Salit, R., Baker, S., & Lee, S. (2015). Resilience, health, and quality of life among long-term survivors of hematopoietic cell transplantation. *Cancer*, 121(23), 4250-4257. <https://doi.org/10.1002/cncr.29651>
- Rutter, M. (1993). Resilience: Some conceptual considerations. *Journal of Adolescent Health*, 14(8), 626-631. [https://doi.org/10.1016/1054-139X\(93\)90196-V](https://doi.org/10.1016/1054-139X(93)90196-V)
- Saban, K., Tell, D., & Janusek, L. (2019). Resilience in african american women at risk for cardiovascular disease: An Exploratory Study. *Journal of Urban Health*, 96(1), 44-49. <https://doi.org/10.1007/s11524-018-00334-0>
- Sinclair, V. G., & Wallston, K. A. (2004). The development and psychometric evaluation of the Brief Resilient Coping Scale. *Assessment*, 11(1), 94-101. <https://doi.org/10.1177/1073191103258144>
- Stanton, A., Revenson, T., & Tennen, H. (2007). Health psychology: Psychological adjustment to chronic disease. *Annual Review of Psychology*, 58(1), 565-592. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.58.110405.085615>
- Taylor, W., Kelly, G., Dal Grande, E., Kelly, D., Marin, T., Hey, N., Burke, K., & Licino, J. (2017). Population levels of wellbeing and the association with social capital. *BMC Psychology*, 5(23), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s40359-017-0193-0>
- Terrill, A., Molton, I., Ehde, D., Amtmann, D., Bombardier, C., Smith, A., & Jensen, M. (2016). Resilience, age, and perceived symptoms in persons with long-term physical disabilities. *Journal of Health Psychology*, 21(5), 640-649. <https://doi.org/10.1177/1359105314532973>

- Verma, T., & Rohan, J. (2020). Examination of transition readiness, medication adherence, and resilience in pediatric chronic illness populations: A pilot study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(6), 1-12. <https://doi.org/10.3390/ijerph17061905>
- Vinaccia, S., Quiceno, J., & Remor, E. (2012). Resiliencia, percepción de enfermedad, creencias y afrontamiento espiritual-religioso en relación con la calidad de vida relacionada con la salud en enfermos crónicos colombianos. *Anales de Psicología*, 28(2), 366-377. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=16723135007>
- Viniol, A., Jegan, N., Leonhardt, C., Strauch, K., Brugger, M., Barth, E., Baum, E., & Becker, A. (2015). Even worse. Risk factors and protective factors for transition from chronic localized low back pain to chronic widespread pain in general practice. *Spine Epidemiology*, 40(15), 890-899. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000000980>
- Viniol, A., Jegan, N., Leonhardt, C., Strauch, K., Brugger, M., Barth, E., Baum, E., & Becker, A. (2012). Study protocol: Transition from localized low back pain to chronic widespread pain in general practice: Identification of risk factors, preventive factors and key elements for treatment-A cohort study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 13(77), 1-8. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-13-77>
- Wagnild, G. M., & Young, H. M. (1993). Development and psychometric evaluation of the Resilience Scale. *Journal of nursing measurement*, 1(2), 165-178.
- Wister, A., Cosco, T., Mitchell, B., & Fyffe, I. (2019). Health behaviors and multimorbidity resilience among older adults using the Canadian Longitudinal Study on Aging. *International Psychogeriatrics*, 32(1), 119-133. <https://doi.org/10.1017/S1041610219000486>
- Yi-Frazier, J. P., Fladeboe, K., Klein, V., Eaton, L., Wharton, C., McCauley, E., & Rosenberg, A. R. (2017). Promoting resilience in stress management for parents (PRISM-P): An Intervention for Caregivers of Youth with Serious Illness. *Families, Systems, & Health*, 35(3), 341-351. <https://doi.org/10.1037/fsh0000281>
- Yi, J., Vitalino, P., Smith, R., Yi, J., & Weinger, K. (2008). The role of resilience on psychological adjustment and physical health in patients with diabetes. *British Journal of Health Psychology*, 13(2), 311-325. <https://doi.org/10.1348/135910707X186994>

CC BY-NC-ND



Comportamiento ciclista en el respeto a la luz roja: estudio observacional

Obregón Biosca, Saúl Antonio; Reyes Guerrero, Esaul Eduardo
Comportamiento ciclista en el respeto a la luz roja: estudio observacional
CIENCIA *ergo-sum*, vol. 30, núm. 1, marzo-junio 2023 | e187
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.



Obregón Biosca, S. A. y Reyes Guerrero, E. E. (2023). Comportamiento ciclista en el respeto a la luz roja: estudio observacional. *CIENCIA ergo-sum*, 30(1). <http://doi.org/10.30878/ces.v30n1a5>

Comportamiento ciclista en el respeto a la luz roja: estudio observacional

Cyclist's behavior on the red light respect: Observational study

Saúl Antonio Obregón Biosca*

Universidad Autónoma de Querétaro, México

saul.obregon@uaq.mx

 <http://orcid.org/0000-0001-6915-4671>

Recepción: 22 de junio de 2021

Aprobación: 16 de noviembre de 2021

Esaul Eduardo Reyes Guerrero

Universidad Autónoma de Querétaro, México

ereyes124@alumnos.uaq.mx

 <http://orcid.org/0000-0002-6841-2824>

RESUMEN

Se presenta un estudio observacional a través de grabaciones en video en el que se identifican los factores que motivan la decisión de los ciclistas de no respetar la luz roja en una intersección semaforizada. Los resultados del análisis estadístico chi-cuadrada muestran que las variables “hombres de 15-30 años”, “búsqueda visual” y “tamaño de grupo” influyen en la decisión de realizar el cruce en luz roja, mientras que el uso de casco, celular, cubrebocas, bicicleta pública de renta y chaleco reflectivo se asociaron al respeto de la señal de alto durante la duración de la indicación de luz roja en el semáforo.

PALABRAS CLAVE: ciclistas, comportamiento, semáforo, luz roja, infringir.

ABSTRACT

An observational study is presented through video recordings, with the aim to identify the factors that motivate the cyclist's decision to not respect the red light in a traffic light intersection. The results of the chi-square statistical analysis shown the following factors: “men aged 15-30 years”, the use of “visual search” and the “size group”, influence the decision to cross in red light. While the use of a cycling helmet, cell phone, face-mask, bicycle of sharing system and reflective vest are associated to the respect of the stop sign while the red-light indication is on at the traffic light.

KEYWORDS: cyclists, behavior, traffic light, red light, infringe.

INTRODUCCIÓN

La seguridad vial es un problema mundial, así lo señala Tencio (2008) al exponer que cada año se cobra un gran número de vidas a causa de errores humanos que pueden estar ligados a la falta de cultura vial. A partir de esto, Useche *et al.* (2019) mencionan que las crecientes tasas de accidentes de tránsito ciclistas son reconocidas como una preocupación primordial de salud pública y seguridad vial. Los accidentes se deben a comportamientos de riesgo y, en este sentido, Zhang *et al.* (2016) comentan que todos los usuarios, incluidos los ciclistas, suelen cometerlos.

Existen distintas conductas destacadas en el estudio del comportamiento de los ciclistas que han sido reportadas en el ámbito internacional, entre las que resalta la violación a la luz roja, que es un comportamiento ilegal de todos los usuarios de la vía pública (Johnson *et al.*, 2013). En ese sentido, Fraboni *et al.* (2018), a través del análisis de accidentes, revelan que estas violaciones juegan un rol clave en los sucesos fatales que involucran a los ciclistas.

AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

saul.obregon@uaq.mx

Dado que los comportamientos de riesgo de los ciclistas en luz roja están estrechamente relacionados con la infraestructura disponible para su tránsito, autores como Johnson *et al.* (2013) y Schleinitz *et al.* (2019) coinciden en que la infraestructura debe ser considerada dentro del análisis de los comportamientos de los usuarios ante una luz roja y con ello determinar los factores que influyen en la decisión de un ciclista para no respetarla. Además, sustentan que la mayoría de los estudios (Bai *et al.*, 2015; Fraboni *et al.*, 2018; Johnson *et al.*, 2011, 2013; Richardson y Caulfield, 2015; Wu *et al.*, 2012; Yang *et al.*, 2018, entre otros), cubren nada más un escenario específico (un solo tipo de semáforo e intersección) y no son representativos.

A su vez, Fraboni *et al.* (2018) recomiendan analizar el fenómeno de la conducta ciclista en luz roja tomando en consideración variables como el uso de teléfono inteligente, y el de audífonos, el empleo de la búsqueda visual, los tiempos de espera en rojo y los grupos de edad. De acuerdo con esto, es necesario evaluar la sinergia entre el tipo de infraestructura (Johnson *et al.*, 2013; Schleinitz *et al.*, 2019) y las variables mencionadas con la finalidad de determinar los factores con mayor influencia en las conductas ciclistas ante una intersección semaforizada.

Este artículo tiene como propósito analizar el comportamiento de los ciclistas en la ciudad de Santiago de Querétaro. Para conseguirlo, se considera la metodología recomendada en Fraboni *et al.* (2018) a un entorno local, por medio del análisis de variables de relevancia reportadas en la literatura, además de tomar en cuenta el uso de cubrebocas así como el tipo de infraestructura. La identificación de los factores cruciales en los comportamientos de riesgo por parte de los usuarios de bicicleta funge como base para mejorar el diseño y planeación de la infraestructura dedicada a los ciclistas.

1. MARCO TEÓRICO

A continuación, se expone la importancia del cruce en luz roja y de su infraestructura en los comportamientos de riesgo. También, se mencionan diversos factores que tienen efecto comprobado en el comportamiento ciclista. Por último, buscando otorgar el contexto actual de los comportamientos ciclistas, se comentan los resultados de estudios similares, los cuales emplean metodología observacional o implementación de cuestionario.

De acuerdo con Goldenbeld *et al.* (2019), el cruzar en luz roja es un comportamiento asociado con accidentes que derivan en graves lesiones o fatalidades que lo convierten en una conducta de riesgo clave. Marshall y Ferenchak (2019) mencionan que, a pesar de que la bicicleta como medio de transporte se considera diez veces más peligroso que conducir, hay evidencia de que las ciudades con mayores índices de uso son seguras para todos los usuarios. En torno a la educación vial, autores como Shell *et al.* (2015) y Useche *et al.* (2018) destacan la repercusión que tiene concientizar al respecto y la de crear acciones que generen actitudes positivas para prevenir los comportamientos inseguros e incorrectos de los usuarios de la calle, entre las cuales se pueden tomar en cuenta las que Obregón-Biosca *et al.* (2018) proponen para mejorar la educación vial.

En términos de género, Garrard *et al.* (2008), tras analizar el comportamiento ciclista en distintas locaciones, encuentran que la proporción de ciclistas femeninas aumenta en ciclovías segregadas del tráfico vehicular. De acuerdo con sus resultados, las mujeres perciben en mayor medida riesgos e incomodidad respecto a los automóviles (Bösehans y Massola, 2018; Wang *et al.*, 2012; Prati *et al.*, 2019).

Souza *et al.* (2014) señalan a la ausencia de una infraestructura adecuada como el principal elemento disuasorio contra el ciclismo y aseguran que la falta de seguridad vial también está asociada a esta carencia. En concordancia con esto, Wu *et al.* (2019) concluyen que una infraestructura vial correctamente diseñada, con carriles seguros y de fácil acceso para bicicletas, puede reducir los comportamientos inseguros de conducción y accidentes no deseados. De igual manera, Kummeneje y Rundmo (2020) mencionan que, además de construir nueva infraestructura e implementar medidas de seguridad para los ciclistas, y de priorizarlos como usuarios de la calle, es determinante concientizar a los usuarios sobre la seguridad y los riesgos relacionados

con el ciclismo. Es necesaria más educación, conciencia y un conjunto mejorado de actitudes positivas hacia la seguridad vial para prevenir los comportamientos inseguros e incorrectos de los usuarios de la calle (Shell *et al.*, 2015; Useche *et al.*, 2018).

Diversos autores como Bai y Sze (2020), Fraboni *et al.* (2018), Johnson *et al.* (2011), Schleinitz *et al.* (2019), Wu *et al.* (2012), entre otros más, sustentan que la violación a la luz roja depende de diversos factores o características de los usuarios. De acuerdo con sus resultados, los ciclistas que infringen con mayor frecuencia la luz roja son en su mayoría hombres jóvenes. De igual modo, concluyen que la probabilidad de que los ciclistas se involucren en un accidente por ignorar una luz roja es mayor si no han estado relacionados con uno previamente (Johnson *et al.*, 2013; Marshall *et al.*, 2017). Es importante mencionar que la presencia de otros ciclistas en la intersección también es factor clave para determinar el comportamiento en un semáforo (Fraboni *et al.*, 2018; Wu *et al.*, 2012).

Por su parte, Yang *et al.* (2018) a partir de un cuestionario encuentran que aquellos mayores de 40 años se identificaron a sí mismos como más cautelosos y que aquellos que cuentan con licencia de manejo plantean que este tipo de comportamientos son difíciles de realizar, además de considerarlos como moralmente incorrectos. También muestran que las variables demográficas (edad, estado civil, grado educacional), las variables de la teoría del comportamiento planificado (actitud y control conductual percibido) y las variables extendidas (normas morales e identidad) son significantes predictores en la intención de pasarse la luz roja.

Adoptando una metodología observacional, Fraboni *et al.* (2018) analizan las diferencias en los comportamientos ciclistas en intersecciones en relación con las violaciones de semáforos, uso de teléfonos inteligentes, comportamiento de búsqueda visual y las características demográficas de los ciclistas. Para la selección de intersecciones consideran un alto volumen de tráfico ciclista y los tipos más comunes de infraestructura en el municipio, así como parámetros con mayor influencia como comportamiento en luz roja, género, edad, uso de teléfono inteligente, estrategias de búsqueda visual, tamaño de grupo ciclista.

Empleando también metodología observacional, Schleinitz *et al.* (2019) investigan sobre el comportamiento en luz roja de 88 ciclistas en sus viajes diarios durante cuatro semanas. Observan que la incidencia contra la luz roja es menor cuando manejan por la calle y que la complejidad de la intersección influye en este comportamiento. Concluyen que es más común infringir la luz roja cuando el siguiente movimiento es girar hacia la derecha y que incluso, en un número considerable de casos, el usuario cambiaba de infraestructura para así evitar la luz roja. En este sentido, Richardson y Caulfield (2015) toman en cuenta infraestructura segregada y, en conjunto con la calle, revelan que al transitar en esta última es más común cruzar en luz roja.

2. MÉTODO Y ADQUISICIÓN DE DATOS

Por medio de un estudio observacional y cuestionario en línea, Richardson y Caulfield (2015) analizan los comportamientos ciclistas; los resultados demuestran diferencias entre los métodos. En el estudio observacional se obtiene que un promedio de 61.9% de los ciclistas infringía la luz, en cambio el 49% de los ciclistas que contestaron en línea aseguraba que nunca o rara vez habría infringido una luz roja. Por lo tanto, se concluyó que en un estudio observacional se obtendrán datos con mejor exactitud, ya que la veracidad del encuestado puede verse comprometida.

De acuerdo con este antecedente, este artículo opta por una metodología observacional para llevar a cabo el análisis de la conducta de los usuarios y relaciona este comportamiento con diferentes factores, tales como edad, sexo, búsqueda visual, presencia de semáforo exclusivo o mixto, entre otros. El estudio se lleva a cabo en la zona centro del municipio de Santiago de Querétaro, Querétaro. Se identifican las intersecciones por medio de la presencia del carril bicicleta y accidentes cercanos a éstas; además, se realizan aforos de cada intersección para obtener los periodos de máxima demanda matutina y vespertina, la cual varía dependiendo de la ubicación; sin embargo, los picos se presentan entre las 8 y las 10 h y entre las 17 y las 19 h.

2. 1. Sitios observacionales

En este apartado se describen los sitios observacionales. Se incluye el volumen horario de máxima demanda obtenido, características de la infraestructura, así como imágenes de planta y punto de vista del ciclista (el campo de visión fue calculado a través del *software* AutoCAD). De igual manera, se externa si el semáforo presente corresponde a un semáforo exclusivo (E) o un semáforo mixto (M).

En la figura 1 se muestra la intersección 5 de febrero/Río Ayutla (1E), la cual une el lado oeste y el este de la ciudad. Es muy concurrida con un VHMD (volumen horario de máxima demanda) de 3 846 vph (vehículos por hora), en la cual se encontró una gran presencia de autobuses, automóviles, motocicletas, bicicletas e incluso vehículos pesados. Cuenta con semaforización exclusiva para ciclistas con tiempos de espera de entre 100 y 130 s. El carril bicicleta está al lado de la calzada y no se mezcla con los vehículos de automotor.



FIGURA 1
Intersección 5 de febrero/Río Ayutla
Fuente: elaboración propia.

La figura 2 corresponde a la intersección Av. Universidad/Tecnológico (2E). Este sitio cuenta con un VHMD de 2 460 vph. Cuenta con la presencia de autobuses, automóviles, motocicletas y bicicletas. La semaforización es exclusiva para ciclistas y el tiempo de espera es de 80 s. En todos los brazos de la intersección, el carril bicicleta está a un lado de la calzada y no se mezcla con los vehículos de automotor.

En la figura 3 se observa Hidalgo/Tecnológico (3M), intersección con muchos puntos de interés cercanos, tales como universidades, hospital, plazas, entre otros. Este sitio es el menos concurrido, con un total de 1 658 vph para su VHMD. Hay presencia de autobuses, automóviles, motocicletas y bicicletas. No cuenta con semaforización exclusiva para ciclistas y el tiempo de espera es de 60-100 s. Uno de los brazos presenta carril bicicleta al lado de la calzada; en otro el carril está junto a los vehículos automotor y después del semáforo pasa a ser segregado.



FIGURA 2

Intersección Av. Universidad/Tecnológico

Fuente: elaboración propia.

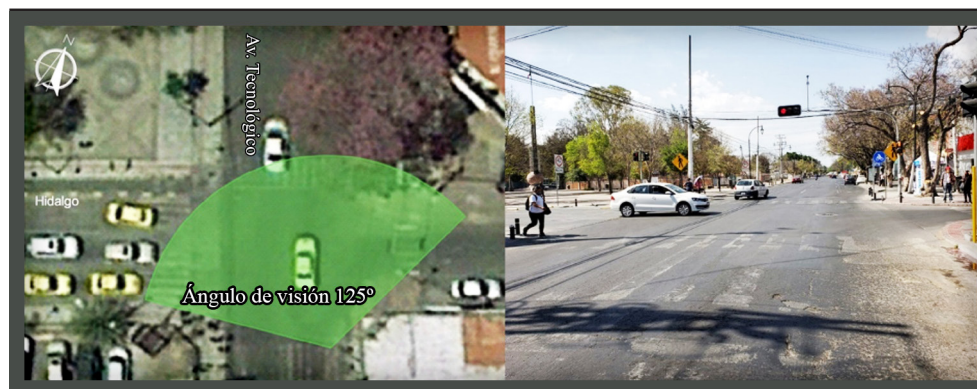


FIGURA 3

Intersección Hidalgo/Tecnológico

Fuente: elaboración propia.

Por último, en la figura 4 se presenta la intersección Tecnológico/Zaragoza (4M), la cual une el lado norte y el sur de la ciudad y es el cruce de una de las avenidas principales de la ciudad con altas demandas. Cuenta con varios puntos de interés cercanos como hospitales, restaurantes o paradas de autobuses. Es una intersección concurrida con un VHMD total de 3 446, la cual exhibe gran presencia de autobuses, automóviles, motocicletas y bicicletas. El semáforo es mixto, ya que el carril bicicleta se mezcla con los vehículos de automotor y el tiempo de espera es de 70 s.



FIGURA 4
Intersección Tecnológico/Zaragoza
Fuente: elaboración propia.

El cuadro 1 presenta el número de ciclistas contados por cada sitio, así como el volumen horario de máxima demanda obtenido por medio de aforos en los sitios; cabe mencionar que varios ciclistas se descartaron, ya sea porque pasaron durante fase verde o porque no fue posible apreciar el comportamiento en el video. Se tiene una distribución aproximada del 25% de ciclistas observados por cada intersección. En todos los sitios se obtuvo un total de ocho horas de grabación, de las cuales se repartieron cuatro por la mañana y las cuatro restantes por la tarde.

CUADRO 1
Ciclistas por sitio observacional y VHMD

Sitios observacionales	Número de ciclistas	VHMD
5 de febrero/Río Ayutla (1E)	231 (23.1%)	3 846
Av. Universidad/Tecnológico (2E)	256 (25.6%)	2 460
Hidalgo/Tecnológico (3M)	275 (27.5%)	1 658
Tecnológico/Zaragoza (4M)	238 (23.8%)	3 446

Fuente: elaboración propia con datos en campo.
Nota: VHMD = volumen horario de máxima demanda; E = semáforo exclusivo; M = semáforo mixto.

2. 2. Variables

Las variables se seleccionaron por medio de su trascendencia encontrada en estudios previos, o bien por las recomendaciones de autores como futuras fuentes de investigación. En la tabla 1 se describe cada una de las variables utilizadas; se incluye, por cuenta propia, el tipo de mochila y el uso de cubrebocas –debido a la pandemia– con el fin de encontrar una relación con el comportamiento en luz roja.

TABLA 1
Variables consideradas

Variable	Descripción
Comportamiento en luz roja	Se registra de acuerdo con su clasificación en estudios previos (Fraboni <i>et al.</i> , 2018; Pai y Jou, 2014), es decir, conforme con los tres tipos de comportamiento: detenerse en luz roja, pasar después de una parada y no detenerse en la luz roja.
Género	La relevancia que tiene esta variable en estudios previos (Bai <i>et al.</i> , 2015; Fraboni <i>et al.</i> , 2018; Guo <i>et al.</i> , 2014; Pai y Jou, 2014; Richardson y Caulfield, 2015; Wu <i>et al.</i> , 2012). La mayoría de estos trabajos señala a los hombres como más propensos.
Edad	La edad se considera en intervalos: de 15 a 30 años, de 30 a 50 años y mayores de 50 años. Tiene protagonismo en diversos estudios (Bai y Sze, 2020; Johnson <i>et al.</i> , 2011; Schleinitz <i>et al.</i> , 2019; Wu <i>et al.</i> , 2012).

TABLA 1 (continúa)
Variables consideradas

Variable	Descripción
Estrategias de búsqueda visual	Se registra si hay movimiento hacia uno o dos lados, o bien si no se aprecia movimiento de la cabeza (Fraboni <i>et al.</i> , 2018).
Tamaño de grupo	El tamaño de grupo ayuda a observar el comportamiento en conjunto (Fraboni <i>et al.</i> , 2018; Wu <i>et al.</i> , 2012). Se distribuye de cuatro formas: la presencia de otro ciclista, dos ciclistas más, entre tres o cuatro ciclistas y cinco o más ciclistas, aparte del registrado.
Tipo de bicicleta	Diversos autores, como Johnson <i>et al.</i> , (2011), Pai y Jou, (2014), Schleinitz <i>et al.</i> , (2019) y Zhang y Wu, (2013), evalúan el tipo de bicicleta: montaña, ruta, recreativa, plegable, renta o BMX.
Infraestructura	Por sugerencia de Richardson y Caulfield (2015), se considera a la infraestructura en dos tipos: exclusiva (con presencia de semáforos ciclistas) y mixta (semáforos junto a vehículos de automotor).
Hora del día	Al igual que en estudios previos (Pai y Jou, 2014; Richardson y Caulfield, 2015; Yan <i>et al.</i> , 2016), la hora del día se toma en cuenta por las horas pico matutinas y vespertinas.
Mochila	El uso de mochila se registra para tener una idea de la actividad que realiza el ciclista. También se presta atención a los ciclistas que porten una mochila tipo repartidor, ya que esto indicaría que laboran para una aplicación de entregas a domicilio.
Audífonos	Al igual que Fraboni <i>et al.</i> (2018), se analiza sobre el uso de audífonos debido a la interferencia que puede existir entre el ciclista y su entorno.
Teléfono inteligente	Se toma en cuenta el uso del celular del ciclista mientras maneja, así como en qué tipo de comportamiento se utiliza (Fraboni <i>et al.</i> , 2018).
Casco	Johnson <i>et al.</i> (2011) y Pai y Jou (2014) observan el uso del casco en los comportamientos en luz roja, al igual que la relación que conlleva portarlo.
Cubre bocas	Debido a la pandemia, el cubrebocas puede representar responsabilidad social. Al respecto, es interesante apreciar la asociación entre su uso y el respeto a la luz roja.

Fuente: elaboración propia.

2. 3. Análisis estadístico

Autores como Fraboni *et al.* (2018) y Bai *et al.* (2015) llevan a cabo para sus investigaciones la prueba chi-cuadrada por medio del *software* SPSS. Estos autores identifican tres diferentes tipos de comportamientos de riesgo para analizar el comportamiento en luz roja: no detenerse en la línea de detención, circulación en carriles motorizados y circular en contra del tráfico. Además, optan por una metodología de clasificación de diagrama de árbol basado en el método algorítmico CHAID, como recomiendan Elmitiny *et al.* (2010).

Para el análisis estadístico se opta por el uso del *software* SPSS Versión 23 y el empleo del estadístico descriptivo chi-cuadrada (Bai *et al.*, 2015; Fraboni *et al.*, 2018) debido a los buenos resultados en estudios previos. Se examina la relación entre las variables como género, edad y estrategias de búsqueda visual entre los diferentes tipos de comportamiento en luz roja. Para una mejor comprensión del comportamiento y predicciones, se aplica una metodología de clasificación de diagrama de árbol. Se clasifican las observaciones dividiendo recursivamente el espacio del predictor; el modelo resultante puede expresarse como una estructura de árbol jerárquica.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se presentan los resultados obtenidos a través del análisis estadístico chi-cuadrada, los cuales permitieron confirmar o rechazar la dependencia estadística entre las variables y el comportamiento en la luz roja. Asimismo, se expone una clasificación de diagrama de árbol que provee de manera esquemática un panorama de las variables estudiadas y su importancia en la predicción del comportamiento en luz roja.

Se observa a un total de 1 000 ciclistas, del cual 193 son mujeres, quienes en general tienen un comportamiento más cauteloso: el 40% obedeció la luz roja, el 38% cruzó después de un alto y el 22% cruzó sin realizar una parada

previa. En cuanto a la edad, cerca del 75% de los ciclistas se encuentra dentro del rango de edad de entre 15 a 30 años (solamente el 28% respetó la luz roja).

3. 1. Chi-cuadrada

De acuerdo con la tabla 2, en la intersección de Av. Universidad/Tecnológico (2E) la mayoría de los ciclistas no para durante la luz roja. Este dato supera con dos ciclistas a la intersección Hidalgo/Tecnológico (3M), donde el número de ciclistas que viola la luz roja después de una parada fue ligeramente mayor por seis ciclistas. Ambas intersecciones presentan un mayor comportamiento de riesgo.

TABLA 2
Comportamiento en luz roja por sitio observacional

Sitio observacional	Para durante toda la duración		Viola la luz roja después de una parada		No para en luz roja	
	n	%	n	%	n	%
1E	87	37.70%	88	38.10%	56	24.20%
2E	56	24.20%	104	45.00%	96	41.60%
3M	71	30.70%	110	47.60%	94	40.70%
4M	106	45.90%	62	26.80%	70	30.30%
Total	320	32.00%	364	36.40%	316	31.60%

Fuente: elaboración propia.

Nota: E = semáforo exclusivo; M = semáforo mixto.

En la tabla 3 se muestran los resultados para la chi-cuadrada. Se aprecia que existe una dependencia estadística de las variables de donde se obtienen como resultados que el género y la edad tienen una gran importancia. En este tenor, los hombres de entre 15 y 30 años son más propensos a cruzar la luz roja, ya sea después de una parada o de no parar en ella. Por su parte, la búsqueda visual es determinante a la hora de cruzar la luz roja, aunque suelen ser más los casos en donde sólo se voltea a un lado, que es hacia el sentido contrario de circulación de los vehículos motorizados. El tamaño del grupo de personas es una característica básica en aquellos ciclistas que optaron por cruzar después de una parada.

TABLA 3
Valores chi cuadrada para las variables analizadas

Variable	Comportamiento en luz roja (X^2)
1. Género	12.75**
2. Edad	27.185***
3. Búsqueda visual	333.969***
4. Uso de casco	16.155***
5. Porta mochila	6.246
6. Grupo de personas	28.233***
7. Tipo de infraestructura	4.492
8. Uso de audífonos	0.967
9. Uso de celular	17.842***
10. Hora del día	4.24
11. Uso de cubrebocas	10.604**
12. Tipo de bicicleta	33.158**
13. Chaleco reflectivo	56.396***

Fuente: elaboración propia.

Nota: ***, **, * = Nivel de significancia al 1%, 5% y 10 % respectivamente.

Los ciclistas que paran durante toda la duración de la luz roja suelen ser quienes portan en mayor medida los cascos y el cubrebocas, lo cual está relacionado con una responsabilidad social mayor. En cuanto al uso de audífonos, no hay relevancia alguna con los comportamientos y el uso del celular, pero es notorio en aquellos ciclistas que paran y aprovechan el tiempo de espera para usarlos. El traer consigo una mochila no tuvo efectos significantes en el cruce de luz roja, al igual que la hora del día.

Por otro lado, el tipo de infraestructura no tiene algún efecto notorio. Sin embargo, se identificó que en el cruce después de una parada inicial, el ciclista hace búsqueda visual antes de realizar su cruce. El tipo de bicicleta resulta sobresaliente a la hora del análisis, ya que un gran número de usuarios de bicicletas de ruta se pasó la luz roja. Los usuarios de bicicletas tipo BMX son todos hombres, quienes en su mayoría hacen una parada antes de cruzar la luz roja; en cuanto a los usuarios de las bicicletas que el estado (QroBici) proporciona para renta se aprecia el respeto que tienen a los semáforos, al igual que los de carga frontal.

3. 2. Diagrama de árbol

Para una mejor comprensión del comportamiento en intersecciones semaforizadas, se presenta el diagrama de árbol, el cual considera todas las variables estudiadas. De acuerdo con la clasificación del comportamiento, para la primera partición, se incluye el nodo raíz (nodo 0) y la muestra de un total de mil ciclistas repartidos en tres nodos subsecuentes correspondientes al empleo de búsqueda visual: *a)* 583 lo hicieron hacia un lado, *b)* 132 para ambos lados, de los cuales 75 cruzaron la luz roja después de una parada, y *c)* 285 ciclistas no lo hicieron, de los cuales 209 esperaron en luz roja.

El diagrama sigue un conjunto de reglas de decisión aplicadas en secuencia. El árbol de clasificación termina por sí mismo cuando no hay otras particiones asociadas significativamente con el nodo, es decir, el nodo terminal (Fraboni *et al.*, 2018). De acuerdo con la figura 5, la segunda partición termina en el nodo 5, en donde se observa que los ciclistas que usan casco son más propensos tanto a esperar en luz roja, o bien a cruzar en luz roja después de una parada.

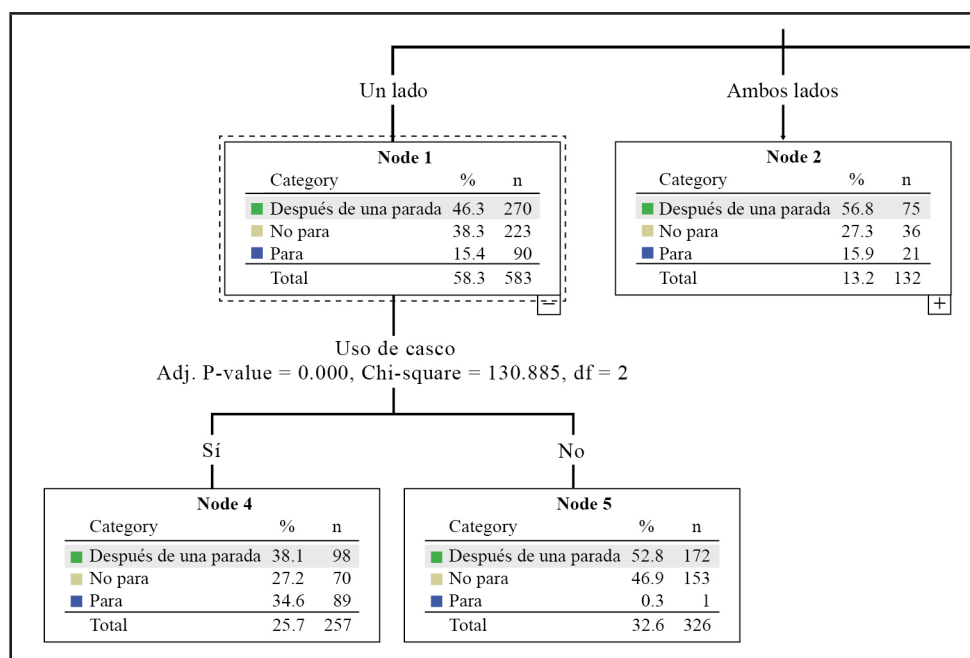


FIGURA 5
Diagrama de árbol, segunda partición
Fuente: elaboración propia.

La figura 6 ilustra la tercera partición del diagrama. Se muestra el nodo 2 que corresponde a la búsqueda por medio del movimiento de cabeza hacia ambos lados. En este aspecto, un poco más de los ciclistas de entre 30-50 años volteará a ambos lados y realizará un cruce después de una parada. Por el contrario, de los ciclistas de entre 15-30 años un 55% no parará una vez realizada la búsqueda visual a ambos lados.

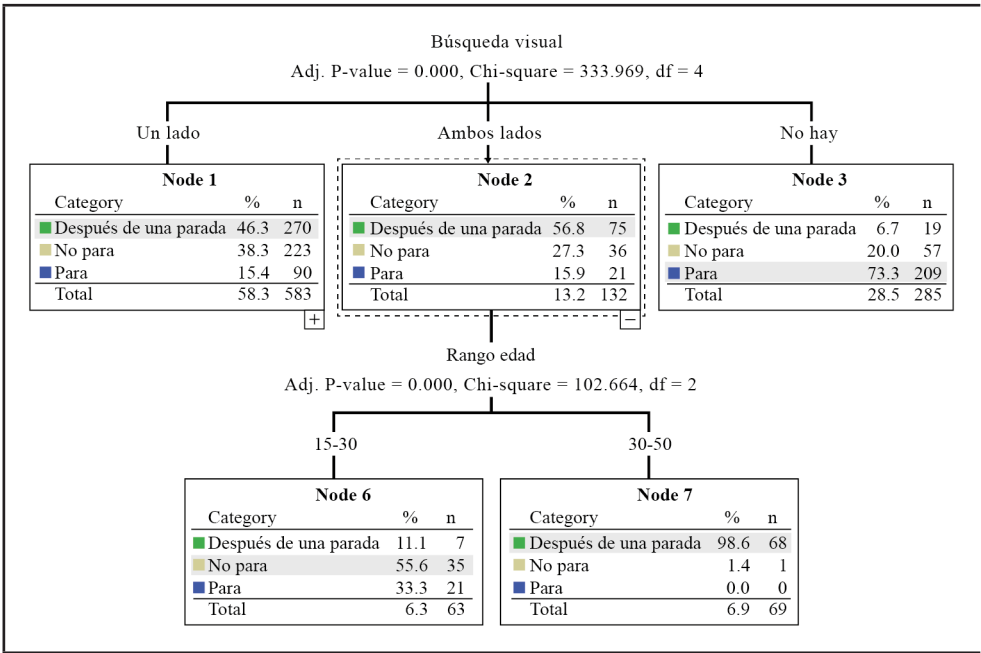


FIGURA 6
Diagrama de árbol, tercera partición
Fuente: elaboración propia.

La figura 7 corresponde a la cuarta partición del diagrama. El nodo 3 muestra el no empleo de búsqueda visual y en su mayoría son ciclistas de entre 30-50 años. Finalmente, en el nodo 9, se observa que alrededor de un 60% se trata de mujeres que se detienen en la intersección.

El uso del cubrebocas no fue analizado previamente por ningún autor y, por lo tanto, su análisis es básico debido a la situación actual; por ello, resulta interesante la dependencia estadística, pues se encontró que su uso está relacionado con el respeto a la señal de alto. Howard (2021) habla de la percepción del uso de cubrebocas y asocia dicho comportamiento con la educación, persuasión e incentivación, esto es, un mayor respeto hacia la ley.

En cuanto a la infraestructura, el análisis del semáforo exclusivo y mixto no resultó significativo en este comportamiento. Si bien, como lo mencionan Richardson y Caulfield (2015), el uso de infraestructura por parte del ciclista en una fase siga peatonal, resulta en conflictos y es un riesgo para ambos usuarios.

A partir de los resultados obtenidos, se constata que los ciclistas masculinos jóvenes son más propensos a realizar cruces en luz roja, lo que concuerda con autores como Bai y Sze (2020), Fraboni *et al.* (2018), Guo *et al.* (2014), Johnson *et al.* (2011, 2013), Pai y Jou (2014), Wu *et al.* (2012) y Yang *et al.* (2018), aunque suele haber casos específicos como el de Zhang *et al.* (2016), quienes no lograron encontrar notoriedad en edad o género; en la mayoría de los casos se concuerda con los resultados. En este artículo se esperaba contar con mayor influencia sobre la infraestructura, tal es el caso de Johnson *et al.* (2011), Richardson y Caulfield, (2015) y Schleinitz *et al.* (2019), quienes señalan la importancia que tiene; sin embargo, fue posible notar que muchos de los cruces fueron durante la fase verde peatonal haciendo cambios entre infraestructura peatonal o ciclista, lo que causa conflicto a los peatones.

La ciudad de Santiago de Querétaro se encuentra en un porcentaje bastante alto respecto al cruce en luz roja, ya que 680 ciclistas fueron los que cometen dicha infracción, lo que representa el 68% de la muestra. Este resultado

fue mayor que otros estudios realizados en China con porcentajes de entre el 50 y el 64% (Wu *et al.*, 2012; Yang *et al.*, 2012), Irlanda (Richardson y Caulfield, 2015) con el 61.9%, Italia (Fraboni *et al.*, 2018) con el 62.9% y Australia (Johnson *et al.*, 2011, 2013), que con 6.9%-37% representa la diferencia más grande y los mínimos reportados en los estudios.

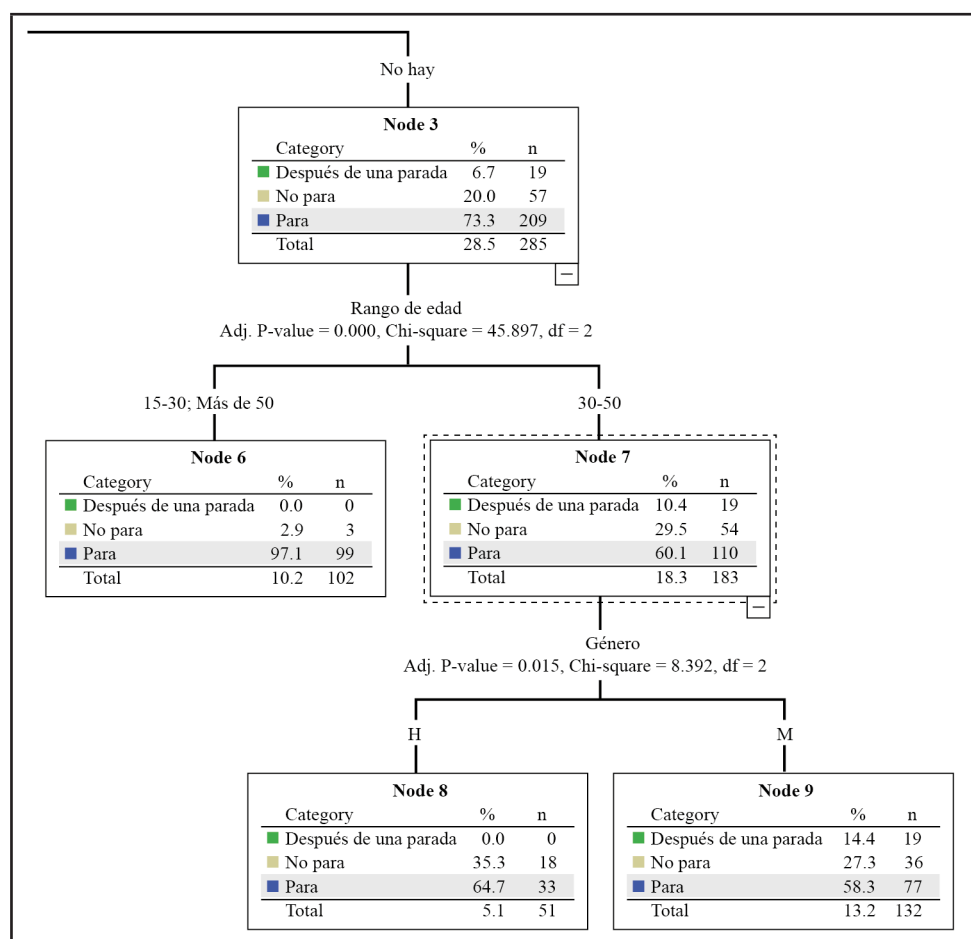


FIGURA 7
Diagrama de árbol, cuarta partición
Fuente: elaboración propia.

PROSPECTIVA

Considerando la tendencia de elegir la bicicleta como medio de transporte en zonas urbanas, se espera un aumento en el número de usuarios. Este panorama favorecerá en futuros estudios porque se podrá con un mayor número de ciclistas urbanos para analizar sus comportamientos. Así, aumentará el número de intersecciones con afluencia ciclista, diversidad de tipos y, por ende, una mayor diversidad de variables. Lo anterior resulta necesario para implementar diseños de infraestructura que prioricen a los usuarios vulnerables y, conforme con sus características de comportamiento, se eviten conductas de riesgo como cruzar mientras esté la luz roja o transitar por calles complejas.

El fomento en el uso de la bicicleta en zonas urbanas deberá venir asociado a campañas que destaquen los beneficios que conlleva, como mitigar la congestión vial o por el aumento de los efectos ambientales y en la salud (Börjesson y Eliasson, 2012), y a la difusión de rutas más seguras, como carriles bicicleta o carriles compartidos con prioridad al ciclista, en la normativa de tránsito vigente en la localidad y en las campañas de educación vial. Así, al

contar con un mayor número de estudios enfocados en la comprensión de los comportamientos del ciclista, haya un aporte positivo al desarrollo de su infraestructura, en las campañas de fomento de su uso y respeto al usuario vulnerable, en la dotación de sistemas públicos de renta. Y, de esta manera, medir los beneficios a largo plazo que van desde la disminución de enfermedades cardíacas hasta contar con ciudades con una movilidad sostenible.

CONCLUSIONES

El uso cubrebocas en ciclistas no había sido analizado; sin embargo, está asociado con un respeto mayor hacia la luz roja. De igual manera, portar casco, usar el celular, vestir chaleco reflectivo o ser usuario de bicicleta de renta son variables que resultan interesantes para su análisis y para conocer cómo es que pueden determinar una acción en un deber social.

Los resultados de este artículo muestran que hay consistencia en las variables observadas en los estudios previos, los cuales han demostrado la relevancia al momento de analizar las conductas en la luz roja, además de considerar aquellas recomendaciones futuras que influirían en los ciclistas ante estas situaciones. Cabe mencionar que algunas variables como el uso de cubrebocas se agregaron por cuenta propia debido a que se volvió imprescindible durante la pandemia de COVID-19 (Gandhi y Marr, 2021).

La interpretación de los datos resalta que tanto la edad, género, estrategias de búsqueda visual, tamaño de grupo, tipo de bicicleta como el uso de casco, celular, cubrebocas y chaleco reflectivo son variables que tienen una dependencia estadística. De este modo, los hombres de entre 15-30 años son quienes en mayor medida incurren en el hecho de cruzar en luz roja, ya sea con parada previa o sin haber realizado un alto en la intersección. La búsqueda visual da un indicativo previo al cruce; sin embargo, si algún ciclista estaba esperando su verde para cruzar y llega otro que cruza en rojo, el primero suele seguirlo. Además, la presencia de un mayor número de vehículos automotor indica mayor respeto a la señal de alto; esto sucede también porque se toma en cuenta la complejidad de la intersección.

Portar mochila, usar audífonos, la hora del día o el tipo de infraestructura son variantes poco significativas en el artículo. Si bien se encuentra que para algunos estudios como el de Richardson y Caulfield (2015) esta última variante es relevante, e incluso se sugiere que sea analizada, se puede concluir que la semaforización, tanto exclusiva como mixta, no tiene repercusión en este comportamiento; de igual manera, muchos de los cruces se realizan en la fase peatonal.

Los resultados de este artículo brindan conocimiento sobre el comportamiento de los ciclistas en la ciudad de Santiago de Querétaro; por lo tanto, es fundamental implementar medidas que lo disminuyan. Dichas infracciones se ven influenciadas por distintos factores; sin embargo, es posible concluir que los ciclistas que no cruzan en luz roja suelen ser los más cuidadosos y respetuosos.

Diversos estudios respecto a los comportamientos de ciclistas han tomado en cuenta distintas variables, las cuales si bien no han tenido impacto en sus casos particulares, es posible que en otras ciudades o entornos sí la tengan, por lo que se recomienda que futuros estudios tomen en cuenta características de la infraestructura más a fondo, tales como longitud de cruce, tipo de intersección. De igual manera, la velocidad ha sido sobresaliente en estudios como el de Pai y Jou (2014), por lo que es importante su estudio. Los grupos de edad pueden ser más precisos al emplear cámaras con mayor resolución, ya que en ocasiones no puede llegar a visualizarse la edad del sujeto. Se recomienda realizar investigaciones futuras de comportamiento en el periodo pospandemia, para definir si con mayores volúmenes de usuarios de la vía se ven modificados sus patrones de comportamiento. Por último, resulta interesante la implementación de un algoritmo de *clustering* que permita la identificación de patrones entre los ciclistas. Por lo anterior, mediante la solicitud de interesados, los autores de este artículo ponemos a disposición los videos para futuros análisis.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos a los árbitros anónimos sus valiosos comentarios y sugerencias al artículo.

REFERENCIAS

- Bai, L., Liu, P., Guo, Y., & Yu, H. (2015). Comparative analysis of risky behaviors of electric bicycles at signalized intersections. *Traffic Injury Prevention*, 16(4), 424-428. <https://doi.org/10.1080/15389588.2014.952724>
- Bai, L., & Sze, N. N. (2020). Red light running behavior of bicyclists in urban area: Effects of bicycle type and bicycle group size. *Travel Behaviour and Society*, 21, 226-234. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2020.07.003>
- Bösehans, G., & Massola, G. M. (2018). Commuter cyclists' risk perceptions and behaviour in the city of São Paulo. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 58, 414-430. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.06.029>
- Börjesson, M., & Eliasson, J. (2012). The value of time and external benefits in bicycle appraisal. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(4), 673-683. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2012.01.006>
- Elmitiny, N., Yan, X., Radwan, E., Russo, C., & Nashar, D. (2010). Classification analysis of driver's stop/go decision and red-light running violation. *Accident Analysis & Prevention*, 42(1), 101-111. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.07.007>
- Fraboni, F., Marín Puchades, V., De Angelis, M., Pietrantonio, L., & Prati, G. (2018). Red-light running behavior of cyclists in Italy: An observational study. *Accident Analysis and Prevention*, 120, 219-232. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.08.013>
- Gandhi, M., & Marr, L. C. (2021). Uniting infectious disease and physical science principles on the importance of face masks for COVID-19. *Med*, 2(1), 29-32. <https://doi.org/10.1016/j.medj.2020.12.008>
- Garrard, J., Rose, G., & Lo, S. K. (2008). Promoting transportation cycling for women: The role of bicycle infrastructure. *Preventive Medicine*, 46(1), 55-59. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2007.07.010>
- Goldenbeld, C., Daniels, S., & Schermers, G. (2019). Red light cameras revisited. Recent evidence on red light camera safety effects. *Accident Analysis and Prevention*, 128, 139-147. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.04.007>
- Guo, Y., Liu, P., Bai, L., Xu, C., & Chen, J. (2014). Red light running behavior of electric bicycles at signalized intersections in China. *Transportation Research Record*, 2468, 28-37. <https://doi.org/10.3141/2468-04>
- Howard, M. C. (2021). Gender, face mask perceptions, and face mask wearing: Are men being dangerous during the COVID-19 pandemic? *Personality and Individual Differences*, 170, 110417. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2020.110417>
- Johnson, M., Charlton, J., Oxley, J., & Newstead, S. (2013). Why do cyclists infringe at red lights? An investigation of Australian cyclists' reasons for red light infringement. *Accident Analysis and Prevention*, 50, 840-847. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.07.008>
- Johnson, M., Newstead, S., Charlton, J., & Oxley, J. (2011). Riding through red lights: The rate, characteristics and risk factors of non-compliant urban commuter cyclists. *Accident Analysis and Prevention*, 43(1), 323-328. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.08.030>
- Kummeneje, A.-M., & Rundmo, T. (2020). Attitudes, risk perception and risk-taking behaviour among regular cyclists in Norway. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 69, 135-150. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.01.007>

- Marshall, W. E., & Ferenchak, N. N. (2019). Why cities with high bicycling rates are safer for all road users. *Journal of Transport and Health*, 13, 285-301. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2019.03.004>
- Marshall, W.E., Piatkowski, D. & Johnson, A. (2017). Scofflaw bicycling: Illegal but rational. *Journal of Transport and Land Use*, 10(1), 1-32. <https://doi.org/10.5198/jtlu.2017.871>
- Obregón-Biosca, S. A., Betanzo-Quezada, E., Romero-Navarrete, J. A., & Ríos-Núñez, M. (2018). Rating road traffic education. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 56, 33-45. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.03.033>
- Pai, C. W., & Jou, R. C. (2014). Cyclists' red-light running behaviours: An examination of risk-taking, opportunistic, and law-obeying behaviours. *Accident Analysis and Prevention*, 62, 191-198. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.09.008>
- Prati, G., Fraboni, F., De Angelis, M., Pietrantonio, L., Johnson, D., & Shires, J. (2019). Gender differences in cycling patterns and attitudes towards cycling in a sample of European regular cyclists. *Journal of Transport Geography*, 78, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.05.006>
- Richardson, M., & Caulfield, B. (2015). Investigating traffic light violations by cyclists in Dublin City Centre. *Accident Analysis and Prevention*, 84, 65-73. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.08.011>
- Schleinitz, K., Petzoldt, T., Kröling, S., Gehlert, T., & Mach, S. (2019). (E-)Cyclists running the red light-The influence of bicycle type and infrastructure characteristics on red light violations. *Accident Analysis and Prevention*, 122, 99-107. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.10.002>
- Shell, D. F., Newman, I. M., Córdova-Cazar, A. L., & Heese, J. M. (2015). Driver education and teen crashes and traffic violations in the first two years of driving in a graduated licensing system. *Accident Analysis & Prevention*, 82, 45-52. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.05.011>
- Souza, A. A., Sanches, S. P., & Ferreira, M. A. (2014). Influence of Attitudes with Respect to Cycling on the Perception of Existing Barriers for Using this Mode of Transport for Commuting. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 162, 111-120. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.191>
- Tencio, C. B. (2008). Una alternativa para la formación vial. *Revista Educación*, 32(1), 13-26.
- Useche, S. A., Montoro, L., Tomas, J. M., & Cendales, B. (2018). Validation of the Cycling Behavior Questionnaire: A tool for measuring cyclists' road behaviors. *Traffic Psychology and Behaviour*, 58, 1021-1030. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.08.003>
- Useche, S. A., Alonso, F., Montoro, L., & Esteban, C. (2019). Explaining self-reported traffic crashes of cyclists: An empirical study based on age and road risky behaviors. *Safety Science*, 113, 105-114. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.11.021>
- Wang, J. Y., Mirza, L., Cheung, A. K. & Moradi, S. (2012). Transforming Auckland into a bicycle-friendly city: understanding factors influencing choices of cyclists and potential cyclists. *Australasian Transport Research Forum (ATRF)*.
- Wu, C., Yao, L., & Zhang, K. (2012). The red-light running behavior of electric bike riders and cyclists at urban intersections in China: An observational study. *Accident Analysis and Prevention*, 49, 186-192. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.06.001>
- Wu, X., Xiao, W., Deng, C., Schwebel, D. C., & Hu, G. (2019). Unsafe riding behaviors of shared-bicycle riders in urban China: A retrospective survey. *Accident Analysis & Prevention*, 131, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.06.002>
- Yan, F., Li, B., Zhang, W., & Hu, G. (2016). Red-light running rates at five intersections by road user in Changsha, China: An observational study. *Accident Analysis and Prevention*, 95, 381-386. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.06.006>

- Yang, H., Liu, X., Su, F., Cherry, C., Liu, Y., & Li, Y. (2018). Predicting e-bike users' intention to run the red light: An application and extension of the theory of planned behavior. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 58, 282-291. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.05.027>
- Yang, X., Huan, M., Si, B., Gao, L., & Guo, H. (2012). Crossing at a red light: Behavior of cyclists at urban intersections. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2012, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2012/490810>
- Zhang, G., Tan, Y., & Jou, R. C. (2016). Factors influencing traffic signal violations by car drivers, cyclists, and pedestrians: A case study from Guangdong, China. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 42, 205-216. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.08.001>
- Zhang, Y., & Wu, C. (2013). The effects of sunshields on red light running behavior of cyclists and electric bike riders. *Accident Analysis and Prevention*, 52, 210-218. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.12.032>

CC BY-NC-ND



Las dos caras del veganismo: beneficios y riesgos en la salud de una dieta vegana

González-Ortiz, José Alfredo

Las dos caras del veganismo: beneficios y riesgos en la salud de una dieta vegana

CIENCIA *ergo-sum*, vol. 30, núm. 1, marzo-junio 2023 | e188

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.



González-Ortiz, J. A. (2023). Las dos caras del veganismo: beneficios y riesgos en la salud de una dieta vegana. *CIENCIA ergo-sum*, 30(1). <http://doi.org/10.30878/ces.v30n1a6>

Las dos caras del veganismo: beneficios y riesgos en la salud de una dieta vegana

The two faces of veganism: health benefits and risks of a vegan diet

José Alfredo González-Ortiz*

Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México

jose.gonzalezo@uaem.edu.mx

 <http://orcid.org/0000-0002-0409-226X>

Recepción: 25 de junio de 2021

Aprobación: 16 de noviembre de 2021

RESUMEN

Se determinan los beneficios y riesgos de una dieta vegana y se identifican los vacíos en el conocimiento en torno a su impacto en la salud. En este contexto, se lleva a cabo una revisión de la literatura publicada en PubMed y Google Académico. Múltiples estudios evidencian efectos benéficos de la dieta vegana como un menor riesgo de presentar enfermedades cardiovasculares, obesidad o diabetes *mellitus* tipo 2. En contraste, se le asocia con un incremento en el riesgo de fracturas, trastornos ortoréxicos, anemia megaloblástica, entre otros. No se puede afirmar que la dieta vegana tiene más riesgos que beneficios o viceversa, sino más bien se debe evaluar el riesgo-beneficio en cada persona. Al final, se identifican múltiples vacíos en el conocimiento.

PALABRAS CLAVE: dieta vegana, veganismo, antiespecismo, déficit de nutrientes, salud.

ABSTRACT

The objective of this article was to determine the benefits and risks of a vegan diet, as well as to identify gaps in knowledge around the impact of a vegan diet on health. A review of the literature published in PubMed and Google Scholar was carried out. Multiple studies show beneficial effects of the vegan diet such as lower risk of cardiovascular diseases, obesity, type 2 diabetes mellitus, etc. In contrast, a vegan diet has been associated with an increased risk of fractures, orthorexic disorders, megaloblastic anemia, etc. It cannot be said that the vegan diet has more risks than benefits or vice versa, rather, the risk-benefit must be evaluated in each person. Multiple gaps in knowledge were identified.

KEYWORDS: Vegan diet, veganism, antispeciesism, nutrient deficiency, health.

INTRODUCCIÓN

Las dietas veganas son aquellas que excluyen todo tipo de alimento de origen animal como huevos, carne, leche, miel, aves, productos lácteos y pescado, y quienes las adoptan suelen estar motivados principalmente por razones éticas o de salud (Norman y Klaus, 2020; Bakaloudi *et al.*, 2020; Iguacel *et al.*, 2019). El veganismo va más allá de ser sólo una dieta. Es, más bien, un estilo de vida donde se omite todo consumo de procedencia animal o que involucre su uso en la ropa, el calzado, los cosméticos o los artículos de higiene personal (Iguacel *et al.*, 2019).

En las últimas décadas el movimiento vegano ha ganado una importante popularidad en la población debido, en gran parte, a su promoción en redes sociales y a las plataformas virtuales de tendencias que, con base en una ideología vegana, combaten el cambio climático, defienden los derechos de los animales y están en favor del antiespecismo (Iguacel *et al.*, 2019; Rogerson, 2017). Sin embargo, muchos de los individuos que se inician en la vida vegana desconocen por completo las implicaciones que eso conlleva, en especial en su salud, pues ignoran los posibles riesgos y beneficios que una dieta vegana puede proporcionarles. Existen diversos estudios que evidencian los beneficios para la salud de esta dieta (Melina *et al.*, 2016; Dinu *et al.*, 2017; Marsh *et al.*, 2011), así como también aquellos que avalan sus riesgos (Bakaloudi *et al.*, 2020; Iguacel *et al.*, 2019).

AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

jose.gonzalezo@uaem.edu.mx

De acuerdo con este contexto, este artículo tiene dos objetivos principales: *a*) describir cuáles son los beneficios y los riesgos en la salud de una dieta vegana con el fin de determinar si los primeros superan a los segundos o viceversa y *b*) identificar vacíos en el conocimiento en torno al impacto de una dieta vegana en la salud que puedan orientar a futuras investigaciones para solucionar la controversia que la rodea.

1. METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una revisión narrativa de la literatura mediante una búsqueda en la base de datos PubMed de los términos “veganism” y “vegan diet”. Aplicando un filtro de los últimos cinco años, se incluyeron las principales publicaciones en orden de relevancia. La búsqueda se complementó con Google Académico para los términos “veganism” y “vegan diet” y “veganismo” y “dieta vegana” sin filtros de limitación temporal. Asimismo, se añadieron las publicaciones más sobresalientes tanto en idioma inglés como en español.

2. MOTIVACIONES Y RAZONES PARA SEGUIR UNA DIETA VEGANA

2. 1. Razones éticas y de salud

El grueso de la población que asume una dieta vegana dice estar impulsada gracias a dos razones fundamentales: éticas y de salud (Hoffman *et al.*, 2013; Mathieu y Dorard, 2016; Radnitz *et al.*, 2015; Paslakis *et al.*, 2020).

Las razones éticas se asocian a consideraciones de carácter filosófico, moral y emocional para con el bienestar animal (Costa *et al.*, 2019; Panizza, 2020; Mathieu y Dorard, 2016; Ruby *et al.*, 2016). Por ello, quienes se inician en una dieta vegana por estos argumentos suelen estar en favor del antiespecismo y, de igual manera, tienden a promover los derechos de los animales (Chuck *et al.*, 2016; Mathieu y Dorard, 2016). Está ampliamente reportado en la literatura el impacto tan excesivo que la industria ganadera tiene en el ambiente y en el cambio climático (Páez-Barón *et al.*, 2018; Pérez-Espejo, 2009), por lo que la generación de conciencia sobre los riesgos ecológicos que esta industria produce suele ser otro argumento de índole ético de las personas para comenzar una dieta vegana (Mathieu y Dorard, 2016). La exclusión de todo alimento de origen animal de la dieta, así como de cualquier producto que de ahí proceda, induce en los veganos una sensación de estar involucrados en el mantenimiento del bienestar y de la protección no sólo de los animales (Costa *et al.*, 2019; Rothgerber, 2014; Chuck *et al.*, 2016), sino también del medioambiente al reducir su huella hídrica y de carbono (Páez-Barón *et al.*, 2018). Se ha demostrado que los alimentos basados en plantas producen menos impacto ambiental por unidad de energía, por unidad de peso y por porción que aquellos que tienen origen animal. Debido a lo anterior, se ha propuesto a la dieta vegana/vegetariana como una dieta sostenible, es decir, que ocasiona bajo impacto ambiental y que concurre a la protección de la biodiversidad y ecosistemas, aunado a que es justa en el aspecto económico y a que permite la optimización de los recursos naturales y humanos; inclusive, se le hace alusión de forma implícita en los objetivos de desarrollo sostenible propuestos por la ONU (Doval, 2019; Vila, 2020). Una característica de quienes adoptan una dieta vegana por razones éticas es que por lo general lo hacen de manera brusca y repentina (Mathieu y Dorard, 2016), además de que la complementan con sustitutos cárnicos de soya, hecho que podría facilitar el proceso de adaptación que atraviesan (Radnitz *et al.*, 2015).

Los veganos motivados por razones de salud recurren esta dieta para adelgazar, evitar posibles enfermedades e incluso para reducir molestias físicas (Iguacel *et al.*, 2021; Mathieu y Dorard, 2016; Hoffman *et al.*, 2013; Radnitz *et al.*, 2015), aunque también lo hacen por los beneficios en favor de la salud física que produce el bienestar psicológico otorgado por el mantenimiento de una dieta vegana (Costa *et al.*, 2019; Mathieu y Dorard, 2016). En contraste con las personas que se inician en el veganismo por razones éticas, quien lo hace por razones de salud en su mayoría realiza un cambio de hábitos gradual que consiste en una dieta vegetariana restringida de carne, o con consumo ocasional, para luego limitar toda ingesta de cualquier producto de origen animal (Mathieu y Dorard, 2016), y tienden a consumir más fruta (Radnitz *et al.*, 2015).

2. 2. Otras razones y motivaciones

Las motivaciones de los individuos son prácticamente indisociables de un contexto, época y cultura de una sociedad, por lo que los alimentos seleccionados para la dieta están vinculados a dicho factores (Vilaplana, 2003; Parejo-Guzmán, 2018; Costa *et al.*, 2019). Por ejemplo, a pesar de que el catolicismo no prohíbe el consumo cotidiano de carne sí lo limita para determinadas fechas. En su caso, el judaísmo e islamismo lo hacen con cierto tipo de carne (en especial el cerdo), pero no la restringen (Parejo-Guzmán, 2018). A su vez, el budismo apoya la adopción de una dieta vegetariana (Mathieu y Dorard, 2016). Por lo tanto, el seguimiento de una dieta vegana o vegetariana podría estar impulsado por la premisa de que ayuda a mantener una mejor sintonía con una determinada cultura y religión en comparación con otro tipo de dieta.

El sentido de pertenencia y la constante búsqueda de identidad que predomina en los adolescentes –como consecuencia del intento por encontrar una respuesta a la pregunta “¿Quién soy yo?”– los impulsa a realizar acciones que los diferencie de los demás (Mathieu y Dorard, 2016; Hoffman *et al.*, 2013; Costa *et al.*, 2019), como puede ser una determinada forma de vestir, modificaciones corporales (tatuajes) o hasta tomar la decisión de pertenecer a un movimiento ideológico como el veganismo (Costa *et al.*, 2019; Hoffman *et al.*, 2013) –adoptando parcial o totalmente las actitudes y hábitos de esta población, lo que incluiría a su dieta– con el fin de satisfacer la necesidad de individualidad. En el sentido de utilidad, la implicación personal y la responsabilidad que genera el seguir una dieta vegana conforman la identidad de un individuo (Costa *et al.*, 2019; Fox y Ward, 2008).

Existe cierta controversia y escándalo por seguir una dieta vegana o vegetariana, puesto que se asocia a conductas ortoréxicas (Barthels *et al.*, 2018) –que corresponden a una obsesión patológica e irracional por comer sano y por la cantidad de alimentos ingeridos–, lo que se convierte en la principal preocupación de la persona e, incluso, en su objetivo de vida (Bonet y Garrote, 2016). Psicopatológicamente, es posible que uno de los síntomas iniciales subclínicos de la anorexia nerviosa esté constituido por una conducta vegana o vegetariana (Costa *et al.*, 2019; Mathieu y Dorard, 2016; Pslakis *et al.*, 2020), por lo que podría considerarse como una razón por la cual las personas son veganas al poseer conductas ortoréxicas; sin embargo, aún no hay evidencia suficiente que respalde dichas aseveraciones (Barthels *et al.*, 2018). Debido a esto, resulta valioso e interesante llevar a cabo investigaciones para determinar si una dieta vegana es producto de un comportamiento ortoréxico o el comportamiento ortoréxico es resultado de seguir una dieta vegana.

2. 3. Factores para el mantenimiento de una dieta vegana

Existen tres factores principales que influyen para el mantenimiento o abandono de una dieta vegana: *a)* factor individual y personal, *b)* factor social y *c)* factor medioambiental (Mathieu y Dorard, 2016; Ruby *et al.*, 2016). El primero hace referencia a las convicciones en la salud individual y en favor del bienestar animal y ecológico; en este punto es clave la adquisición de conocimientos sobre este estilo de vida, ya que influyen en la evolución de las motivaciones para continuar con la dieta (Costa *et al.*, 2019; Cherry, 2015). El segundo alude a la formación de círculos sociales con los cuales se compartan valores y conocimientos similares. Y el tercero se refiere a la disponibilidad de los recursos naturales y ambientales que faciliten el acceso a platos veganos y los sustitutos de productos cárnicos en los supermercados (Mathieu y Dorard, 2016; Ruby *et al.*, 2016).

3. PREVALENCIA DE LA POBLACIÓN VEGANA

3. 1. La población vegana en el mundo

Es complicado calcular la prevalencia de veganos en el mundo debido a que se dispone de muy pocos datos sociodemográficos al respecto (Norman y Klaus, 2020; Mathieu y Dorard, 2016). No obstante, el veganismo

ha ganado una importante popularidad durante la última década, y no sólo representa una tendencia para la generación *millennial* (Bakaloudi *et al.*, 2020), sino también un movimiento social (Paslakis *et al.*, 2020) en favor del antiespecismo, los derechos de los animales y del medioambiente. El aumento en la oferta de alimentos sustitutos de la carne, el incremento en la producción de vegetales, la creciente cantidad de establecimientos y restaurantes veganos y la proliferación en las tendencias de consumo vegano son sólo algunos de los indicadores de la popularidad que está alcanzando este estilo de vida (Norman y Klaus, 2020).

Algunos datos sociodemográficos sobre el veganismo informan una prevalencia de entre el 1 al 10% en Europa (Bakaloudi *et al.*, 2020; Allès *et al.*, 2017); en este marco, de entre el 1 al 4.3% en Alemania, de entre el 1% al 3% en Australia, el 2% en Inglaterra, de entre el 2 al 3% en Francia, 8% en Canadá y de entre el 5 al 8.5% en Israel (Paslakis *et al.*, 2020; Mathieu y Dorard, 2016; Radnitz *et al.*, 2015; Pfeiler y Egloff, 2018). En 2016 se encontró que en el Reino Unido hubo un incremento significativo de veganos durante la última década, pues pasaron de 150 000 a 542 000 (Costa *et al.*, 2019). Se estimó que en Estados Unidos en 1997 había de 300 000 a 500 000 veganos y para 2012 entre 2.5 millones a 6 millones (Radnitz *et al.*, 2015; Mathieu y Dorard, 2016; Tai Le y Sabaté, 2014), y del 2014 al 2017 el crecimiento de veganos fue del 600% al pasar de casi 4 millones a 20 millones (Costa *et al.*, 2019), lo que conforma el 5.5% de la población estadounidense actual.

3. 2. El veganismo en México

Existe muy poco conocimiento sociodemográfico y estadístico respecto a la población vegana en México. No obstante, algunos comunicados periodísticos estiman que es el país latinoamericano con más número de vegetarianos, ya que aproximadamente un 19% de la población es vegetariana, el 15% es flexitariana y el 9% es vegana (Gil-Castaldo, 2017). Sin embargo, dichos datos son cuestionables al no ser resultado de una pesquisa científica seria. La falta de información científica, sociodemográfica y estadística actualizada respecto a la población vegana en México es un parteaguas para futuras investigaciones.

4. IMPACTO DEL VEGANISMO EN LA SALUD: RIESGOS Y BENEFICIOS

4. 1. Evidencia de los beneficios de una dieta vegana

Se ha asociado al vegetarianismo y al veganismo con múltiples efectos benéficos para la salud: menor riesgo de enfermedades cardiovasculares, obesidad, diabetes *mellitus* tipo 2, cáncer de colon, cáncer de próstata, enfermedad del hígado graso no alcohólico, hipertensión arterial, síndrome metabólico, dislipidemia, enfermedad diverticular, artritis degenerativa (Costa *et al.*, 2019; Rogerson, 2017; Bakaloudi *et al.*, 2020; Rajaram y Sabaté, 2000; Alewaeters *et al.*, 2005; Appleby y Key, 2016; Melina *et al.*, 2016; Dinu *et al.*, 2017; Marsh *et al.*, 2011). Incluso, estos patrones dietéticos se han asociado con factores que incrementan la longevidad, pero no fundamentalmente con una mortalidad más baja (Norman y Klaus, 2020).

Un estudio transversal en 36 omnívoros y a 36 veganos (Menzel *et al.*, 2020), con una proporción igualitaria de hombres y mujeres, evaluó la asociación entre una dieta vegana y la inflamación con base en múltiples biomarcadores inflamatorios: Proteína C reactiva de alta sensibilidad (hsPCR por su siglas en inglés), interleucina-18 (IL-18), antagonista del receptor de interleucina-1 (IL-1 RA), molécula de adhesión intercelular-1 (ICAM-1 por sus siglas en inglés), adiponectina, ometin-1 y resistina. No se observaron diferencias significativas entre veganos y omnívoros en ninguno de los biomarcadores utilizados. Sin embargo, la duración de la dieta vegana se relacionó de manera positiva con las concentraciones de IL-18, IL-1 RA, resistina y hsPCR –esta última sólo se observó en aquellos que mantuvieron una dieta vegana por más de 4.8 años–. La reducción y normalización en los niveles de estos marcadores inflamatorios desempeñan un papel central en el desarrollo de enfermedades inflamatorias, metabólicas y autoinmunes al disminuir su prevalencia o intensidad. Este mismo estudio apoya la correlación

positiva entre los biomarcadores investigados y la circunferencia de cintura y el índice de masa corporal (IMC). Se argumentó que estos hallazgos podrían atribuirse al tipo y la cantidad de grasa consumida por los veganos, siendo los ácidos grasos insaturados los que más consumen, en comparación con los no veganos, lo que supondría su asociación inversa con la inflamación (Menzel *et al.*, 2020).

Lopez *et al.* (2019) en su metanálisis comparó el efecto en la presión arterial de una dieta vegana con otras que son menos restrictivas. Los resultados muestran que la primera no produjo un cambio significativo en la presión arterial sistólica o diastólica en comparación con las demás. El mismo estudio reveló en un análisis de subgrupos, donde la presión arterial sistólica basal era > 130 mmHg, que la dieta vegana provoca una disminución media en la presión sistólica y diastólica arterial. Por último, concluyen que este tipo de dieta se asocia con un menor riesgo de desarrollar hipertensión arterial y con una reducción en la presión arterial. No obstante, sus efectos benéficos no son distintos de los producidos por dietas menos restrictivas y de proporciones controladas recomendadas por las sociedades médicas (Lopez *et al.*, 2019).

Una revisión sistemática que incluyó 48 estudios, y que tuvo el objetivo de investigar la ingesta de macro y micronutrientes de la dieta vegana en adultos europeos para determinar si proporciona las cantidades de nutrientes recomendadas por la OMS, arrojó múltiples resultados (Bakaloudi *et al.*, 2020). Aquellos relacionados positivamente con la dieta vegana fueron una menor ingesta total de energía y grasas; en cambio, el consumo de fibra, vitamina B1, B6, C, así como de algunos minerales como el hierro, fósforo, magnesio y selenio, fueron mayores a los recomendados por la OMS. A la vez, se observó un IMC más bajo en veganos que en omnívoros. De igual manera, se encontró una menor cantidad de personas con obesidad y sobrepeso en la población vegana. El argumento plantea que la incidencia de enfermedad diverticular puede reducirse con una dieta vegana debido a su rica ingesta en fibra, la cual incrementa la evacuación y reduce el tránsito intestinal. Las personas veganas poseen un perfil de grasa omega-3 muy favorable, lo que podría ser la principal razón protectora de accidentes cerebrovasculares y enfermedades cardiovasculares. La dieta vegana se ha asociado a un incremento en el consumo de soya, una reducción en la ingesta de calcio y una baja ingesta en proteínas. En paralelo, estas condiciones se han relacionado con una menor incidencia de cáncer de próstata y una mejora en el estado nutricional durante el climaterio, así como con una reducción de sus síntomas. Asimismo, un mayor consumo de vitamina C se ha correlacionado de forma positiva con la prevención de enfermedades crónicas (Bakaloudi *et al.*, 2020). Una de las conclusiones de Bakaloudi *et al.* (2020) fue que las dietas veganas se asocian con una menor incidencia de varios tipos de cáncer debido a sus perfiles lipídicos y gastrointestinales más sanos; no obstante, la mortalidad en veganos no difiere de personas que consumen otras dietas.

El metanálisis de Dinu *et al.* (2017), que incluyó 86 estudios transversales y 10 prospectivos de cohortes, planteó que existe un efecto protector significativo en una dieta vegana/vegetariana frente a la incidencia y mortalidad por cardiopatía isquémica, así como en la incidencia de cáncer total. Sin embargo, no evidenció una reducción en la mortalidad por cáncer ni en la incidencia de enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares.

Los trabajos de Draper *et al.* (2018) y Kahleova *et al.* (2019) analizaron los efectos de una dieta vegana a corto plazo. El que realizó Draper *et al.* (2018) fue un estudio aleatorizado y cruzado de 21 personas (10 hombres y 11 mujeres), donde se compararon los efectos producidos en 48 horas de una dieta vegana contra una dieta basada en productos de origen animal. Encontraron que la dieta vegana reduce los triglicéridos, la insulina, los ácidos biliares, los niveles elevados de magnesio, el metabolismo de aminoácidos de cadena ramificada (BCAA), la protección de la insulina y el control del azúcar después de 48 horas. En el ensayo aleatorizado de Kahleova *et al.* (2019) participaron durante 16 semanas 75 adultos con sobrepeso. En este caso, el objetivo fue evaluar el rol de la cantidad de grasas dietéticas y la composición de ácidos grasos en la resistencia a la insulina, secreción de insulina y composición corporal. Se comparó una dieta vegana reducida en grasas contra una dieta habitual sin cambios. Uno de los hallazgos es que una dieta vegana reducida en grasas se asocia a la disminución de la masa grasa y de la resistencia a la insulina, así como a una mayor secreción de insulina (Kahleova *et al.*, 2019).

No se sabe a ciencia cierta cuál de los factores involucrados en el veganismo sea el que produce más efectos positivos en la salud, ya que si bien es cierto que involucra el consumo de alimentos ricos en moléculas bioactivas, grasas poliinsaturadas, fibra, antioxidantes y una menor cantidad de grasa saturadas, calorías y proteínas (Menzel *et al.*, 2020; Rogerson, 2017; Norman y Klaus, 2020; Iguacel *et al.*, 2021), se desconoce si el incremento en su consumo es lo que lo provoca. Esto debido a que los veganos reportan un estilo de vida mucho más saludable que los no veganos al presentar niveles más altos de actividad física, así como niveles más bajos de sedentarismo, ingesta de alcohol y consumo de tabaco, hábitos relacionados con una buena salud (González-Jaimes *et al.*, 2019; Ramos-Jiménez *et al.*, 2019; Bakaloudi *et al.*, 2020; Paslakis *et al.*, 2020). Es probable que las cualidades del estilo de vida vegano se deban al trabajo sinérgico de la dieta vegana y a los hábitos mencionados; sin embargo, resultaría interesante conocer cuál de ambos factores tiene más influencia. Al mismo tiempo, se ha planteado la incógnita sobre si los efectos de la dieta vegana se deben en gran medida a la vasta ingesta de alimentos de origen vegetal o a la restricción de los alimentos de origen animal, pues se ha demostrado que su consumo reducido o moderado, sobretodo de carnes rojas procesadas, tiene un impacto determinante en la reducción de morbilidad cardiovascular, así como en la prevalencia diabetes *mellitus* e hipertensión arterial (Pino *et al.*, 2009).

4. 2. Evidencia de los riesgos de una dieta vegana

Aunque una dieta vegana pueda proteger contra diabetes *mellitus* tipo 2, enfermedades cardiovasculares y obesidad, también existen múltiples evidencias científicas que señalan su relación con trastornos hematológicos, nerviosismo, deficiencias en el sistema inmune, entre otras patologías (Bakaloudi *et al.*, 2020).

Varios de los riesgos asociados a una dieta vegana se deben a la deficiencia de los macro y micronutrientes que en gran parte provienen de los alimentos de origen animal. Bakaloudi *et al.* (2020), en una revisión sistemática que incluyó 36 estudios transversales y 12 cohortes, reportaron que el consumo total de proteínas fue más bajo en la dieta vegana que en otros tipos de dieta; de igual manera, los veganos ingieren una menor cantidad de vitamina B2, B3, B12, zinc, calcio, yodo, selenio y vitamina D. Diversos estudios indican que la deficiencia de macro y micronutrientes conlleva a la aparición de diversas enfermedades; por ejemplo, en una dieta vegana una deficiencia de vitamina B12 puede producir anemia megaloblástica (González-Martínez *et al.*, 2016); debido a su actividad reguladora del sistema inmunológico, la deficiencia de zinc se asocia a trastornos de salud mental (depresión), dermatitis, diarrea y alopecia, que curiosamente tienen una mayor incidencia en población vegana. Se han registrado casos de hipotiroidismo en veganos a causa de una ingesta deficiente de yodo; por el contrario, una ingesta excesiva de yodo, en particular en quienes consumen demasiadas algas, se asocia con hipertiroidismo (Bakaloudi *et al.*, 2020; Yeliosof y Silverman, 2018). La deficiencia de calcio podría provocar un mayor riesgo de fracturas, así como una reducción en la densidad mineral ósea (DMO) (Iguacel *et al.*, 2019), y la de selenio, trastornos en la reproducción y debilidad muscular; este mineral desempeña un papel fundamental en la regulación del sistema inmunológico, salud mental, función tiroidea y como antioxidante, por lo que si existe una deficiencia, puede haber una alteración en dichas funciones (Bakaloudi *et al.*, 2020).

Iguacel *et al.* (2019) en su metanálisis analizaron el impacto de las dietas veganas/vegetarianas en el riesgo de fractura y la DMO y las compararon con dietas omnívoras. Incluyeron 20 estudios que en conjunto evaluaron a un poco más de treinta y siete mil participantes. Encontraron que tanto los veganos como los vegetarianos tenían una DMO menor que los omnívoros; los primeros mostraron una diferencia estadística significativamente mayor para riesgo de fracturas; dichos efectos producidos por la dieta vegana/vegetariana se remarcaron aún más en participantes que sobrepasan los 50 años. Concluyeron que tanto la dieta vegetariana como la dieta vegana se relacionan con DMO más baja, la cual está más remarcada en veganos, quienes reportaron un mayor riesgo de fracturas, todo en comparación con dietas omnívoras. Argumentaron que esto se debía a que el calcio, la vitamina B12, D y A, así como las proteínas de alto valor biológico suelen encontrarse en alimentos de origen animal y en

menores concentraciones en dietas veganas/vegetarianas, lo que podría tener un impacto en la salud ósea. Una teoría especula que también se podría deber a que la deficiencia de vitamina B12 eleva las concentraciones de homocisteína, lo que altera la remodelación ósea al incrementar la resorción ósea y disminuir el flujo sanguíneo y la formación ósea (Iguacel *et al.*, 2019). Es clave mencionar que los niveles aumentados de la homocisteína también fungen como factor de riesgo aterogénico y predictivo de enfermedad coronaria; asimismo, se ha reconocido como un importante marcador pronóstico de mortalidad y eventos de enfermedad cardiovascular (Santiso-Ramos *et al.*, 2016).

Un metanálisis y un estudio transversal evaluaron los efectos que una dieta vegana produce en la salud mental (Paslakis *et al.*, 2020; Iguacel *et al.*, 2021). En el primero se involucró a 13 estudios, que en conjunto fueron casi dieciocho mil personas en total, y se examinó (por medio de escalas y encuestas, a cuyos resultados se les asigna un puntaje) la relación que existe entre dietas veganas/vegetarianas con la salud cognitiva y mental. A pesar de que no se encontró una relación significativa entre la dieta y una puntuación de bienestar, estrés, depresión y deterioro cognitivo, sí se observaron menores cifras de ansiedad y mayor riesgo de depresión en los veganos/vegetarianos. Cabe destacar que las puntuaciones de ansiedad se invirtieron en menores de 26 años, pues se reporta un mayor riesgo de ansiedad en esta población (Iguacel *et al.*, 2021). En el segundo estudio se aplicó una encuesta trasversal a una población alemana (se incluyeron los datos de 2 449 adultos). Los resultados revelaron que en mujeres jóvenes, y con IMC bajo, las puntuaciones de depresión y psicopatología relacionadas con trastornos alimentarios fueron significativamente más elevadas en las dietas veganas y vegetarianas (Paslakis *et al.*, 2020). También se observó que el 5.3% de los omnívoros dio positivo a posibles casos de depresión y ansiedad, mientras que en veganos fue del 8.5% (Paslakis *et al.*, 2020). Estos efectos podrían deberse a las deficiencias de nutrientes como ciertos aminoácidos (metionina, triptófano, lisina, arginina, tirosina y b-alanina), vitamina B12, zinc, ácidos grasos omega-3 de cadena larga, creatina e incluso colesterol que pueden tener un efecto protector contra depresión y ansiedad (Iguacel *et al.*, 2021).

Otros factores negativos relacionado con una dieta vegana son la pérdida de peso excesiva, que conduciría a la pérdida de masa muscular, el malestar gástrico por exceso en el consumo de fibra, la reducción en los niveles de testosterona en hombres debido a una ingesta reducida de colesterol, anemia por deficiencia de hierro, ya que su biodisponibilidad obtenida por vegetales es menor que la derivada de productos animales –aun cuando se consuman más cantidades de hierro de origen vegetal– y los trastornos alimentarios ortoréxicos (Rogerson, 2017; Barthels *et al.*, 2018).

5. POBLACIONES SUSCEPTIBLES A LOS RIESGOS DE UNA DIETA VEGANA

Las múltiples deficiencias inducidas por una dieta vegana pueden representar un riesgo significativo para algunas poblaciones como niños, adolescentes, embarazadas, adultos mayores o ancianos y personas con enfermedades que restringen la ingesta de determinados alimentos (Norman y Klaus, 2020; Rogerson, 2017; Cofnas, 2019; Rashid *et al.*, 2021; Protudjer y Mikkelsen, 2020).

5. 1. Dieta vegana en la población pediátrica

Al parecer los neonatos, lactantes, niños y adolescentes conforman la población que más riesgo presenta al asumir una dieta vegana por las deficiencias ya mencionadas. Una dieta baja en calcio implica una problemática para el desarrollo óseo del infante, dado que en esta edad es cuando los requerimientos de calcio son mayores (Rogerson, 2017). Los fitoestrógenos en los veganos tienden a estar en niveles más elevados que en omnívoros y, si bien se han relacionado positivamente con la salud en adultos, en los niños podrían representar una complicación, ya que algunos estudios en animales han asociado los estrógenos con malformaciones en ovario, próstata, útero y glándula mamaria, así como con alteración en el cerebro, baja fertilidad y pubertad precoz (Cofnas, 2019).

Las deficiencias de zinc y de hierro en niños podrían acarrear efectos catastróficos: la primera está ligada a trastornos neurosensoriales e hipogonadismo, mientras que la segunda repercute en el aprendizaje, la memoria, la velocidad de procesamiento y el afecto (Cofnas, 2019). La dieta vegana casi no incluye ácido docosahexaenoico (DHA) y ácido eicosapentaenoico (EPA), que son fundamentales para el óptimo desarrollo del cerebro y la retina, en particular en los primeros dos años de vida; la deficiencia de DHA y EPA se asocia con trastornos neurocognitivos (Cofnas, 2019). Si se detecta un déficit de vitamina B12 en niños y no se corrige en uno a tres años, podría desarrollar condiciones neuropsiquiátricas irreversibles (Cofnas, 2019). En situaciones extremas la dieta vegana podría llevar a que un niño presente Kwashiorkor (Protudjer y Mikkelsen, 2020).

5. 2. Dieta vegana en el binomio madre-hijo

A pesar de que las mujeres embarazadas también representan una población susceptible por la alta demanda de nutrientes que implica el binomio madre-hijo, el feto es quien se ve más afectado por la dieta; la alimentación que recibe en este estado repercute enormemente en su salud aun mucho después de nacer (Aguilera-Méndez, 2020). Algunos efectos negativos derivados de las deficiencias de una dieta vegana durante el embarazo son parto prematuro, defecto del tubo neural, exceso de adiposidad, baja masa magra, aumento de la resistencia a la insulina, retraso en el crecimiento intrauterino, susceptibilidad a enfermedades crónicas y reducción de la respuesta auditiva y visual (Rashid *et al.*, 2021).

5. 3. Ancianos y otras poblaciones susceptibles

La dieta vegana en los adultos mayores, especialmente en quienes sobrepasan los 65 años, representa un riesgo para la salud, debido a que los BCAA y el potencial anabólico de las proteínas son necesarios para aumentar y mantener la masa muscular. Otras poblaciones susceptibles son aquellas que deben abstenerse de la ingesta de alimentos por alguna enfermedad previa, por ejemplo las personas con alergias y quienes padecen enfermedad celiaca; estas patologías exigen la limitación de ciertos alimentos, lo que presupone un déficit de los nutrientes que aportan, y si a eso se le suma una dieta vegana, la restricción podría llegar a grados extremos (Norman y Klaus, 2020; Protudjer y Mikkelsen, 2020).

PROSPECTIVA

La creciente ola del movimiento vegano se ha visto impulsada por otras tendencias que están en contra del cambio climático y por aquellos que están en favor de los derechos animales y el antiespecismo, temas relativamente recientes o que cuya popularidad ha aumentado hace poco. Y aunque esta población no deja de expandirse y las campañas que lo promueven tampoco, es un estilo de vida que se difundió gracias al contexto actual en el que vivimos, por lo que si bien a corto plazo se daría un crecimiento significativo, después podría descender, estancarse o tal vez revertirse. Pero no debería descartarse un escenario en donde un porcentaje considerable de la población sea vegana –y lo que epidemiológicamente representaría, es decir, un alza en las deficiencias nutricionales y sus consecuencias–, el cual podría verse favorecido bajo la instauración de políticas que fortalezcan el desarrollo sostenible mediante dietas que limiten el consumo de alimentos de origen animal. Múltiple evidencia científica avala que la fecha “no retorno” para frenar el cambio climático cada vez está más cerca y dichas medidas dietéticas parecen ser parte de la solución. Bajo estas circunstancias, resultaría imprescindible tener profesionales de la salud, nutriólogos y médicos que estén muy bien informados y capacitados para prevenir y tratar deficiencias nutricionales inducidas por una dieta vegana, y por cualquier otro tipo de dieta restrictiva, así como para prescribir su seguimiento en patologías donde se demuestre su eficacia o incluso para fines preventivos y profilácticos, siempre bajo un estricto control nutricional y médico.

CONCLUSIONES O RESULTADOS

La gran controversia que existe en torno al veganismo es más que evidente: múltiples estudios avalan sus efectos positivos sobre la salud, pero paralelamente se han evidenciado sus riesgos en el organismo. No se puede afirmar que la dieta vegana tiene más riesgos que beneficios o viceversa; más bien, se tiene que evaluar el riesgo-beneficio en cada persona, el cual dependerá de diversos factores como la edad, la presencia de alergias, el uso de suplementos alimenticios, enfermedades preexistentes, entre otros. No obstante, por sí sola, sin el adecuado seguimiento de un nutriólogo y un médico, representa un riesgo debido a que es necesario el suplemento alimenticio de algunos nutrientes como vitamina B12, omega-3, hierro, vitamina D y calcio, para reducir posibles deficiencias nutricionales. Dicho esto, queda claro que una dieta vegana bien planeada brinda los nutrimentos necesarios para el bienestar de las personas y, por ende, los beneficios. En este sentido, existe una diversidad de dietas que aportan estas mismas ventajas como la mediterránea o la DASH (Dietary Approach to Stop Hypertension), pero sin eliminar en su totalidad los alimentos de origen animal. A pesar de ello, los profesionales de salud, ya sean médicos o nutriólogos, deben tener muy en cuenta los principios éticos y morales por los que una persona elige un estilo de vida vegano y no dejarlos de lado e intentar persuadirlos de que existen alternativas más saludables y menos restrictivas. De este modo, es necesario que a los pacientes veganos les expongan los pros y contras, así como posibles opciones que se adecuen a su estilo de vida.

Se lograron detectar vacíos en el conocimiento, por lo que algunos temas deberían abordarse con mayor profundidad. A pesar de que sí existen algunos datos sobre la prevalencia de la población vegana, es complicado hacer una estimación precisa a nivel mundial, nacional y local a causa de la falta de datos sociodemográficos de esta población. Asimismo, sería interesante identificar si una dieta vegana es producto de un comportamiento ortoréxico o el comportamiento ortoréxico es resultado de seguir una dieta vegana. Aunque se sabe que sus beneficios se deben a la sinergia de una mayor ingesta de alimentos de origen vegetal, a la restricción de alimentos de origen animal y a mejores hábitos de salud, sería bastante enriquecedor ahondar en cuál es el factor con más impacto en la salud. Otro tópico fundamental es la determinación de aquellas poblaciones que son más susceptibles tanto a los riesgos como a los beneficios de una dieta vegana. El veganismo es un tema sumamente controvertido por todo lo que implica, pero eso puede cambiar si se llevan a cabo investigaciones que arrojen evidencias contundentes al respecto.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos las revisiones y observaciones del artículo a Jennifer Samantha Maldonado Gálves y a Kevin Jael Rodríguez Pineda, ambos licenciados en nutrición egresados de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Del mismo modo, a los árbitros de la revista CIENCIA *ergo-sum* por sus comentarios que aportaron una mejoría a la estructura y contenido.

REFERENCIAS

- Aguilera-Méndez, A. (2020). La nutrición materna y la programación metabólica: el origen fetal de las enfermedades crónicas degenerativas en los adultos. *CIENCIA ergo-sum*, 27(3). <https://doi.org/10.30878/ces.v27n3a7>
- Alewaeters, K., Clarys, P., Hebbelinck, M., Deriemaeker, P., & Clarys, J. P. (2005). Cross-sectional analysis of BMI and some lifestyle variables in Flemish vegetarians compared with non-vegetarians. *Ergonomics*, 48(11-14), 1433-1444. <https://doi.org/10.1080/00140130500101031>
- Allès, B., Baudry, J., Méjean, C., Touvier, M., Péneau, S., Hercberg, S., & Kesse-Guyot, E. (2017). Comparison of sociodemographic and nutritional characteristics between self-reported vegetarians, vegans, and meat-eaters from the NutriNet-Santé Study. *Nutrients*, 9(9), 1023. <https://doi.org/10.3390/nu9091023>

- Appleby, P. N., & Key, T. J. (2016). The long-term health of vegetarians and vegans. *Proceedings of the Nutrition Society*, 75(3), 287-293. <https://doi.org/10.1017/S0029665115004334>
- Bakaloudi, D. R., Halloran, A., Rippin, H. L., Oikonomidou, A. C., Dardavesis, T. I., Williams, J., Wickramasinghe, K., Breda, J., & Chourdakis, M. (2020). Intake and adequacy of the vegan diet. A systematic review of the evidence. *Clinical Nutrition*, 40(5), 3503-3521. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.11.035>
- Barthels, F., Meyer, F., & Pietrowsky, R. (2018). Orthorexic and restrained eating behaviour in vegans, vegetarians, and individuals on a diet. *Eating and Weight Disorders - Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity*, 23(2), 159-166. <https://doi.org/10.1007/s40519-018-0479-0>
- Bonet, R. y Garrote, A. (2016). Ortorexia. *Farmacia Profesional*, 30(1), 23-25. Disponible en <https://www.elsevier.es/es-revista-farmacia-profesional-3-articulo-ortorexia-X0213932416474614>
- Cherry, E. (2015). I was a teenage vegan: Motivation and maintenance of lifestyle movements. *Sociological Inquiry*, 85(1), 55-74. <https://doi.org/10.1111/soin.12061>
- Chuck, C., Fernandes, S. A., & Hyers, L. L. (2016). Awakening to the politics of food: Politicized diet as social identity. *Appetite*, 107, 425-436. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.08.106>
- Cofnas, N. (2019). Is vegetarianism healthy for children? *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(13), 2052-2060. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1437024>
- Costa, I., Gill, P. R., Morda, R., & Ali, L. (2019). "More than a diet": A qualitative investigation of young vegan Women's relationship to food. *Appetite*, 143, 104418. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.104418>
- Dinu, M., Abbate, R., Gensini, G. F., Casini, A., & Sofi, F. (2017). Vegetarian, vegan diets and multiple health outcomes: A systematic review with meta-analysis of observational studies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(17), 3640-3649. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1138447>
- Doval, H. C. (2019). Una alimentación saludable y una producción sustentable para la salud de nuestra población y de nuestro planeta. *Revista Argentina de Cardiología*, 87(3), 245-248. Disponible en <http://www.old2.sac.org.ar/revista-argentina-de-cardiologia/?numero=56716>
- Draper, C. F., Vassallo, I., Di Cara, A., Milone, C., Comminetti, O., Monnard, I., Godin, J. P., Scherer, M., Su, M.,... Martin, F. P. (2018). A 48-Hour vegan diet challenge in healthy women and men induces a BRANCH-Chain amino acid related, health associated, metabolic signature. *Molecular Nutrition & Food Research*, 62(3). <https://doi.org/10.1002/mnfr.201700703>
- Fox, N., & Ward, K. J. (2008). You are what you eat? Vegetarianism, health and identity. *Social Science & Medicine*, 66(12), 2585-2595. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2008.02.011>
- Gil-Castaldo, C. (2017). En México, 9% de la población es vegana y el 19% vegetariana. *Igualdad Animal México*. Disponible en <https://igualdadanimal.mx/blog/en-mexico-9-de-la-poblacion-es-vegana-y-el-19-vegetariana/>
- González-Jaimes, N., Tejeda-Alcántara, A. y Quintín-Fernández, E.. (2019). Indicadores antropométricos y estilos de vida relacionados con el índice aterogénico en población adulta. *CIENCIA ergo-sum*, 27(1). <https://doi.org/10.30878/ces.v27n1a6>
- González-Martínez, K. I., Farell-Rivas, J. y Bautista-Piña, V. (2016). Anemia megaloblástica por deficiencia de vitamina B12. *Medicina Interna de México*, 32(3), 359-363. Disponible en <https://medicinainterna.org.mx/article/anemia-megaloblastica-por-deficiencia-de-vitamina-b12/>
- Hoffman, S. R., Stallings, S. F., Bessinger, R. C., & Brooks, G. T. (2013). Differences between health and ethical vegetarians. Strength of conviction, nutrition knowledge, dietary restriction, and duration of adherence. *Appetite*, 65, 139-144. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2013.02.009>

- Iguacel, I., Huybrechts, I., Moreno, L. A. & Michels, N. (2021). Vegetarianism and veganism compared with mental health and cognitive outcomes: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition Reviews*, 79(4), 361-381. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuaa030>
- Iguacel, I., Miguel-Berges, M. L., Gómez-Bruton, A., Moreno, L. A., & Julián, C. (2019). Veganism, vegetarianism, bone mineral density, and fracture risk: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition Reviews*, 77(1), 1-18. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuy045>
- Kahleova, H., Hlozkova, A., Fleeman, R., Fletcher, K., Holubkov, R., Barnard, & Barnard, N. D. (2019). Fat quantity and quality, as part of a low-fat, vegan diet, are associated with changes in body composition, insulin resistance, and insulin secretion. A 16-Week Randomized Controlled Trial. *Nutrients*, 11(3), 615. <https://doi.org/10.3390/nu11030615>
- Tai Le, L., & Sabaté, J. (2014). Beyond meatless, the health effects of vegan diets: findings from the Adventist cohorts. *Nutrients*, 6(6), 2131-2147. <https://doi.org/10.3390/nu6062131>
- Lopez, P. D., Cativo, E. H., Atlas, S. A., & Rosendorff, C. (2019). The effect of vegan diets on blood pressure in adults: A meta-analysis of randomized controlled trials. *The American Journal of Medicine*, 132(7), 875-883. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2019.01.044>
- Mathieu, S., & Dorard, G. (2016). Végétarisme, végétalisme, véganisme: aspects motivationnels et psychologiques associés à l'alimentation sélective. *La Presse Médicale*, 45(9), 726-733. <https://doi.org/10.1016/j.lpm.2016.06.031>
- Marsh, K., Zeuschner, C., & Saunders, A. (2011). Health implications of a vegetarian diet: a review. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 6(3), 350-267. <https://doi.org/10.1177/1559827611425762>
- Melina, V., Craig, W., & Levin, S. (2016). Position of the academy of nutrition and dietetics: vegetarian diets. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(12), 1970-1980. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2016.09.025>
- Menzel, J., Biemann, R., Longree, A., Isermann, B., Mai, K., Schulze, M. B., Abraham, K. & Weikert, C. (2020). Associations of a vegan diet with inflammatory biomarkers. *Scientific Reports*, 10, 1933. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58875-x>
- Norman, K., & Klaus, S. (2020). Veganism, aging and longevity: new insight into old concepts. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 23(2), 145-150. <https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000625>
- Páez-Barón, E., Corredor-Camargo, E. y Fonseca-Carreño, J. (2018). La huella hídrica y la huella de carbono: herramientas para estimar el impacto de la ganadería bovina. *Pensamiento y Acción*, 24, 81-92. Disponible en https://revistas.uptc.edu.co/index.php/pensamiento_accion/article/view/8617
- Panizza, S. (2020). If veganism is not a choice: the moral psychology of possibilities in animal ethics. *Animals*, 10(1), 145. <https://doi.org/10.3390/ani10010145>
- Parejo-Guzmán, M. J. (2018). Diversidad alimenticia según las prescripciones religiosas. *Ilu. Revista de Ciencias de las Religiones*, 23, 191-216. <https://doi.org/10.5209/ILUR.61027>
- Paslakis, G., Richardson, C., Nöhre, M., Brähler, E., Holzapfel, C., Hilbert, A., & De Zwaan, M. (2020). Prevalence and psychopathology of vegetarians and vegans – Results from a representative survey in Germany. *Scientific Reports*, 10, 6840 <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63910-y>
- Pérez-Espejo, R. (2009). El lado oscuro de la ganadería. Problemas del Desarrollo. *Revista Latinoamericana de Economía*, 39(154). Disponible en <https://www.probdes.iiec.unam.mx/index.php/pde/article/view/7734>
- Pfeiler, T. M., & Egloff, B. (2018). Examining the “Veggie” personality: Results from a representative German sample. *Appetite*, 120, 246-255. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.09.005>

- Pino, A. L., Cediell, G. G. y Hirsch, S. B. (2009). Ingesta de alimentos de origen animal versus origen vegetal y riesgo cardiovascular. *Revista Chilena de Nutrición*, 36(3), 210-216. Disponible en https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182009000300003
- Protudjer, J. L. P., & Mikkelsen, A. (2020). Veganism and paediatric food allergy: two increasingly prevalent dietary issues that are challenging when co-occurring. *BMC pediatrics*, 20(1), 341. <https://doi.org/10.1186/s12887-020-02236-0>
- Radnitz, C., Beezhold, B., & DiMatteo, J. (2015). Investigation of lifestyle choices of individuals following a vegan diet for health and ethical reasons. *Appetite*, 90, 31-36. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.02.026>
- Rajaram, S., & Sabaté, J. (2000). Health benefits of a vegetarian diet. *Nutrition*, 16(7-8), 531-533. [https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(00\)00305-1](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(00)00305-1)
- Ramos-Jiménez, A., Hernández-Torres, R., Wall-Medrano, A., & Juárez-Oropeza, M. (2019). Autorreporte de enfermedades y patrón alimentario de adultos ≥ 50 años sedentarios vs. físicamente activos. *CIENCIA ergo-sum*, 26(3). <https://doi.org/10.30878/ces.v26n3a6>
- Rashid, S., Meier, V., & Patrick, H. (2021). Review of Vitamin B12 deficiency in pregnancy: a diagnosis not to miss as veganism and vegetarianism become more prevalent. *European Journal of Haematology*, 106(4), 450-455. <https://doi.org/10.1111/ejh.13571>
- Rothgerber, H. (2014). Efforts to overcome vegetarian-induced dissonance among meat eaters. *Appetite*, 79, 32-41. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2014.04.003>
- Rogerson, D. (2017). Vegan diets: practical advice for athletes and exercisers. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14, 36. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0192-9>
- Ruby, M. B., Alvarenga, M. S., Rozin, P., Kirby, T. A., Richer, E., & Rutsztein, G. (2016). Attitudes toward beef and vegetarians in Argentina, Brazil, France, and the USA. *Appetite*, 96, 546-554. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.10.018>
- Santiso-Ramos, M., López-Santiso, P., Robert-Companini, L. y Cabrera-Espinosa, O. (2016). Homocisteína, marcador de riesgo vascular. Revisión bibliográfica. *MEDICIEGO*, 22(4), 66-76. Disponible en <http://www.revmediciego.sld.cu/index.php/mediciego/article/view/564>
- Vilaplana, M. (2003). La alimentación como signo de cultura. *Offarm*, 22(4), 111-114. Disponible <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-la-alimentacion-como-signo-cultura-13046056>
- Vila, D.R. (2020). Hacia una alimentación sostenible: un esfuerzo multidisciplinario. *Nutrición Hospitalaria*, 37(2), 43-46. <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03356>
- Yeliosof, O., & Silverman, L. A. (2018). Veganism as a cause of iodine deficient hypothyroidism. *Journal of Pediatric Endocrinology & Metabolism*, 31(1), 91-94. <https://doi.org/10.1515/jpem-2017-0082>

CC BY-NC-ND



Caracterización fisicoquímica del agua de la planta potabilizadora Guarumo, provincia de Manabí, Ecuador

Cadenas-Martínez, Rubén; Barreiro-Vinces, Jesús D.

Caracterización fisicoquímica del agua de la planta potabilizadora Guarumo, provincia de Manabí, Ecuador

CIENCIA *ergo-sum*, vol. 30, núm. 1, marzo-junio 2023 | e189

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.



Cadenas-Martínez, R. y Barreiro-Vinces, J. D. (2023). Caracterización fisicoquímica del agua de la planta potabilizadora Guarumo, provincia de Manabí, Ecuador. *CIENCIA ergo-sum*, 30(1). <http://doi.org/10.30878/ces.v30n1a7>

Caracterización fisicoquímica del agua de la planta potabilizadora Guarumo, provincia de Manabí, Ecuador

Physical-chemical characterization of water from the Guarumo potabilizing plant, province of Manabi, Ecuador

Rubén Cadenas-Martínez*

Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador

ruben.cadenas@unesum.edu.ec

 <http://orcid.org/0000-0002-3248-2767>

Recepción: 22 de octubre de 2020

Aprobación: 11 de octubre de 2021

Jesús D. Barreiro-Vinces

Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador

jesusda1996@gmail.com

 <http://orcid.org/0000-0002-6500-6759>

RESUMEN

Se caracteriza la calidad del agua proveniente de la planta potabilizadora Guarumo a través de medidas de parámetros fisicoquímicos básicos. Las medidas se compararon con los valores establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana 1108 Quinta revisión. Los resultados muestran que los parámetros básicos para tener en cuenta son la turbiedad, la temperatura, el cloro residual y el pH. Los parámetros analizados cumplen con los requisitos establecidos en la norma para el periodo considerado y pueden utilizarse para monitorear permanentemente la calidad del agua, la cual se concluye que es de buena calidad.

PALABRAS CLAVE: calidad del agua, planta potabilizadora, parámetros fisicoquímicos.

ABSTRACT

The objective of this work was to characterize the quality of the water coming from the Guarumo water treatment plant through measurements of basic physicochemical parameters. For this, a selection of the parameters to be measured was made and these measurements were compared with the values established in the Ecuadorian Technical Standard 1108-2014 Fifth Revision. The results show that the basic parameters to take into account are turbidity, temperature, residual chlorine and pH. The parameters analyzed comply with the requirements established in the standard for the period of analysis and can be used to permanently monitor the quality of the water and it is concluded that the water is of good quality.

KEYWORDS: water quality, water treatment plant, physicochemical parameters.

INTRODUCCIÓN

El agua tiene un papel fundamental en todos los sectores de la economía y es esencial para alcanzar un desarrollo sostenible y para cumplir los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). Según un informe de INEC-Unicef (Molina *et al.*, 2018), hay alrededor de 663 millones de personas que no tienen acceso a *fuentes de agua mejoradas*, entendiéndose el concepto como el agua que proviene de la tubería en la vivienda, de la tubería en el patio o parcela, de la llave o pileta pública, de pozos protegidos, de manantiales protegidos, de botella o funda, de lluvia almacenada en un contenedor, de tanque o cisterna y de carro repartidor o tanquero.

Si el agua proviene de una fuente mejorada, puede considerarse como segura. Al respecto, los ODM plantean que el indicador de *agua segura* debe tener tres componentes fundamentales: calidad, suficiencia y cercanía de la fuente.

AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

ruben.cadenas@unesum.edu.ec

La calidad de este recurso para el consumo humano tiene algunas características microbiológicas y químicas que se encuentran estipuladas en la *Guías para la calidad del agua potable* de la OMS (2006). En términos generales, para que sea considerada segura se esperaría que esté libre de agentes patógenos y de sustancias tóxicas.

Para 2016, en Ecuador el 83.6% de los hogares ya contaba con acceso al agua por red pública (Molina *et al.*, 2018). De estos, a nivel nacional, el 70.1% de la población cuenta con agua segura, es decir sin contaminación por residuos fecales, con instalaciones cercanas, suficientes y con fuentes mejoradas. Estos resultados indican que el problema ya no es de acceso sino de calidad, ya que la cobertura más baja se encuentra en este componente, que alcanza el 79.3% de la población. Comparando las regiones, en la Sierra el 75.7% tiene agua segura, la Costa presenta una cobertura de 68.1% y la región con menor población beneficiada es la Amazonía, con sólo el 42.5% (Molina *et al.*, 2018).

Según la medición efectuada en 2010 (Molina *et al.*, 2018), existen 27 cantones con coberturas de servicio básico de agua de hasta el 25% de la población en sus territorios. Es decir, aproximadamente 3 de cada 4 personas no cuentan con agua suministrada por red pública y que tenga la fuente en la vivienda, lote o terreno. Los cantones en mayor situación de pobreza de la Costa pertenecen a las provincias de Manabí, Esmeraldas y Los Ríos; por su parte, las coberturas de agua en Muisne y Pedernales, cantones de Manabí y Esmeraldas, que ya eran bajas en 2010, resultaron aún más afectadas por el terremoto del 16 de abril del 2016.

En particular, entre los cantones con mejores coberturas –aquellos con cifras mayores al 75% de saneamiento básico (servicio higiénico adecuado y de uso exclusivo) según el Censo de Población y Vivienda 2010– está el de Santa Ana de Manabí, el cual presenta el 85% de saneamiento básico (Molina *et al.*, 2018). De hecho, es en este lugar donde se ubica la planta potabilizadora Guarumo, siendo el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Santa Ana el encargado de su manejo.

La planta potabilizadora de Guarumo posee un laboratorio para el análisis físico, químico y microbiológico que es capaz de analizar las distintas características de agua cruda, proveniente de la presa Poza Honda, y de agua potable, en donde se realiza un muestreo permanente para precisar su calidad. Los requisitos que debe cumplir el agua potable para el consumo humano están establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana del INEN (2014), la cual es una adaptación de las *Guías para la calidad del agua potable* de la OMS (2011). Estas normas se aplican no sólo a la determinación fisicoquímica y bacteriológica del agua, sino también a las actividades de inspección que garanticen su consumo para la población.

Los parámetros o variables seleccionados para evaluar la calidad del agua depende en gran medida del criterio de un experto, así como también de la información existente, del tiempo y de la localización y su importancia como estándar de calidad (Samboni *et al.*, 2007). Así, la selección de variables podría servir para evaluar las características organolépticas (color, olor y sabor) de la fuente, efecto sobre la vida acuática y la salud humana (Samboni *et al.*, 2007). Otro conjunto de variables tiene en cuenta el tipo de uso de la fuente, por ejemplo agua para consumo, recreación, riego, industria, entre otros (Samboni *et al.*, 2007). Ambos tipos de selección han sido tomadas en cuenta en la redacción del *Texto unificado de legislación secundaria* del Ministerio del Ambiente (2015) y de la Norma Técnica Ecuatoriana del INEN (2014).

La selección de los parámetros se agrupa en cuatro categorías: *a*) Las características fisicoquímicas del agua, en cuyo caso se evalúa la turbiedad, los sólidos (disueltos o en suspensión), el color, el olor, el sabor, la temperatura y el pH. *b*) La eutrofización, el cual es un proceso natural o antropogénico que consiste en el enriquecimiento de las aguas con nutrientes, nitratos y fosfatos; en este caso se miden las concentraciones de nitritos, nitratos, y compuestos del fósforo (P), entre ellos los ortofosfatos. *c*) Los aspectos de salud, los cuales se analizan por la presencia (o ausencia) de coliformes totales y fecales. *d*) El nivel de oxígeno en cuyo caso los parámetros que se miden son la demanda de oxígeno (DO), la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y la demanda química de oxígeno (DQO) (tabla 1).

TABLA 1
Selección de parámetros a medir según la categoría que debe cumplir el agua

Categorías	Parámetros a medir
Características físico-químicas	Turbiedad, sólidos (disueltos o en suspensión), color, olor, sabor, temperatura, cloro residual, pH y conductividad
Eutrofización	NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , ortofosfatos
Aspectos de salud	Coliformes totales y fecales
Nivel de oxígeno	OD, DBO, DQO

Fuente: elaboración propia basada en Samboni *et al.*, (2007).

Nota: DO = demanda de oxígeno, DBQ = demanda bioquímica de oxígeno, DQO = demanda química de oxígeno

El cloro residual, la turbiedad y el pH son parámetros claves porque están relacionados de forma directa con la desinfección; los dos últimos, en especial con el mantenimiento del grado de cloro libre residual en el agua y, por lo tanto, con la posibilidad de transmisión de agentes patógenos (Aurazo, 2004). Estos tres parámetros se caracterizan por ser muy inestables y, por ese motivo, se recomienda su análisis periódico en el campo o en un laboratorio, pero en el lapso requerido para cada uno, que en promedio son dos horas después de efectuado el muestreo (Aurazo, 2004). De allí se tomarían como parámetros fisicoquímicos básicos la turbiedad, la temperatura, el cloro residual y el pH.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

La planta de agua potabilizadora Guarumo está ubicada en la parroquia Honorato Vázquez del cantón Santa Ana. Su captación de agua cruda proviene por gravedad de la represa Poza Honda; en la actualidad distribuye agua potable a diferentes cantones como son Santa Ana, 24 de mayo y una parte del cantón Portoviejo.

La Corporación Reguladora del Manejo Hídrico de Manabí (CRM) construyó la planta entre 1969 y 1970. Con el paso del tiempo se convirtió en la principal fuente de dotación de agua potable de la provincia de Manabí. De ella se han abastecido varios cantones, entre ellos Portoviejo, que desde el 2000 cuenta con Cuatro Esquinas, su propia planta potabilizadora.

El municipio del cantón Santa Ana se hizo cargo del sistema de potabilización en 2011. Si bien la planta potabilizadora ya cumplió su vida útil, ha seguido con el funcionamiento y abastecimiento a las poblaciones aledañas. Sin embargo, debido a los problemas técnicos por los que atraviesa, de los 44 000 a 50 000 m³ de agua por día que debería producir en condiciones óptimas, sólo está produciendo entre 22 000 y 24 000 m³ diarios (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Santa Ana, 2019).

Para los análisis de los parámetros cloro residual, turbiedad y pH se tomaron muestras del agua de la planta entre enero y octubre de 2018, mientras que la temperatura se midió sólo en dos ocasiones por razones que se indican más adelante. La técnica de muestreo depende del tipo de análisis, los cuales siguieron los estándares establecidos por la American Public Health Association (2012).

Los datos recolectados se tabularon y compararon con aquellos valores fijados por la Norma Técnica Ecuatoriana del INEN (2014), la cual establece la calidad del agua potable.

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.1. Turbiedad

En el cuadro 1 se muestran los valores obtenidos para la turbiedad en enero, abril y octubre de 2018. De acuerdo con los resultados, los valores de turbiedad a la entrada de la planta son superiores a los de salida; en el caso de abril, esta diferencia es muy notable.

CUADRO 1
Turbiedad del agua medida a la entrada y a la salida de la planta potabilizadora Guarumo

a)			b)			c)		
Enero 2018			Abril 2018			Octubre 2018		
Día de muestreo	Turbiedad (NTU)		Día de muestreo	Turbiedad (NTU)		Día de muestreo	Turbiedad (NTU)	
	Entrada	Salida		Entrada	Salida		Entrada	Salida
4	3.95	0.80	2	69.31	2.96	3	5.11	0.71
10	4.52	1.10	3	61.22	1.92	18	3.95	0.78
16	3.98	0.95	5	48.01	2.05	29	6.37	0.63
Promedio	4.15	0.95	10	86.11	3.21	Promedio	5.14	0.71
Desviación estándar	0.32	0.15	12	89.23	2.34	Desviación estándar	1.21	0.08
			16	41.07	1.97			
			18	39.14	1.85			
			21	52.14	2.97			
			24	45.15	1.79			
			27	34.52	1.51			
			Promedio	56.59	2.26			
			Desviación estándar	19.37	0.59			

Fuente: elaboración propia.

Nota: NTU = Nephelometric Turbidity Unit.

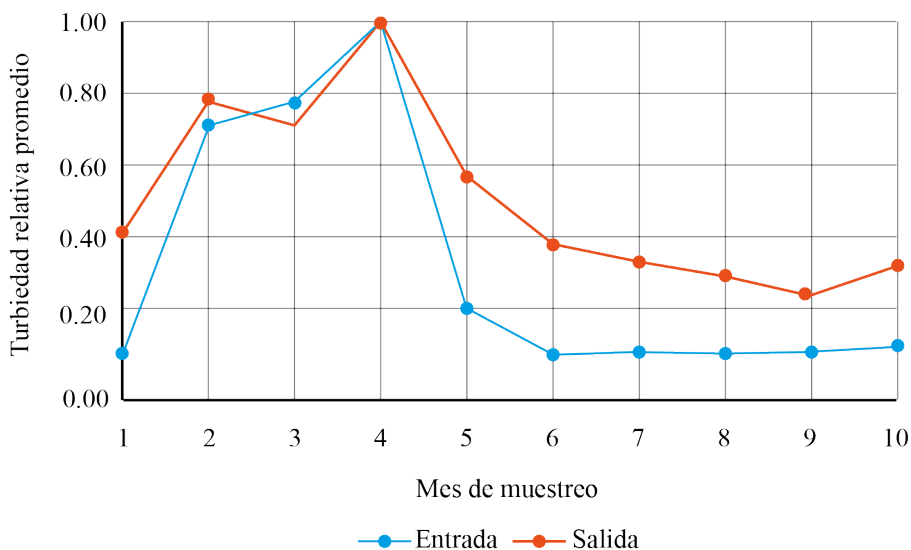
En el cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos para la turbiedad del agua de la planta Guarumo, mientras que en la gráfica 1 la variación relativa promedio de la turbiedad en la planta entre enero y octubre de 2018. Estos valores se obtuvieron al dividir el valor de la turbiedad entre el valor mayor para la situación considerada (entrada o salida).

CUADRO 2
Valores obtenidos para la turbiedad del agua de la planta potabilizadora de Guarumo

Mes	Turbiedad (NTU)	
	Entrada	Salida
Enero	4.15 ± 0.32	0.95 ± 0.15
Febrero	40.65 ± 24.39	1.78 ± 0.63
Marzo	44.15 ± 10.35	1.63 ± 0.74
Abril	56.59 ± 19.37	2.26 ± 0.59
Mayo	11.76 ± 8.34	1.29 ± 0.24
Junio	4.32 ± 0.44	0.88 ± 0.11
Julio	4.43 ± 0.56	0.77 ± 0.12
Agosto	4.29 ± 0.23	0.66 ± 0.05
Septiembre	4.55 ± 0.49	0.55 ± 0.66
Octubre	5.16 ± 1.21	0.71 ± 0.08

Fuente: elaboración propia.

Nota: NTU = Nephelometric Turbidity Unit.



GRÁFICA 1

Variación relativa de la turbiedad promedio a la entrada y salida de la planta

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con el cuadro 2, la turbiedad a la entrada de la planta es notablemente superior a la salida. Los valores mayores de turbiedad, tanto a la entrada de la planta como a la salida, corresponden a febrero, marzo, abril y mayo, los cuales coinciden con la época de lluvia en el cantón Santa Ana de la provincia de Manabí, zona en donde se ubica la planta potabilizadora de Guarumo. De febrero a mayo llega más agua a la planta, pero con más partículas en suspensión (arcilla, limo, tierra finamente dividida, etc.). Sin embargo, los valores de turbiedad a la salida de la planta son inferiores al valor establecido como máximo por la Norma Técnica Ecuatoriana del INEN (2014), lo que indica la eficacia de los procesos tendientes a eliminación de la turbiedad en la planta potabilizadora de Guarumo.

En términos relativos, la gráfica 1 exhibe la variación de la turbiedad promedio a la entrada y de salida de la planta. De acuerdo con la gráfica, el comportamiento de ambas curvas son bastantes similares y consideramos que son un reflejo de la época lluviosa en la que fueron tomados los datos. El hecho que la curva de salida sea parecida a la de entrada indica, a nuestro parecer, que la cantidad de turbiedad removida a la salida depende de la cantidad de turbiedad a la entrada; entre más turbiedad entra a la planta, más turbiedad será removida, lo que de nuevo da cuenta de la eficacia de los métodos de remoción de turbiedad aplicados.

2. 2. Temperatura

Las altas temperaturas impactan de modo negativo en la calidad del agua al favorecer el crecimiento de microorganismos que pueden afectar el sabor, olor y color (OMS, 2011). Por lo tanto, es primordial que la temperatura no esté demasiado alta para no tener proliferación microbiana. La temperatura afecta las actividades biológicas, químicas y físicas en el agua y además un aumento provoca la disminución de la solubilidad del oxígeno.

A menos de que existan, aguas arriba de la planta, instalaciones industriales que utilicen el agua en sus procesos, la temperatura del agua de la planta reflejará la temperatura ambiente originada en el ciclo natural de las estaciones. Este es el caso que se observa en este artículo, por lo que sólo se midieron los valores del 7 de marzo y del 2 de abril. En ambos casos el valor obtenido fue de 28.6 °C.

2. 3. pH

En el cuadro 3 se concentran los valores obtenidos para el pH del agua de la planta potabilizadora de Guarumo. Aunque el pH no suele afectar de manera directa a los consumidores, es uno de los parámetros operativos más imprescindibles de la calidad del agua (OMS, 2011). Valores de pH iguales o superiores a 6.5 son los que se recomiendan en el agua potable para prevenir la corrosión (Oyem *et al.* 2014). Valores de pH por arriba de 8.0 hacen que los métodos de tratamiento y desinfección con cloro no sean tan eficaces (OMS, 2011). Así, los valores de pH comprendidos entre 6.5 y 8.5 son los que se consideran indicadores de buena calidad del agua. De acuerdo con la cuadro 3, los valores obtenidos para el pH (promedio 7) están entre estos valores, lo cual garantiza también conseguir mayor desinfección del agua con una menor dosificación de desinfectante (Lahora *et al.*, 2019).

CUADRO 3
Valores del pH del agua de la planta de Guarumo medidos en diferentes épocas de 2018

Mes	Día	pH
Enero	4	7.00
	10	7.00
	16	7.00
Febrero	5	7.00
Marzo	6	7.20
	7	6.80
Abril	2	7.00
Mayo	16	7.00
Junio	13	7.00
Julio	12	6.80
Agosto	16	7.00
Septiembre	17	7.20
Octubre	3	7.00
	18	7.00
	29	7.00

Fuente: elaboración propia

2. 4. Cloro residual

El cloro es el desinfectante de mayor uso debido a su bajo costo, a su fácil comercialización y a que tiene un efecto residual sobre el agua. Al proceso de desinfección mediante el cloro se le denomina *cloración*. En la cloración se producen dos tipos de cloro residual: el libre y el combinado. El remanente de cloro en el agua después de que parte del añadido reaccione en su proceso de desinfección, se denomina *cloro residual libre*. Este es un agente oxidante más activo y de acción bactericida más lenta que el cloro residual combinado (Aurazo, 2004).

La reglamentación técnico-sanitaria establece que las aguas distribuidas para consumo humano deberán contener en todo momento cloro residual libre o combinado u otros agentes desinfectantes. En el cuadro 4 se apuntan los valores del cloro residual libre obtenido para el agua de la planta de Guarumo medido para diferentes fechas.

Como se observa, todos los valores del cloro libre medidos se encuentran entre 1.2 y 1.5 mg/l (promedio 1.4 mg/l); estos valores están comprendidos en el intervalo 0.3-1.5 mg/l establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana del INEN (2011) como cantidad de cloro libre que debe cumplir el agua potable.

CUADRO 4
Valores del cloro residual libre obtenido para el agua de la planta de Guarumo

Mes	Día	Cl libre (mg/L)	Mes	Día	Cl libre (mg/L)	Mes	Día	Cl libre (mg/L)
Enero	4	1.2	Abril	2	1.2	Junio	5	1.2
	10	1.2		3	1.5		8	1.5
	16	1.3		5	1.5		13	1.5
Febrero	2	1.2		10	1.5		21	1.5
	5	1.5		12	1.5		25	1.5
	9	1.5		16	1.5		29	1.5
	15	1.3		18	1.3	Julio	4	1.5
	19	1.5		21	1.3		12	1.5
	21	1.5		24	1.3		23	1.5
26	1.5	Mayo	3	1.2	Agosto	16	1.4	
Marzo	6		1.5	7		1.5	28	1.5
	9		1.5	9	1.5	6	1.5	
	14		1.5	14	1.5	Septiembre	17	1.5
	20		1.3	16	1.2		27	1.5
	23		1.5	21	1.2	Octubre	3	1.5
	28		1.5	23	1.5		18	1.5
			25	1.5	29		1.5	
			30	1.5	Promedio		1.4 mg/L	
				Desviación estándar		0.1 mg/L		

Fuente: elaboración propia.

ANÁLISIS PROSPECTIVO

Entre los derechos humanos fundamentales se reconoce el derecho a un medioambiente sano relacionado con condiciones sanitarias básicas, suministro adecuado de agua y de factores ambientales que contribuyan a mejorar la salud. Así, el derecho a un adecuado nivel de vida contiene, entre otros, servicios adecuados de agua y saneamiento. Este planteamiento está recogido en “Agua limpia y saneamiento”, sexto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (2015), el cual propone garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos mediante dos metas específicas: *a)* lograr el acceso universal y equitativo al agua segura para beber y *b)* lograr el acceso equitativo a servicios de saneamiento e higiene adecuados para todos y poner fin a la defecación al aire libre, además de prestar especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones vulnerables.

Ecuador es uno de los países en Latinoamérica con mayor cantidad de agua dulce por habitante y si bien el 70% de la población cuenta con agua segura, un 30% aún no lo hace y se expone a consumir agua con contaminación fecal. Además, alrededor de un 90% de las aguas residuales no son tratadas en el país. A esta problemática se suma el crecimiento de la población, pues ejerce cada vez más presión sobre los recursos hídricos y los efectos del cambio climático que, de no tomar de inmediato las previsiones indicadas por las Naciones Unidas, podría generar escasez de agua dulce en las próximas décadas. Todo lo anterior es motivo de preocupación en el ámbito mundial, puesto que se ha venido afectando la calidad del agua y con ello, en forma directa, en la salud humana.

En particular, en las áreas rurales el problema principal para la calidad del agua de bebida es la contaminación de tipo biológico, en especial la bacteriana. Por lo general, la calidad del agua se determina comparando las

características fisicoquímicas y microbiológicas de una muestra con unas directrices de calidad o estándares ya establecidos en las diversas normativas de calidad nacionales o internacionales. En este artículo se mostró que, aun cuando no se efectúen análisis bacteriológicos, se puede monitorear permanentemente la calidad a través de cuatro aspectos fisicoquímicos de importancia práctica: el cloro residual, la turbiedad, el pH y la temperatura. Aun así, es necesario llevar a cabo estudios de los indicadores microbiológicos con el fin de garantizar que el agua sea segura para el consumo humano.

CONCLUSIONES

La turbiedad, la temperatura, el pH y el cloro residual pueden ser utilizados como parámetros fisicoquímicos básicos para monitorear permanentemente la calidad del agua. En cuanto a los valores presentados en este artículo, la turbiedad a la entrada de la planta es superior a la de salida; sin embargo, los valores de esta última se encuentran en el intervalo (1.15 ± 0.57) NTU (Nephelometric Turbidity Unit), muy por debajo de los 5 NTU, que es el valor límite establecido por el INEN. Los valores de la turbiedad a la salida son imperceptibles por los usuarios e indican que los procesos de reducción de la turbiedad empleados en la planta son eficaces.

La temperatura del agua de la planta refleja la temperatura ambiente originada en el ciclo natural de las estaciones y que no existen, aguas arriba de la planta potabilizadora, instalaciones industriales que utilizan el agua proveniente de la presa Poza Honda en sus procesos. Esto indica que el agua que llega a la planta no es utilizada previamente ni en procesos industriales ni como elemento refrigerante.

Los valores de pH obtenidos (promedio 7) indican que el agua no es corrosiva y garantiza, además, que los métodos de tratamiento y desinfección con cloro son eficaces. Los valores del cloro residual alcanzados (1.4 ± 0.1 mg/l) indican la presencia de un remanente del desinfectante capaz de asegurar la inhibición o muerte de las bacterias patógenas.

Dados los resultados conseguidos para los parámetros fisicoquímicos básicos, todos los cuales cumplen los requisitos establecidos en la normativa ecuatoriana para el agua potable, se puede concluir que el agua que suministra la planta potabilizadora de Guarumo es de buena calidad. A pesar de ello, si bien los resultados indican que la mayor parte de la turbiedad es removida por los procesos de la planta, y que además existe cloro residual en el agua, se recomienda realizar la determinación de coliformes totales y *E. Coli* por medio de métodos estándares para garantizar que el agua sea microbiológicamente segura para el consumo humano.

REFERENCIAS

- APHA (American Public Health Association). (2012). *Standard Methods for examination of water and wastewater* (22nd edition).
- Aurazo, M. (2004). *Organización Panamericana de la Salud. Manual para análisis básicos de calidad del agua de bebida*. Disponible en <http://elaguapotable.com/manual%20analisis%20basicos%20CA.pdf>
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Santa Ana (2019). *Sistema de Agua Potable de Guarumo presenta problemas para dotar de agua*. Disponible en <http://santaana.gob.ec/2019/06/26/sistema-de-agua-potable-de-guarumo-presenta-problemas-para-dotar-de-agua-potable-a-cantones-manabitas/>
- INEN (Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización). (2014). *Norma Técnica Ecuatoriana. Agua potable: Requisitos. NTE INEN 1108 Quinta revisión 2014-01*. Disponible en <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1108.pdf>
- Lahora, A., Ayuso, L. y Martínez, S. (2019). Subproductos de la desinfección de aguas residuales con hipoclorito: cloratos y trihalometanos. *TecnoAqua*, 35, 54-63. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/332228092>

- Le Chevallier, M. W. & Norton, W. D. (1992). Examining relationships between particle counts and Giardia, Cryptosporidium, and Turbidity. *Journal of the American Water Works Association*, 84, 54-60. Disponible en <https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.1992.tb05902.x>
- Marcó, L., Azario, R., Metzler, M. y Garcia, M. (2004). La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadoras a partir de fuentes superficiales. *Higiene y Sanidad Ambiental*, 4, 72-82. Disponible en [http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc510156890491c_Hig.Sanid.Ambient.4.72-82\(2004\).pdf](http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc510156890491c_Hig.Sanid.Ambient.4.72-82(2004).pdf)
- Ministerio del Ambiente (2015). *Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua. Texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente*. Disponible en <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112180.pdf>.
- Molina, A., Pozo, M. y Serrano, J. (2018). *Agua, saneamiento e higiene: medición de los ODS en Ecuador*. INEC-UNICEF. Disponible en https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/AGUA._SANEAMIENTO_e_HIGIENE.pdf
- Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de desarrollo Sostenible*. Disponible en <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2006). *Guías para la calidad del agua potable*. Disponible en https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf?ua=1
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2011). *Guías para la calidad del agua de consumo humano*, cuarta edición. Disponible en <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>
- Oyem, H., Oyem, I. & Ezeweali, D. (2014). Temperature, pH, electrical conductivity, total dissolved solids and chemical oxygen demand of groundwater in Boji-BojiAgbor/Owa area and immediate suburbs. *Research Journal of Environmental Sciences*, 8(8). 444-450. Disponible en <https://doi.org/10.3923/rjes.2014.444.450>.
- Samboni, N., Carvajal, Y. y Escobar, J. (2007). Revisión de parámetros físicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Revista Ingeniería e Investigación*, 27(3). 172-181. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64327320>

CC BY-NC-ND

Análisis de las actividades primarias en la economía mexicana, 1970-2022

Sánchez Torres, Yolanda; Terrones Cordero, Aníbal; Guzmán Soria, Eugenio

Análisis de las actividades primarias en la economía mexicana, 1970-2022

CIENCIA *ergo-sum*, vol. 30, núm. 1, marzo-junio 2023 | e190

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.



Sánchez Torres, Y., Terrones Cordero, A. y Guzmán Soria, E. (2023). Análisis de las actividades primarias en la economía mexicana, 1970-2022. CIENCIA *ergo-sum*, 30(1). <http://doi.org/10.30878/ces.v30n1a8>

Análisis de las actividades primarias en la economía mexicana, 1970-2022

Analysis of primary activities in the Mexican economy, 1970-2022

Yolanda Sánchez Torres

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

yolanda_sanchez10097@uaeh.edu.mx

 <http://orcid.org/0000-0002-7372-6123>

Recepción: 6 de septiembre de 2021

Aprobación: 15 de octubre de 2021

Aníbal Terrones Cordero*

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México

anibal_terriones@uaeh.edu.mx

 <http://orcid.org/0000-0002-2959-1807>

Eugenio Guzmán Soria

Instituto Tecnológico de Celaya, México

eugenio.guzman@itcelaya.edu.mx

 <http://orcid.org/0000-0003-4713-7154>

RESUMEN

Se estiman las demandas de mano de obra, crédito de la banca de desarrollo, fertilizantes nitrogenados, tractores y fertilizantes fosfatados-potásicos de las actividades primarias de México durante 1970-2019 mediante la función de costo *translog*. Los cinco insumos resultaron inelásticos. La mano de obra, fertilizantes y tractores incrementan la producción primaria en México. A saber, la mano de obra es complementaria con los fertilizantes nitrogenados y el crédito de la banca de desarrollo se sustituye con todos los insumos. Para 2022, se requieren aumentos mayores a 1.10%, 0.14% y 0.08% de la mano de obra, tractores y fertilizantes nitrogenados respectivamente para garantizar crecimiento de las actividades primarias.

PALABRAS CLAVE: actividades primarias, función de costo *translog*, mecanización, fertilizantes, demanda de insumos.

ABSTRACT

The objective of this research was to estimate the demands for labor, development bank credit, nitrogen fertilizers, tractors and phosphate-potassium fertilizers of primary activities of Mexico during 1970-2019, using the function cost *translog*. All five inputs were inelastic. Labor, fertilizers and tractors increase the primary production in Mexico. Labor was complementary with nitrogen fertilizers, and development bank credit showed a relation of substitution with all inputs. By 2022, increases greater than 1.10%, 0.14% and 0.08% of labor, tractors and nitrogen fertilizers respectively are required to guarantee growth of primary activities.

KEYWORDS: primary activities, *translog* cost function, mechanization, fertilizers, demand of inputs.

INTRODUCCIÓN

Las actividades primarias formadas por la agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza han presentado una evolución decreciente en cuanto a su contribución al PIB (Producto Interno Bruto) de México: 12.18, 8.35, 7.99, 4.10, 3.40 y 3.36% para 1970, 1980, 1990, 2000, 2010 y 2019 respectivamente, con un crecimiento promedio anual de 0.42% durante el periodo 1982-2019 y de sólo 0.28% en 2019 (INEGI, 2021a).

AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

anibal_terriones@uaeh.edu.mx

La crisis del sector primario se ha agudizado debido al escaso financiamiento al campo, a las actividades llevadas a cabo de forma tradicional y con tecnología obsoleta que no han permitido incrementar la productividad de la mano de obra y al abandono de la producción agropecuaria; en consecuencia, estas condiciones contribuyen a la pobreza, marginación y emigración de los habitantes del campo (Sánchez *et al.*, 2015; Terrones *et al.*, 2020). Wang *et al.* (2018) concluyeron que es necesario facilitar el crédito bancario inclusivo a productores agrícolas de bajos recursos para la adquisición de insumos y pago de mano de obra con el fin de fomentar la rentabilidad de las actividades primarias y garantizar el desarrollo sostenible de la agricultura y del medio rural de las regiones pobres. Moahid y Maharjan (2020) y Moahid *et al.* (2021) determinaron que las medianas y grandes empresas agrícolas de Afganistán tienen acceso al crédito formal y lo utilizan para adquirir tecnología moderna e insumos para la producción, lo cual produce mayores rendimientos en las actividades primarias; en cambio, las pequeñas empresas agrícolas no disponen del crédito formal, por lo que se ven en la necesidad de adquirir uno informal, pero con mayores tasas de interés y, por lo tanto, menor beneficio. Ante esto, recomiendan el diseño e implementación de un sistema crediticio preferente para que los pequeños productores agrícolas tengan posibilidades de solicitar este tipo de crédito y contribuir al desarrollo sostenible de la producción primaria. Ullah *et al.* (2020) encontraron que el crédito agrícola formal, en la región de Khyber Pakhtunkhwa, Pakistán, se otorga a productores con fincas grandes y con amplios conocimientos sobre agricultura de mercado y sistema financiero; además, plantearon una asociación positiva entre el acceso al crédito agrícola formal y la adopción de tecnología agrícola actualizada, lo que permite incrementar los rendimientos de los cultivos y acrecentar las ganancias de los productores.

Paudel *et al.* (2020) y Takeshima *et al.* (2020) detectaron que el uso de la mecanización en la producción de granos en fincas pequeñas de Nepal ayuda a incrementar el rendimiento y oferta de alimentos, lo que contribuye a disminuir la emigración de la población en zonas rurales y a mejorar las condiciones de vida de los agricultores.

Para salir del estancamiento que padece el sector agrícola de México, Cruz y Polanco (2014) proponen que es necesario aplicar una política agrícola integral que permita aumentar la productividad y la generación de excedentes productivos de las actividades primarias mediante políticas públicas que favorezcan la investigación para producir insumos mejorados, asesoría técnica, apoyo financiero preferente, desarrollo de infraestructura hidráulica y de transporte, apoyo a la comercialización e industrialización y fijación de precios de garantía. Sánchez *et al.* (2015) establecieron que la rentabilidad de la producción agropecuaria requiere de instituciones gubernamentales, educativas y de investigación capaces de impulsar estrategias competitivas en la producción de alimentos y materias primas mediante apoyos públicos, formación de capital humano con alto conocimiento en las actividades primarias y desarrollo de tecnología agrícola.

La política agrícola de la administración federal de México 2018-2024 establece acciones prioritarias para el fomento del sector primario, tales como el otorgamiento de financiamiento, asesoría técnica y mejoramiento genético con el propósito de crear empleos en el campo, disminuir la emigración y lograr la autosuficiencia alimentaria (SEGOB, 2019). Torres y Rojas (2015) atribuyeron el estancamiento del sector primario a la aplicación de una inadecuada política pública de fomento al campo, por lo que recomiendan una política pública integral de apoyo a los pequeños y medianos productores agropecuarios. Sosa *et al.* (2017) enfatizaron la importancia del sector primario en la economía mexicana, ya que produce alimentos para la población y contribuye al desarrollo de los sectores secundario y terciario de México mediante la provisión de materias primas y mano de obra.

La estimación de la demanda de factores de un proceso productivo permite caracterizar el comportamiento de la producción y la interacción entre los insumos (Weaver, 1983; Önel, 2018). López y Tung (1982) analizaron las demandas de pesticidas, fertilizantes, mecanización, tierra y capital del sector primario de Canadá mediante el uso de una función de costo Leontief generalizada; identificaron que la mecanización presentó sustitución con el trabajo y complementariedad con fertilizantes. Terrones *et al.* (2020) caracterizaron el comportamiento del sector primario en México durante 1980-2020 y estimaron las demandas del crédito de la banca de desarrollo, fertilizantes nitrogenados, maquinaria y mano de obra por medio de una función de costo *translog*. Con base en los resultados, encontraron que todos los factores fueron inelásticos y que el crédito otorgado por la banca

de desarrollo presentó sustitución con mano de obra, fertilizantes y maquinaria. Lo anterior indica que ante aumentos en los precios el productor se ve en la necesidad de demandar mayor crédito bancario para la compra de insumos. Así pues, sugieren una disminución de las tasas de interés de la institución bancaria para adquirir mayores recursos y con ello disponer de los insumos para la producción agropecuaria.

Assa *et al.* (2013), usando una función de costo translog en la producción de papa en el distrito de Dedza, Malawi, determinaron que la mano de obra y los fertilizantes presentan una relación de sustitución (1.14), por lo que su planteamiento está dirigido a la expansión de una política de crédito para adquirir insumos agrícolas con la finalidad de que incremente la rentabilidad de la papa. Wijetunga (2016), utilizando una función de ganancia translog, estimó la oferta de producto y demanda de insumos en la producción de arroz en los distritos de Anuradhapura, Hambantota, Kurunegala y Polonnaruwa in Sri Lanka. En este sentido, señala que el fertilizante presentó una demanda inelástica respecto a su precio (-0.05) y la mano de obra se complementó con los fertilizantes. Mukherjee y Pradhan (2016) con una función de ganancia translog analizaron el comportamiento de los insumos mano de obra, fertilizantes y pesticidas en la producción agrícola en cuatro regiones rurales de la India. Las elasticidades precio de las demandas de insumos resultaron negativas e inelásticas y los insumos mostraron una relación de complementariedad.

Zhu *et al.* (2016), aplicando una función de costo translog en la producción de granos en China, obtuvieron una relación de sustitución entre la mecanización agrícola y la mano de obra atribuible al incremento del costo del trabajo inducido por la urbanización y el crecimiento del sector manufacturero.

A partir de la interrogante “¿Qué insumos determinan el comportamiento de las actividades primarias en México durante el periodo 1970-2019?”, el objetivo de este artículo es estimar la demanda de cinco insumos: mano de obra, crédito de la banca de desarrollo, fertilizantes nitrogenados, tractores y fertilizantes fosfatados-potásicos de las actividades primarias de la economía mexicana durante el periodo 1970-2019, y una simulación para 2020-2022, con el uso de la función de costo translog mediante el método de estimación Regresión Aparentemente no Relacionada del Statistical Analysis System (SAS) versión 9.0 (SAS, 2013). Bajo el supuesto de que los tractores, fertilizantes y mano de obra contribuyen de manera directa al crecimiento del sector primario de México, donde los productores utilizan el crédito institucional para la compra de los insumos, los estimadores permitieron calcular las elasticidades propias y cruzadas y de esta manera se determinó el comportamiento de la demanda ante cambios en el precio y las relaciones de sustitución y complementariedad entre pares de insumos.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

1. 1. Fuentes de información

Este artículo consideró cifras anuales de precios y cantidades de los insumos mano de obra, crédito de la banca de desarrollo, fertilizantes nitrogenados, tractores y fertilizantes fosfatados-potásicos, y del PIB de las actividades primarias de México durante 50 años (1970-2019). Los valores están a precios de 2013, de acuerdo con el deflactor del PIB año base 2013 (IMF, 2021). En relación con la mano de obra, se tomaron en cuenta los jornales empleados (INEGI, 2021b) y la remuneración por jornal promedio anual (INEGI, 2021c). Para el crédito habilitado por la banca de desarrollo se recurrió al Banco de México (2021a), la tasa de interés fijada por la institución crediticia se consideró como precio del crédito (Banco de México, 2021b). De la FAO (2021a) se captaron las unidades y precio de los tractores. Las cantidades de los fertilizantes nitrogenado y fosfatados-potásicos se obtuvieron de la FAO (2021b) y para conseguir el total de fertilizantes fosfatados-potásicos se sumaron las cantidades de los fosfatados y potásicos, donde los precios se tomaron de la FAO (2021c); para el caso de los fertilizantes fosfatados-potásicos se sacó un precio promedio a partir de la suma de los precios de los fosfatados y potásicos dividido entre dos, y del INEGI (2021a) se obtuvo el PIB de las actividades primarias. La multiplicación de la cantidad y precio de cada insumo representa el costo de cada factor. En el caso de los tractores el costo anual fue el 10% del valor de los tractores debido a que se consideró una depreciación del 10% (suponiendo diez años de vida útil).

1. 2. Costo translog

Las funciones de producción y sus sistemas duales (costo o beneficio translog) permiten estimar la estructura productiva de empresas, industrias o sectores de una economía. Christensen *et al.* (1973) estructuraron y desarrollaron las funciones translog y así caracterizar el comportamiento de los factores en las actividades productivas. Concluyeron que la asignación óptima de factores con costos medios mínimos genera producción eficiente y maximización de beneficios. La ecuación de costo translog se expresa como (Christensen *et al.*, 1973; Salgado y Bernal, 2010; Wijetunga, 2016):

$$\ln C = \ln \alpha_0 + \alpha_y \ln y + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln w_i + \frac{1}{2} \beta_{yy} (\ln y)^2 + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \beta_{ij} \ln w_i \ln w_j + \sum_{i=1}^n \beta_{iy} \ln y \ln w_i \quad (1)$$

Para $i \neq j$ e $i, j = 1, 2, \dots, n$

Donde: C = costo total, y = producto total, w_i = es el precio del insumo i , $\ln$ = logaritmo natural, α = estimadores.

El lema de Shephard indica que si se deriva (1) en relación con precios de los insumos resulta la participación de dichos insumos en el costo global. Baanante y Sidhu (1980) establecieron que la contribución de insumos se determina como:

$$\frac{\partial \ln C}{\partial \ln w_i} = S_i = \alpha_i + \sum_{j=1}^n \beta_{ij} \ln w_j + \beta_{iy} \ln y \quad (2)$$

Para $i, j = 1, 2, \dots, n$

La función de demanda del insumo i representa la participación del costo del insumo i (S_i) en relación con el costo total, donde la sumatoria de todas las contribuciones de los insumos resulta la unidad. Esto se expresa como:

$$\sum_{i=1}^n S_i = 1 \quad (3)$$

La expresión (3) indica la presencia de $n-1$ contribuciones linealmente independientes, y así se evitan situaciones de singularidad. Los supuestos de la función de costo translog son los siguientes:

- a) Homogeneidad de grado uno en precios: implica que para una producción fija el costo total aumente proporcionalmente ante el incremento de todos los precios de los insumos.

Donde:

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1 \quad \sum_{i=1}^n \beta_{ij} = 0 \quad \text{y} \quad \sum_{j=1}^n \beta_{ij} = 0 \quad (4)$$

- b) Competencia perfecta, donde los agentes productivos consideran los precios como dados por el mercado.

c) Simetría, es decir:

$$\beta_{ij} = \beta_{ji}, \text{ para } i \neq j \quad (5)$$

- d) Las contribuciones (S_i) tienen esperanza cero, varianza finita y los errores son aditivos.

Pindyck y Rubinfeld (1998) concluyeron que los supuestos de simetría y homogeneidad permiten aumentar la eficiencia de la estimación y a su vez disminuir el número de estimadores sin presentar pérdida de información.

1. 3. Modelo utilizado

Para estimar la demanda de los cinco insumos de las actividades primarias en México durante 1970-2019, se utilizó la función de costo translog, la cual abarcó tanto precios como cantidades de los insumos: mano de obra, crédito de la banca de desarrollo, fertilizantes nitrogenados, tractores y fertilizantes fosfatados-potásicos y el PIB primario. Los valores están expresados en términos constantes de 2013 con el uso del deflactor del PIB base 2013. En la estimación se excluyó los fertilizantes fosfatados-potásicos, y para obtenerla de manera residual se utilizó el supuesto de homogeneidad. Con la ecuación (2), se determinó la demanda de insumos como:

$$S_i = \alpha_i + \beta_{im} \ln w_m + \beta_{id} \ln w_d + \beta_{in} \ln w_n + \beta_{it} \ln w_t + \beta_{ip} \ln w_{fp} + \beta_{iy} \ln y + e_i \quad (6)$$

Donde: S_i = demanda del insumo i (variables dependientes), w_j = precio del insumo j (variables independientes), $\ln$ = logaritmo natural, y = PIB de las actividades primarias (variable independiente), α_i , β_{ij} = estimadores, e_i = término de error, $i, j = m$ (mano de obra), d (crédito de la banca de desarrollo), n (fertilizantes nitrogenados), t (tractores) y p (fertilizantes fosfatados-potásicos), donde $i \neq j$.

El sistema de ecuaciones aparentemente no relacionadas se utilizó para establecer las ecuaciones de participación de los insumos (Zellner, 1971; Greenberg, 2012). Este sistema se emplea cuando existen varias ecuaciones donde el lado derecho contiene variables exógenas y los residuos entre las ecuaciones están correlacionados; ante esto, el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) es ineficiente e inconsistente. Para ello, Zellner (1971) desarrolló y aplicó SUR (Seemingly Unrelated Regression), siendo un método de mínimos cuadrados generalizados en tres etapas.

1. 4. Elasticidades Allen-Uzawa

La elasticidad de sustitución parcial Allen-Uzawa (σ_{ij}) determina el efecto del cambio en el precio del j -ésimo insumo en la cantidad demandada del i -ésimo insumo manteniendo el producto y precios de los insumos constantes. Se obtuvo como (Atkinson y Halvorsen, 1976; Weaver, 1983):

$$\sigma_{ii} = \frac{\beta_{ii}}{(s_i)^2} + 1 - \frac{1}{s_i}; \sigma_{ij} = 1 + \frac{\beta_{ij}}{s_i s_j} \text{ para } i \neq j, \text{ donde } \sigma_{ij} = \sigma_{ji}. \quad (7)$$

Cuando $\sigma_{ij} > 0$, los insumos i y j son sustitutos; y cuando $\sigma_{ij} < 0$, los insumos i y j se comportan como complementarios.

1. 5. Elasticidades de la demanda

La elasticidad propia de la demanda de insumos (n_{ii}) es determinada como la cantidad demandada del i -ésimo insumo debido a cambios en su precio; la elasticidad cruzada de la demanda de insumos (n_{ij}) expresa el efecto que ocasiona el cambio en el precio del j -ésimo insumo en la cantidad demandada en el i -ésimo insumo, con el producto y precios de los demás insumos constantes (Chung, 1994; Pope y Just, 1998). Se obtuvo como:

$$n_{ii} = \sigma_{ii} S_i; n_{ij} = \sigma_{ij} S_j \text{ para } i \neq j. \quad (8)$$

Cuando $|n_{ii}| > 1$, el insumo i es elástico; y si $|n_{ii}| < 1$, el insumo i es inelástico.

Cuando $n_{ij} < 0$, los insumos i y j se comportan como complementarios; y si $n_{ij} > 0$, los insumos i y j son sustitutos.

1. 6. Simulación del modelo

Para establecer la evolución de la demanda de insumos de la actividad primaria en México, durante 2020-2022, se tuvo en cuenta una proyección de cambio de precios de todos los insumos (w_i) y del PIB de las actividades primarias hasta 2022. Al respecto, se delimitó la extensión de logaritmos naturales de precios de los cinco insumos y del PIB de las actividades primarias para tres años más (2020-2022), con el lapso 1970-2019 como referencia. La simulación de precios de los insumos y del PIB de las actividades primarias permitió estimar las demandas de cinco insumos con el uso de la ecuación:

$$S_i = \alpha_i + \sum_{j=1}^4 \beta_{ij} \ln w_j + \beta_{iy} \ln y \text{ para } i, j = m, d, n, t, fp. \quad (9)$$

Dónde: $\alpha_i, \beta_{ij}, \beta_{iy}$ = estimadores de las demandas para 1970-2019, $\ln w_j$ = logaritmo natural de la simulación del precio del insumo j , $\ln y$ = logaritmo natural del PIB de las actividades primarias que considera la proyección del modelo, S_i = demanda o participación del costo del insumo i en el costo global. La simulación de las demandas de insumos de las actividades primarias es con el objetivo de determinar el comportamiento de las demandas para el periodo 2020-2022 con base en los estimadores del periodo 1970-2019, lo cual permitió conocer los requerimientos adicionales de dichos insumos para el mejoramiento de las actividades primarias en México.

2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2. 1. Pertinencia estadística

Las pruebas parciales t indican el grado de significancia estadística de cada estimador del modelo. En el caso de este artículo se tomó en cuenta el 5% de significancia con 43 grados de libertad, con un valor crítico de $t_{0,025} = 2.017$ (Lind *et al.*, 2015). En el cuadro 1 se presentan las razones t (valores entre paréntesis) del modelo de regresión. De los diez coeficientes (β_{ij}) estimados, nueve fueron confiables estadísticamente al 95%. Los R^2 (coeficientes de determinación) de las cuatro ecuaciones de demanda de factores oscilaron entre 0.66 y 0.87. Los valores tanto de t como de R^2 indican que los estimadores de los parámetros son estadísticamente significativos, por lo que las inferencias sobre éstos son válidas en la caracterización de las actividades primarias en México en el periodo 1970-2019.

CUADRO 1
Estimadores restringidos de la demanda de factores, 1970-2019.

$S_i^\dagger$	Precios de los factores [^]					Y_i^Γ	R^2 Ajustada/ Durbin Watson
	W_m	W_d	W_n	W_t	W_{fp}		
S_m	0.1248 (21.15)	-0.0771 (-19.48)	-0.0310 (-11.04)	-0.0099 (-3.61)	-0.0068	0.2165 (3.47)	0.86/1.54
S_d	-0.0771	0.0867 (21.06)	-0.0029 (-3.85)	-0.0047 (-7.91)	-0.0020	-0.3175 (-4.89)	0.87/1.52
S_n	-0.0310	-0.0029	0.0337 (13.26)	0.0020 (1.21)	-0.0018	0.0501 (4.04)	0.77/1.50
S_t	-0.0099	-0.0047	0.0020	0.0122 (5.11)	0.0004	0.0314 (3.28)	0.66/1.78
S_{fp}	-0.0068	-0.0020	-0.0018	0.0004	0.0102	0.0195	

Fuente: elaboración propia con datos del modelo estimado.

Nota: m = mano de obra, d = crédito de la banca de desarrollo, n = fertilizantes nitrogenados, t = tractores, fp = fertilizantes fosfatados-potásicos, † = demandas de factores, $^$ = precios de los factores, $^\Gamma$ = coeficiente del producto.

2. 2. Participación de los insumos en las actividades primarias

El efecto de los insumos sobre la producción de las actividades primarias se analizó por medio del coeficiente producto estimado. El valor en relación con la mano de obra resultó de 0.22, lo que implica que un aumento del 10% del PIB primario requiere de un incremento del 22% de la mano de obra. Este resultado indica baja productividad de la fuerza de trabajo en las actividades primarias de México durante el periodo 1970-2019. Sánchez *et al.* (2015) y Terrones *et al.* (2020) también encontraron esta característica. La mecanización en las actividades agrícolas potencia la producción (Palacios y Ocampo, 2012; Larqué *et al.*, 2012; Negrete *et al.*, 2013; Paudel *et al.*, 2020; Takeshima *et al.*, 2020). En México, un incremento del 0.03% ocasionó un aumento del 1% del PIB primario durante 1970-2019; este dato refleja la poca tecnificación de las actividades primarias, por lo que se requiere mayor número de tractores en las labores agropecuarias para impulsar la productividad, aumento sugerido también por Gutiérrez *et al.* (2018). Cabe señalar que el número de tractores en uso en México ha mostrado una disminución durante 2007-2019: pasó de 238 830 tractores en 2007 a 228 000 en 2019 (FAO, 2021a), lo cual equivale a un decremento del 4.5%. Los fertilizantes aplicados a los cultivos contribuyen a fortalecer su rendimiento y producción agrícola. En el periodo de estudio un aumento del 0.05% de los fertilizantes nitrogenados desencadena un incremento del 1% en la producción agropecuaria; este resultado es similar al de Terrones *et al.* (2020), que fue de 0.058 en el periodo 1980-2016.

2. 3. Elasticidades de las demandas de insumos

El cuadro 2 registra las cinco elasticidades de insumos de las actividades primarias en México. Al respecto, se observa que todos los factores se comportan como inelásticos y con signo negativo tal como lo establece la ley de la demanda. Las demandas de insumos agropecuarios resultaron también inelásticas para la agricultura de Australia, de -0.053 a -0.647 (Griffiths *et al.*, 2000), para la agricultura de la India (Mukherjee y Pradhan, 2016), y para el sector primario de México, de -0.113 a -0.229 (Terrones *et al.*, 2020). La inelasticidad de la mano obra en las actividades primarias (-0.165) refleja la crisis que enfrenta el campo mexicano debido al abandono de las actividades agropecuarias, salarios precarios y baja productividad (crecimiento promedio anual de 1.23% en el periodo 1970-2019 y solo 0.28% en 2019); en cambio, la mano de obra en la actividad agrícola de Canadá es más sensible (-0.517) a la de México debido a que presenta mayores niveles de salarios y mayor productividad (López y Tung, 1982).

El uso de los tractores en México no ha crecido desde 2014 (228 000 tractores), por lo que es necesario la incorporación de mayores unidades en el proceso productivo con el fin de aumentar la rentabilidad y producción de las actividades agropecuarias. Los tractores presentaron mayor sensibilidad en comparación con los demás insumos referidos, lo cual indican que cambios en los precios inciden sobre la demanda, por lo que el crédito de la banca de desarrollo a productores de bajos ingresos juega un papel decisivo en la compra de este insumo; las tasas de interés adecuadas para este tipo de productores son indispensables.

CUADRO 2
Elasticidades propias y cruzadas, 1970-2019.

Demandas	Precios				
	W_m	W_d	W_n	W_t	W_{fp}
S_m	-0.16468513	0.16592572	-0.01102612	0.00698649	0.00279903
S_d	0.16592572	-0.41077751	0.02698679	0.00599934	0.00659305
S_n	-0.01102612	0.02698679	-0.06154142	0.07613083	-0.03234697
S_t	0.00698649	0.00599934	0.07613083	-0.43453091	0.03072152
S_{fp}	0.00279903	0.00659305	-0.03234697	0.03072152	-0.23277426

Fuente: elaboración propia con datos del modelo estimado.

Nota: m = mano de obra, d = crédito de la banca de desarrollo, n = fertilizantes nitrogenados, t = tractores, fp = fertilizantes fosfatados-potásicos.

El crédito formal en actividades productivas es indispensable para el productor debido que permite la compra de insumos para la producción y fomenta el desarrollo sustentable (Moahid y Maharjan, 2020; Moahid *et al.*, 2021). El crédito de la banca de desarrollo en México se ha otorgado preferentemente a productores agropecuarios de bajos ingresos. La banca de desarrollo presentó una elasticidad de -0.4108 . En este caso, el resultado indica que los sujetos de crédito aumentarían la demanda de recursos crediticios ante una disminución de la tasa de interés. Terrones y Sánchez (2010) encuentran una situación similar con -0.3057 .

2. 4. Relaciones entre pares de insumos

El cuadro 3 presenta las elasticidades de sustitución parcial Allen-Uzawa que establecen las relaciones de complementariedad o sustitución entre pares de insumos. La mano de obra resultó sustituta con crédito de la banca de desarrollo, tractores y fertilizantes fosfatados-potásico y complementaria con los fertilizantes nitrogenados; la relación de sustitución con el crédito indica que los productores, al no disponer de recursos crediticios, utilizan sus propios ahorros o préstamos informales para pagar la fuerza de trabajo o practican el autoempleo, característico de pequeños agricultores que no son sujetos de crédito de instituciones financieras formales; esta relación también la obtiene Terrones y Martínez (2012). La sustitución entre mano de obra y tractores establece que en las unidades de producción de las actividades primarias que utilizan maquinaria en sus prácticas tienden a remplazar la fuerza de trabajo por tractores, situación que se presenta en estructuras productivas regionales modernas cuyo destino es el mercado interno y externo. López (1980) encontró una relación de sustitución (1.779) entre maquinaria y mano de obra en la agricultura de Canadá, la cual atribuye al desarrollo tecnológico de las actividades agrícolas y uso intensivo del capital; esta misma relación detecta Zhu *et al.* (2016) en la producción de granos en China debido al aumento del costo del trabajo atribuible a la urbanización y a la mejoría de la manufactura.

La complementariedad de la mano de obra y fertilizantes nitrogenados se debe a que en México existen regiones marginadas con pequeñas unidades de producción tradicionales y poco tecnificadas donde los fertilizantes se aplican de manera manual; Wijetunga (2016) muestra este mismo escenario en la producción de arroz en Sri Lanka, así como Mukherjee y Pradhan (2016) en la producción agrícola en cuatro regiones de la India.

Debido a la pulverización de la tierra y al elevado costo de los tractores, los productores optan por adquirir y usar fertilizantes en lugar de tecnificar por medio del uso de maquinaria agrícola –relación de sustitución (1.8763) que estima también Terrones y Sánchez (2010)– atribuible a que el pequeño agricultor realiza las labores agrícolas con tracción animal al no disponer de recursos para la adquisición y uso de maquinaria agrícola. El crédito de la banca de desarrollo presentó sustitución con los tractores y fertilizantes, donde los productores tienden a incrementar la demanda de crédito u otro tipo de financiamiento para hacer frente al aumento del costo de los insumos debido al alza de sus precios; Adjognon *et al.* (2017) identifican esta relación en agricultores de cuatro países de África subsahariana.

CUADRO 3
Elasticidades Allen-Uzawa, 1970-2019.

Demandas	Precios				
	W_m	W_d	W_n	W_t	W_{fp}
S_m	-0.25716115	0.57963818	-0.29483963	0.31213102	0.20633022
S_d		-1.43499349	0.72162978	0.26802888	0.48600558
S_n			-1.64562445	3.40124856	-2.38445014
S_t				-19.4132615	2.26463046
S_{fp}					-17.1589041

Fuente: elaboración propia con datos del modelo estimado.

Nota: m = mano de obra, d = crédito de la banca de desarrollo, n = fertilizantes nitrogenados, t = tractores, fp = fertilizantes fosfatados-potásicos.

2. 5. Participación factorial en las actividades primarias

El cuadro 4 contiene la contribución de los cinco insumos seleccionados para este artículo, en las actividades primarias de México. Se observa que la mano de obra es el factor más representativo con 64%, valor similar al de Terrones *et al.* (2020) con el 53%, seguido por el crédito de la banca de desarrollo, fertilizantes nitrogenados, tractores y fertilizantes fosfatados-potásicos.

CUADRO 4
Participación de los insumos en las actividades primarias en México, 1970-2019 y 2020-2022.

Demandas	Años				
	1970-2019	2019	2020	2021	2022
S_m	0.6403966	0.89574	0.89849279	0.9012101	0.9111122
S_d	0.2862574	0.02830	0.00115005	0.0011000	0.0010000
S_n	0.037397	0.01894	0.03931354	0.03935616	0.0393873
S_t	0.0223832	0.033747	0.04205419	0.04279322	0.04285279
S_{fp}	0.0135658	0.023273	0.01898943	0.01554052	0.00564771

Fuente: elaboración propia con datos del modelo estimado.

Nota: m = mano de obra, d = crédito de la banca de desarrollo, n = fertilizantes nitrogenados, t = tractores y fp = fertilizantes fosfatados-potásicos.

PROSPECTIVA

En 2019 la fuerza de trabajo fue el factor más importante de las actividades primarias en México al contribuir con 89.57% del costo total, seguido de los tractores, crédito de la banca de desarrollo, fertilizantes fosfatados-potásicos y fertilizantes nitrogenados. En lo concerniente a la simulación del modelo, en el periodo 2020-2022, los fertilizantes nitrogenados, tractores y la mano de obra muestran una tendencia creciente en cuanto a su participación en las actividades primarias que para 2020 crecieron 107.47%, 24.62% y 0.31% respecto a 2019; estos valores son contrarios al decremento observado en el crédito de la banca de desarrollo y fertilizantes fosfatados-potásicos, que en 2020 decrecieron 95.94% y 18.41% en relación con 2019 (cuadro 4). Para garantizar crecimiento en las actividades primarias, de acuerdo con la simulación del modelo, en 2022 la mano de obra, tractores y fertilizantes nitrogenados requieren aumentos mayores a 1.10%, 0.14% y 0.08% respectivamente. Estos aumentos de los insumos demandan créditos de la banca de desarrollo con tasas de interés preferenciales para que los productores del campo tengan acceso al financiamiento institucional formal y adquieran los insumos para la producción; de esta forma, se pretende lograr la competitividad de las actividades primarias y con ello la autosuficiencia alimentaria, que es el objetivo principal de la administración federal actual en cuanto a la política pública de fomento al campo mexicano. La determinación de la tasa de interés óptima que debe aplicar la banca de desarrollo requiere de estudios detallados en cuanto a tipología de productores, tecnificación, tipos de productos, destino de la producción, sujetos de crédito y sistemas de producción con el fin de proveer de recursos crediticios formales al productor agropecuario para incrementar la productividad del campo y disminuir la pobreza de la población del medio rural.

CONCLUSIONES

El uso de la función de costo translog permitió estimar las cinco demandas de insumos consideradas en este artículo: mano de obra, crédito de la banca de desarrollo, fertilizantes nitrogenados, tractores y fertilizantes fosfatados-potásicos de las actividades primarias en México. Los estimadores obtenidos por medio de la función

dual también se utilizaron para calcular las elasticidades propias y cruzadas que definieron tanto la elasticidad como las relaciones de sustitución y complementariedad de los insumos, además de predecir al comportamiento de las demandas. Los factores se comportaron como inelásticos y contribuyeron positivamente al crecimiento de la producción de las actividades primarias en México durante el periodo 1970-2019. La sustitución entre mano de obra y tractores indica que existen regiones donde se practica la agricultura en unidades de producción grandes, tecnificadas con acceso al crédito formal y donde la producción se destina al mercado.

La disminución en el otorgamiento de crédito de la banca de desarrollo, aunado a las altas tasas de interés descontadas en las actividades primarias de México, ha ocasionado que el productor no disponga de recursos crediticios para la compra de fertilizantes y tractores, por lo que se requiere una reestructuración de la banca de desarrollo que permita otorgar recursos sostenibles al campo con tasas de interés preferenciales para así capitalizar los sistemas productivos y enfrentar la crisis que actualmente padecen las actividades primarias de México.

REFERENCIAS

- Adjognon, S., Liverpool, T., Lenis, S., & Reardon, T. (2017). Agricultural input credit in Sub-Saharan Africa: Telling myth from facts. *Food Policy*, 67(1), 93-105. Retrieved from <https://ideas.repec.org/a/eee/jfpoli/v67y2017icp93-105.html>
- Assa, M., Edriss, A., & Matchaya, G. (2013). Cost efficiency, Morishima, Allen-Uzawa and Cross-Price elasticities among Irish potato farmers in Dedza district, Malawi. *International Journal of Business and Economic Sciences Applied Research (IJBESAR)*, 6(1), 59-73. Retrieved from <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/114583/1/756646383.pdf>
- Atkinson, S., & Halvorsen, R. (1976). Interfuel substitution in steam electric power generation. *Journal of Political Economy*, 84(5), 959-978. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1830438>
- Baanante, C., & Sidhu, S. (1980). Impact substitution and agricultural research. *Indian Journal of Agricultural Economics*, 35(1), 20-33.
- Banco de México (2021a). *Sistema de Información Económica, cartera vigente*. Disponible en <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=19&accion=consultarCuadro&idCuadro=CF830&locale=es>
- Banco de México (2021b). *Sistema de Información económica, tasas de interés en el mercado de dinero*. Disponible en <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=18&accion=-consultarCuadro&idCuadro=CF101&locale=es>
- Christensen, L., Jorgenson, D., & Lau, L. (1973). Transcendental logarithmic production frontiers. *The Review Economics and Statistics*, 55(1), 28-45.
- Chung, J. (1994). *Utility and Production Functions, Theory and Applications*. Backwell Publisher.
- Cruz, M., & Polanco, M. (2014). El sector primario y el estancamiento económico en México. *Problemas del desarrollo*, 45(178), 09-33. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362014000300002&lng=es&tlng=es
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2021a). *FAOSTAT, Maquinaria*. Disponible en <http://www.fao.org/faostat/es/#data/RM>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2021b). *FAOSTAT, consumo de fertilizantes en nutrientes*. Disponible en <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RFN>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2021c). *FAOSTAT, fertilizante por producto*. Disponible en <http://www.fao.org/faostat/es/#data/RFB>

- Greenberg, E. (2012). *Introduction to Bayesian econometric*. Cambridge University Press.
- Griffiths, W., O'Donnell, C., & Tan, C. (2000). Imposing Regularity Conditions on System of Cost and Factor Share Equations. *Australian Journal Agricultural Resource Economics*, 44(1), 107-127.
- Gutiérrez, R., Hernández, Á., González, H., Pérez, L., Serrano, C. y Laguna, C. (2018). Diagnóstico de tractores e implementos agrícolas en el municipio de Atlacomulco, Estado de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(8), 1739-1750. Disponible en <https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/numero-actual>
- IMF (International Monetary Fund) (2021). *Economy watch, Mexico GDP Deflator Statistics*. Retrieved from http://www.economywatch.com/economic-statistics/Mexico/GDP_Deflator/
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2021a). *Sistema de Cuentas Nacionales de México*. Disponible en <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/default.aspx?idserPadre=102000430020002001180020/>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2021b). *Sistema de Cuentas Nacionales de México, ocupación, empleo y remuneraciones*. Disponible en <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/?idserPadre=1010019000500088007001000100>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2021c). *Anuario Estadístico y Geográfico de los Estados Unidos Mexicanos, 2020*. Disponible en https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197506.pdf
- Larqué, S., Cortés, E., Sánchez, H., Ayala, G. y Sangerman-Jarquín, D. (2012). Análisis de la mecanización agrícola de la región Atlacomulco, Estado de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 41, 825-837.
- Lind, D., W. Manchal, W. y Wathen, S. (2015). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S. A. de C. V.
- López, R. (1980). The structure of production and the derived demand for inputs in Canadian agriculture. *American Journal of Agricultural Economics*, 62, 38-45.
- López, R., & Tung, F. (1982). Energy and non-energy input substitution possibilities and output scale effects in Canadian agriculture. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 30(2), 115-132.
- Moahid, M., Khan, G. D., Yoshida, Y., Joshi, N. P., & Maharjan, K. L. (2021). Agricultural credit and extension services: Does their synergy augment farmers' economic outcomes? *Sustainability*, 13(7), 3758. <https://doi.org/10.3390/su13073758>
- Moahid, M., & Maharjan, K. L. (2020). Factors affecting farmers' access to formal and informal credit: Evidence from rural afghanistan. *Sustainability*, 12(3), 1-16. Retrieved from <https://ideas.repec.org/a/gam/jsusta/v12y2020i3p1268-d318659.html>
- Mukherjee, S., & Pradhan, K. C. (2016). Anatomy of input demand functions for indian farmers across regions. *Working Papers*, 150. Disponible en <https://ideas.repec.org/p/mad/wpaper/2016-150.html>
- Negrete, J., Tabares, A. y Tabares, R. (2013). Parque de tractores agrícolas en México: estimación y proyección de la demanda. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(3), 61-69. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542013000300011&lng=es&tlng=es
- Önel, G. (2018). An implicit model of adjustment costs in differential input demand systems. *Theoretical and Applied Economics*, 25(2), 119-132. Retrieved from [https://ideas.repec.org/a/agr/journal/v2\(615\)y2018i2\(615\)p119-132.html](https://ideas.repec.org/a/agr/journal/v2(615)y2018i2(615)p119-132.html)
- Palacios, R. y Ocampo, L. (2012). Los tractores agrícolas de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3, 812-824. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000900026&lng=es&nrm=iso

- Paudel, G. P., Gartaula, H., Rahut, D. B., & Craufurd, P. (2020). Gender differentiated small-scale farm mechanization in Nepal hills: An application of exogenous switching treatment regression. *Technology in Society*, 61, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101250>
- Pindyck, R., & Rubinfeld, D. (1998). *Econometric Model and Economic Forecasts*. Irwin/McGraw-Hill Publishing Co.
- Pope, R., & Just, R. (1998). Cost function estimation under risk aversion. *American Journal of Agricultural Economics*, 80(2), 296-302.
- Salgado, H., & Bernal, L.E. (2010). Funciones de costos translogarítmicas: una aplicación para el sector manufacturero mexicano. *El Trimestre Económico*, 77(307(3)), 683-717. Disponible en www.jstor.org/stable/23347222
- Sánchez, Y., Terrones, A., Núñez, E. y Guzmán, E. (2015). Efecto de la reforma al artículo 27 en la producción agropecuaria en México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 19(37), 133-146. Disponible en <https://ageconsearch.umn.edu/record/226155>
- SAS (Statistical Analysis System) (2003). SAS Ver. 9, Institute Inc, Cary.
- SEGOB (Secretaría de Gobernación) (2019). *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*, Diario Oficial de la Federación: 12/07/2019. Disponible en https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019#gsc.tab=0
- Sosa, M. E., Martínez, F., Espinosa, J. A. y Buendía, G. (2017). Contribución del sector pecuario a la economía mexicana. Un análisis desde la Matriz Insumo Producto. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(1), 31-41. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4308>
- Takeshima, H., Hatzenbuehler, P. L., & Edeh, H. O. (2020). Effects of agricultural mechanization on economies of scope in crop production in Nigeria. *Agricultural Systems*, 177, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102691>
- Terrones, A. y Martínez, M. Á. (2012). Demanda de insumos agrícolas en México: un enfoque dual. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(1), 51-65. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000100004&lng=es&tlng=es
- Terrones, A., Martínez, M. Á. y Sánchez, Y. (2020). Análisis dual del comportamiento del sector primario en México 1980-2020. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(5), 1179-1187. Disponible en <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i5.1819>
- Terrones, A. y Sánchez, Y. (2010). Demanda de insumos de la producción agrícola en México, 1975-2011. *Universidad y Ciencia*, 26(1), 81-91. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-29792010000100006&lng=es
- Torres, F. y Rojas, A. (2015). Política económica y política social en México: desequilibrio y saldos. *Problemas del Desarrollo*, 46(182), 41-66. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030170361500022X>
- Ullah, A., Mahmood, N., Zeb, A., & Kächele, H. (2020). Factors Determining Farmers' Access to and Sources of Credit: Evidence from the Rain-Fed Zone of Pakistan. *Agriculture*, 10(12), 1-13. <https://doi.org/10.3390/agriculture10120586>
- Wang, X., Chen, M., He, X., & Zhang, F. (2018). Credit constraint, credit adjustment, and sustainable growth of Farmers' income. *Sustainability*, 10(12), 1-15. <https://doi.org/10.3390/su10124407>
- Weaver, R. D. (1983). Multiple input, multiple output production choices and technology in the U.S. wheat region. *American Journal of Agricultural Economics*, 65(1), 45-56.

- Wijetunga, C. S. (2016). Rice production structures in Sri Lanka: The normalized translog profit function approach. *Asian Journal of Agriculture and rural Development*, 6(2), 21-35. Disponible en [http://www.aessweb.com/pdf-files/1-622-6\(2\)2016-AJARD-21-35.pdf](http://www.aessweb.com/pdf-files/1-622-6(2)2016-AJARD-21-35.pdf)
- Zellner, A. (1971). *An Introduction to Bayesian Inference in Econometrics*. John Wiley.
- Zhu, S., Xu, X., Ren, X., Sun, T., Oxley, L., Rae, A., & Ma, H. (2016). Modeling technological bias and factor input behavior in China's wheat production sector. *Economic Modelling*, 53, 245-253. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264999315004058>

CC BY-NC-ND



Emergencia de la vida artificial basada en premisas biológicas

Mercado Herrera, Rafael; Muñoz Jiménez, Vianney; Ramos Corchado, Marco Antonio

Emergencia de la vida artificial basada en premisas biológicas

CIENCIA *ergo-sum*, vol. 30, núm. 1, marzo-junio 2023 | e191

Espacio del Divulgador

Universidad Autónoma del Estado de México, México

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



Mercado Herrera, R., Muñoz Jiménez, V. y Ramos Corchado, M. A. (2023). Emergencia de la vida artificial basada en premisas biológicas. *CIENCIA ergo-sum*, 30(1). <http://doi.org/10.30878/ces.v30n1a9>

Emergencia de la vida artificial basada en premisas biológicas

Emergence of artificial life based on biological premises

Rafael Mercado Herrera*

Universidad Autónoma del Estado de México, México

rmercadoh098@alumno.uaemex.mx

 <http://orcid.org/0000-0002-2135-5973>

Recepción: 18 de enero de 2021

Aprobación: 10 de septiembre de 2021

Vianney Muñoz Jiménez

Universidad Autónoma del Estado de México, México

vmunozj@uaemex.mx

 <http://orcid.org/0000-0003-2180-6743>

Marco Antonio Ramos Corchado

Universidad Autónoma del Estado de México, México

marco.corchado@gmail.com

 <http://orcid.org/0000-0003-3982-6988>

RESUMEN

Se presenta de manera general el área de la vida artificial. Inicialmente, se delinear los fundamentos teóricos que definen a una criatura virtual, se continúa con los avances que ha observado el área, desde la morfología hasta el comportamiento de las criaturas, y al final se presenta un análisis prospectivo de sus aplicaciones para mejorar la calidad de vida de los humanos. Al respecto, la inteligencia artificial nace en 1956 gracias al matemático John McCarthy y otros investigadores como Marvin Minsky. Este concepto se define como la ciencia e ingeniería de “hacer máquinas inteligentes.” Otro término fundamental es la *vida artificial*, organismos que portan esta inteligencia. En la actualidad ambas áreas se complementan y describen una nueva clase de organismos artificiales llamados *criaturas virtuales*.

PALABRAS CLAVE: criaturas virtuales, evolución morfogenética, L-systems.

ABSTRACT

This paper presents a general overview of the field of artificial life. Initially, we outline the fundamental theory that defines a virtual creature, we expand this with advancements present in the field, from the creatures' morphology to their behavior. Finally, we provide a prospective analysis of their application to improve the quality of life of humans. The term “artificial intelligence” was coined back in 1956 by mathematician John McCarthy and other researchers such as Marvin Minsky. This concept defined the science and engineering of “making intelligent machines.” Its sibling term, *artificial life*, is equally fundamental, and relates to the organisms using this intelligence. Currently, both fields complement each other and describe a new class of artificial organisms called *virtual creatures*.

KEYWORDS: virtual creatures, morphogenetic evolution, L-systems.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de nuestra historia como especie hemos sido conscientes de las diferencias entre seres vivos, tanto en comportamiento como en forma; inicialmente, con el fin de garantizar nuestra supervivencia, identificando posibles depredadores y presas, y, eventualmente, para satisfacer nuestra curiosidad sobre nuestro entorno. Con nuestro desarrollo, nos hemos convertido en el ápice de este planeta y nuestro interés se ha tornado en curiosidad por comprender el funcionamiento de nuestro cuerpo y el de otros seres vivos. La biología, área de la ciencia que busca explicar la vida, en uno de sus preceptos menciona que la vida es la evolución que permite a los seres vivos

AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

rmercadoh098@alumno.uaemex.mx

adquirir estructuras que los ayuden a sobrevivir en el entorno (Fowler *et al.*, 2013). Estas estructuras las conocemos como *morfología*, las cuales se modifican conforme van evolucionando.

El estudio de la morfología en el mundo natural presenta ciertos límites, como el hecho de contar con información preestablecida, pero también estudiar criaturas actuales y, gracias a la paleontología, a sus ancestros; esta vista hacia el pasado da la posibilidad de describir la evolución que tuvo lugar, pero no tener un rol activo para su estudio en un ambiente controlado (salvo estudios en criaturas con una evolución acelerada, como es el caso de microorganismos) (Yoshida *et al.*, 2007).

Una forma de rebasar este límite es por medio de la vida artificial, que es la síntesis de los elementos encontrados en la naturaleza. La vida artificial usa las ciencias de computación para realizar cálculos a gran escala y para generar una simulación que ayude a observar los cambios y adaptación de organismos, la cual contribuye a hacer estudios y experimentos con mayor soltura y sin estar atados a un único ecosistema, que es el de la Tierra (Ray, 1993).

Entender la vida, tal como la conocemos y percibimos, nos permite como seres humanos construir o completar partes faltantes en una estructura morfológica que haya sufrido algún daño. El uso de nuevos materiales que no sean biológicos y que puedan coexistir entre ellos será de gran ayuda para encontrar soluciones a condiciones en las que se hayan alterado o perdido características iniciales.

1. ANTECEDENTES

Para comprender el estudio de la vida artificial es necesario ser consciente de algunos conceptos. El primer concepto es el entorno donde se llevará a cabo el estudio y contendrá al otro concepto que son las criaturas virtuales en forma. En este caso, se trata del llamado *entorno virtual*, que es una colección de objetos en un espacio y las reglas de interacción entre ellos (Sherman y Craig, 2018). Como ahora tenemos mayor control sobre el entorno, podemos determinar sus características. Por ejemplo, en la figura 1 se visualizan dos tipos: uno discreto (con un número fijo de estados) y otro continuo (más apegado a lo que encontramos en la naturaleza).

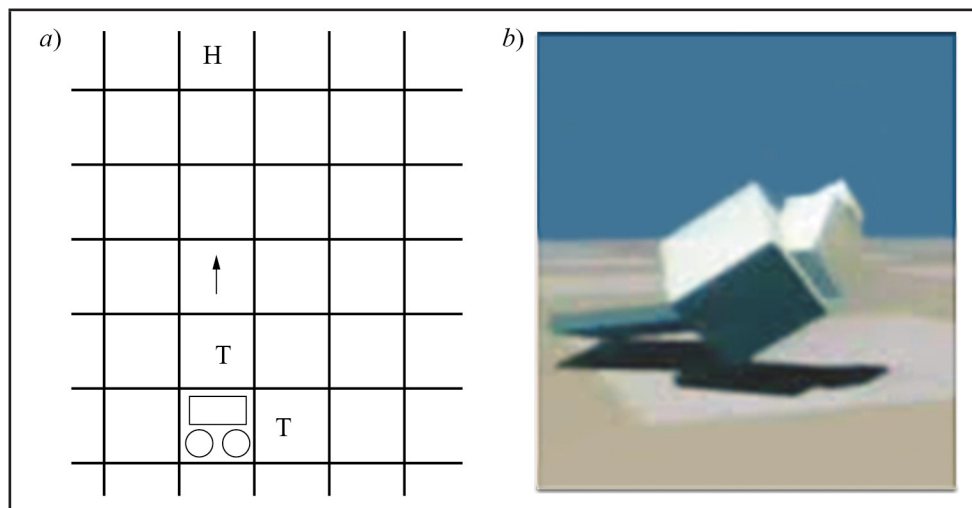


FIGURA 1

Ejemplos de entornos virtuales

Fuente: *a*) Wooldridge (2009); *b*) Sims (1994).

Nota: ejemplo de entornos virtuales: *a*) bidimensionales y *b*) tridimensionales con simulación física.

Dentro del entorno se permite la evolución de nuestros seres vivos. En términos formales, en ciencias computacionales se denominan *agentes*, que son sistemas computacionales capaces de acción autónoma y de interacción con otros agentes (Wooldridge, 2009). Esta definición es demasiado general para los estudios de vida artificial, por

lo que usaremos una más específica: *criatura virtual*, un agente capaz de evolucionar tanto en morfología como en comportamiento por medio de estrategias modeladas de acuerdo con la evolución de las especies observadas en el mundo natural, lo que es una disciplina llamada *cómputo evolutivo*.

Algunos de los elementos relevantes que se deben considerar de esta definición de criatura virtual son *a)* la mención explícita de su morfología, *b)* el comportamiento y *c)* su evolución. Tomando prestado el término (Marfenin y Kosevich, 2004), denominaremos a este proceso *evolución morfogenética*. Tras comprender estos tres elementos sobre las criaturas virtuales, estaremos en condiciones de comprender la literatura actual sobre el tema de vida artificial.

El primer elemento, la morfología, es importante en el área de fisiología para comprender el funcionamiento de un ser vivo, mientras que para la vida artificial implica la forma que tendrá la criatura virtual. Para sintetizar una morfología, se requiere de una técnica de modelado; gracias al botanista Aristid Lindenmayer (Prusinkiewicz y Lindenmayer, 2012) contamos con dicha técnica. Lindenmayer desarrolló los *L-systems* para describir de manera formal el desarrollo de organismos multicelulares y, más adelante, la estructura ramificada de plantas más complejas. En la figura 2 se presenta un ejemplo de la implementación de un *L-system*. Los datos que usa son *n* el número de producciones, δ el ángulo de inclinación de las nuevas ramas, *F* el axioma, la palabra inicial y la línea final es la producción, la regla que indica por quienes se remplazará lo que aparece a la izquierda.

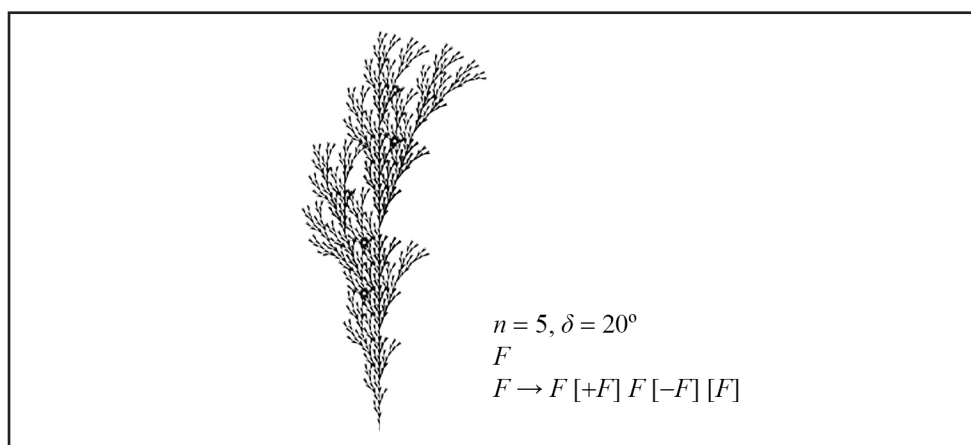


FIGURA 2
Ejemplo del árbol resultante de un *L-system*

Fuente: Prusinkiewicz y Lindenmayer (2012).

El proceso de generación del árbol comienza con una cadena que contiene sólo la letra *F* y una cuenta $t = 0$ que usa para aplicar los siguientes pasos:

- a)* Cada letra de la cadena es reemplazada de acuerdo con la lista de reglas; por ejemplo, la primera iteración convierte *F* en *F[+F]F[-F][F]*.
- b)* Se eleva la cuenta $t = t + 1$.
- c)* Se repiten estos pasos hasta que $t = n$.

Ya que se tiene la cadena final con letras, corchetes y signos, se procede a la graficación:

- a)* Cada letra indica que se grafica un segmento de rama.
- b)* Los signos + indican un giro de δ grados a la izquierda y los signos - a la derecha.
- c)* Todo lo que se encuentra dentro de un par de corchetes (*[]*) se identifica como una nueva rama.

Al graficar de acuerdo con estas instrucciones, se obtienen árboles como en el ejemplo de la figura 2.

Estos sistemas nos otorgan una manera compacta de modelar la morfología de una criatura virtual, por lo que el siguiente punto es extender estas morfologías con un control motor. Para lidiar con esta tarea, se estudia el trabajo seminal de Karl Sims (1994).

En la figura 3 se muestra su aplicación para la morfología y el control de una criatura virtual.

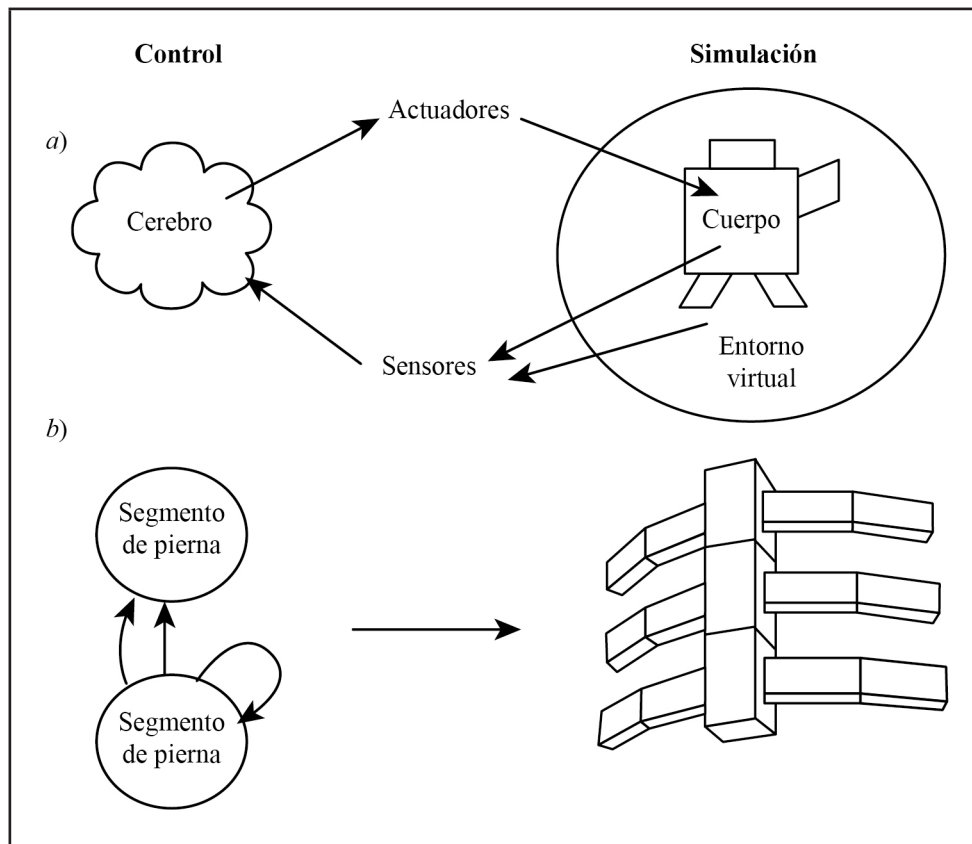


FIGURA 3
Representación de una criatura virtual

Fuente: Sims (1994).

Nota: a) Representación de la morfología; b) Representación de interacción con el entorno.

El modelado está presente en la figura 3 de la morfología como un conjunto de segmentos conectados por enlaces. Dentro de cada segmento hay parámetros que indican su posición, dimensiones, tipo de movimiento, sensores y número de veces que se repite el segmento. Dentro de esta red se anida el control motor de la criatura y los sensores con los que cuenta.

La generación de estas criaturas virtuales se puede realizar de manera aleatoria para después comenzar la evolución, que es el tercer elemento mencionado de las criaturas virtuales. Se introduce una población de estas criaturas virtuales al entorno virtual y se mide su rendimiento en cuanto a un objetivo (en general, el primero sería que ellas sean capaces de moverse dentro del entorno) y se seleccionan individuos para reproducción y así dar origen a una nueva población. En la reproducción se toman sus representaciones expuestas y se cruzan –intercambiando partes de las redes de los padres para formar las redes de sus hijos– en forma análoga a la reproducción que tiene lugar en el mundo natural. En el área de investigación de criaturas virtuales se le llama *genotipo* a la red que representa a una criatura virtual y *fenotipo* a la morfología resultante de interpretar esta red.

2. EXPOSICIÓN

Con estos conocimientos básicos sobre la vida artificial y la evolución morfogenética de criaturas virtuales podemos comenzar a ver los aportes recientes que se han hecho a distintas disciplinas por medio de principios de vida artificial.

Cabe destacar que el sistema de Sims (1994) tiene suficiente aplicabilidad para seguir siendo la base de muchos acercamientos que emplean criaturas virtuales, con mejoras aplicadas a la morfología o al comportamiento.

En cuanto a la morfología se encuentran acercamientos de distintas áreas. Pilat y Jacob (2008) plantearon una nueva forma de organización para la evolución de criaturas virtuales; utilizan múltiples entornos virtuales para poder realizar pruebas de evolución independientes en paralelo y así, una vez que se han evolucionado criaturas adaptadas, se seleccionan las mejores de cada población para agruparlas en un ecosistema compartido y observar su comportamiento.

Usando esta propuesta, Pilat y otros logran evolucionar criaturas virtuales capaces de buscar alimento en el entorno virtual (Pilat *et al.*, 2012; Ito *et al.*, 2013; Ito *et al.*, 2016). En Ito *et al.* (2013) generan criaturas virtuales con comportamientos de depredadores o presas, donde las presas evolucionan morfologías que las defienden de ser atacadas por los depredadores, como se aprecia en la figura 4.

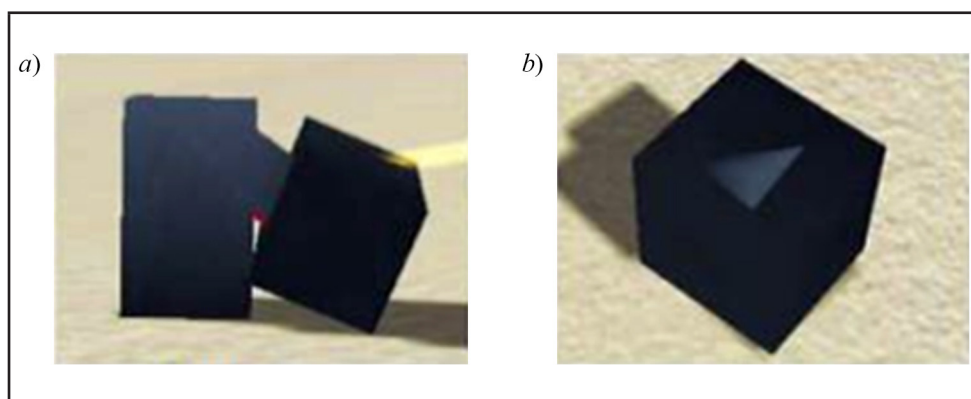


FIGURA 4
Ejemplo de morfologías de criaturas virtuales

Fuente: Ito *et al.* (2013).

Nota: ejemplos de morfologías evolucionadas para evitar depredadores. Las criaturas evolucionan extremidades grandes para evitar que los depredadores alcancen sus núcleos: a) como una concha, b) como una torre.

En días recientes, existe un interés por los *soft robots*. Cheney *et al.* (2013) sugieren evolucionar la morfología de criaturas virtuales combinando distintos materiales en su cuerpo: materiales que se expanden y contraen a una frecuencia preespecificada y materiales pasivos (suaves o duros). Su nuevo acercamiento logró producir criaturas virtuales con movimientos más naturales que los encontrados en propuestas anteriores que usaban cuerpos rígidos. La figura 5 ilustra un ejemplo del paso de una criatura evolucionada.

En una línea similar, Lessin y Risi (2015) propusieron una combinación de tejido rígido con articulaciones y tejido suave con activación, de tal manera que se mimetice el funcionamiento óseo y muscular de los seres vivos. Modelan los músculos a partir de tetraedros con una función similar a resortes lineales, cuya constante es modificada por la activación del cerebro de la criatura. En la figura 6 se muestra el paso de una criatura virtual evolucionada con su acercamiento.

Hasta ahora hemos observado la evolución de las criaturas con un comportamiento simple (moverse, acercarse a un objetivo o huir del mismo); en cambio, la de comportamientos complejos se ha visto como una tarea

difícil de manejar. Es común que se requiera de ayuda extra durante la evolución para que las criaturas sean capaces de mantener comportamientos simples y adicionarlos a otros más complejos.

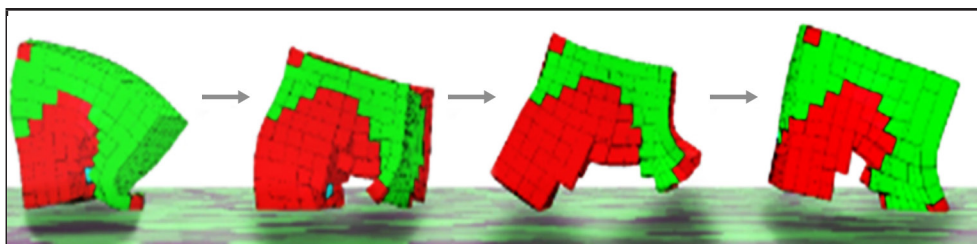


FIGURA 5

Ejemplo de locomoción en una criatura

Fuente: Cheney *et al.* (2013).

Nota: usa distintos tipos de materiales para generar morfologías y comportamientos más naturales que los encontrados en las propuestas iniciales.



FIGURA 6

Ejemplo del paso de una criatura virtual con partes rígidas y suaves

Fuente: Lessin y Risi (2015).

Una propuesta de esta índole es la de Lessin *et al.* (2013); en ella añaden a la criatura virtual un árbol de comportamientos (el cual llaman *syllabus*) (figura 7), que jerarquiza los comportamientos por aprender de la criatura. En la figura 7 los comportamientos en los niveles superiores hacen uso de los niveles inferiores (por ejemplo “Mover hacia” puede usar los comportamientos “Avanzar” y “Girar hacia”, que a su vez puede ocupar los comportamientos “Izquierda” o “Derecha”).

Durante la evolución, se le permite cambiar (por reproducción o mutación como ya se explicó) a la red que representa a la criatura (que contiene los segmentos, enlaces, control y sensores de la criatura).

La población evoluciona a través de procesos de reproducción que dan lugar a nuevas generaciones, la cuales se miden de acuerdo con su rendimiento para uno de los comportamientos del *syllabus* (se comienza por los comportamientos en los niveles inferiores como son “Izquierda” y “Derecha” y “Mover hacia” arriba) hasta que se considere adecuado; cuando esto sucede, los elementos de la red involucrados en ese comportamiento son encapsulados (para evitar que se “olviden” durante la evolución, además de favorecer que se utilicen directamente durante los comportamientos que son más complejos); una vez encapsulado, se procede al siguiente (por ejemplo, “Girar hacia” después de encapsular tanto “Izquierda” como “Derecha”).

Cabe destacar que la evolución de la morfología (los segmentos) se bloquea tras haber aprendido los comportamientos básicos con el propósito de evitar que lo aprendido deje de ser funcional.

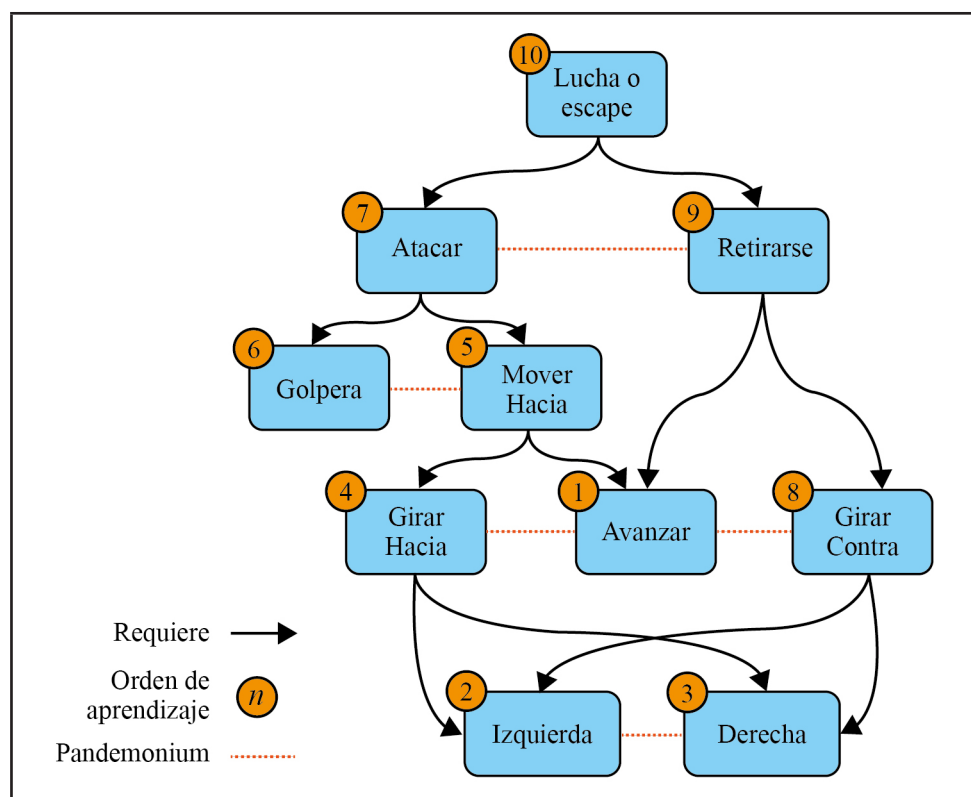


FIGURA 7

Ejemplo de un *syllabus* empleado para el aprendizaje de comportamientos complejos

Fuente: Lessin *et al.* (2013: 4).

PROSPECTIVA

El empleo de criaturas virtuales tiene un amplio margen de aplicación en diversas áreas, tanto especializadas como de la vida cotidiana del ser humano. La concepción de criaturas virtuales en su forma actual, propuesta por Sims en 1994 como entes tridimensionales en un entorno virtual, comenzó como una instalación artística donde las morfologías y movimientos de las criaturas demostraban la capacidad creativa del cómputo. En consecuencia, atrajo de inmediato la atención de otros investigadores que identificaron aplicaciones prácticas para las criaturas virtuales.

Con las criaturas virtuales ganamos la capacidad de simular el proceso evolutivo que observamos en la naturaleza, ciertamente con innumerables limitantes y restricciones. Podemos aplicar una “selección natural” (o mejor dicho una “selección artificial”) que encamine a una tarea de nuestro interés y cause la evolución de morfologías y comportamientos capaces de cumplirla.

Las disciplinas más interesadas en esta aplicación se enfocan en el diseño de mecanismos y estrategias de comportamiento para robots. En la actualidad, los resultados se enfocan únicamente en la locomoción, pero conforme avanza el área, y es un objetivo de investigadores, se espera que aumente la complejidad de los resultados de la evolución de criaturas virtuales.

Dentro del contexto social, los avances hasta ahora encontrados en la construcción de criaturas virtuales se observan con facilidad en sistemas de simulación en el ámbito industrial y sistemas de esparcimiento como es el cine, las consolas de videojuegos y desde hace poco los sistemas inmersivos conocidos como *realidad virtual*. Es cierto que este tipo de herramientas han evolucionado y están siendo utilizadas en las diferentes disciplinas y actividades cotidianas del ser humano, además de apoyar en el entendimiento de su comportamiento ante fenómenos no controlados.

Pese a la desconfianza por el estudio de la vida artificial y por la creación de criaturas virtuales, en vez de sentirnos amenazados como especie humana, debemos ver el lado positivo. Por ejemplo, en el área de análisis y estudios del comportamiento humano, las criaturas virtuales son utilizadas para la comprensión y modificación de actitudes de comportamiento en ciertos pacientes con desórdenes psicológicos, lo cual es una muestra de los posibles usos de estos sistemas emergentes.

Otro sector envuelto es el de la biología. En este caso, las observaciones hechas a lo largo de los siglos fueron las bases empleadas en la evolución de criaturas virtuales que ahora se usan para apoyar las investigaciones en esta disciplina.

En el ámbito de la investigación, una vez que se cuente con un entorno virtual y reglas de evolución que abstraen fenómenos de la naturaleza, se pueden hacer cambios para identificar sus consecuencias en las poblaciones y en entornos simulados. De esta forma se obtienen nuevas observaciones y conocimientos transferibles al mundo real, algo que de otro modo requeriría de tiempo y esfuerzo adicionales, y en ocasiones sería poco probable de conseguir.

En el ámbito de la docencia, estas mismas simulaciones ofrecerán un aprendizaje más encarnado y “táctil” a los alumnos sobre los conceptos y teorías de la biología que facilitarán la comprensión de su entorno.

CONCLUSIONES

La vida artificial permite hacer estudios similares a los que se llevan a cabo en el mundo natural. Al tener un control mayor de los parámetros del entorno y del proceso de evolución, los investigadores son capaces de acelerar y enfocar sus estudios. El inconveniente causado por este control es la necesidad de estrategias sensatas de modelado de la morfología, del comportamiento y de la evolución, que son áreas abiertas de investigación.

Como podemos observar, la vida artificial ofrece varias posibilidades de estudio en entornos del mundo natural. Aunque comenzó con criaturas virtuales con una morfología y comportamiento simples, los nuevos métodos de modelado y aprendizaje nos acercan paso a paso a ser capaces de alcanzar una evolución morfogenética de criaturas virtuales tan complejas como las que encontramos en la naturaleza.

El empleo de criaturas virtuales ofrece incontables posibilidades para el estudio de la vida natural y para el diseño de mecanismos, pero es complejo en la medida que es útil. Su uso en ingeniería para el diseño se ve contenido por la diferencia entre la simulación y el prototipado físico, algo que los investigadores tienen presente por tratarse de un tema reciente. En el estudio de la vida y de hipótesis sobre la misma se presenta una brecha similar. Al respecto, en las tareas de ingeniería y cómputo evolutivo por lo regular se tiene un objetivo al que se desea llegar, lo que ayuda a vislumbrar el camino evolutivo que seguirán las criaturas virtuales; por el contrario, en la evolución natural es una combinación de sucesos, interrelacionados o no, que incentivan la combinación de genes para obtener las criaturas que observamos. La reducción de esta brecha es también un tema de estudio actual.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación es posible gracias al programa de Becas Nacionales del Conacyt. Asimismo, agradecemos los comentarios de los árbitros de la revista que mejoraron sustancialmente el contenido del artículo.

REFERENCIAS

Cheney, N., MacCurdy, R., Clune, J., & Lipson, H. (2013). Unshackling evolution: evolving soft robots with multiple materials and a powerful generative encoding. *In Proceedings of the 15th annual conference on Genetic and evolutionary computation*, 167-174).

- Fowler, S., Roush, R., Wise, J., & Stronck, D. (2013). *Concepts of Biology*. OpenStax College.
- Ito, T., Pilat, M., Suzuki, R., & Arita, T. (2013). *Coevolutionary dynamics caused by asymmetries in predator-prey and morphology-behavior relationships*. ECAL (European Conference on Artificial Life). Retrieved from <https://www.semanticscholar.org/paper/Coevolutionary-Dynamics-Caused-by-Asymmetries-in-Ito-Pilat/62d74e5df9bc61a0eac3a6de02b0e655adeabc92>
- Ito, T., Pilat, M. L., Suzuki, R., & Arita, T. (2016). Population and evolutionary dynamics based on predator-prey relationships in a 3d physical simulation. *Artificial life*, 22(2), 226-240.
- Lessin, D., Fussell, D., & Miikkulainen, R. (2013). Open-ended behavioral complexity for evolved virtual creatures. *GECCO '13: Proceedings of the 15th annual conference on Genetic and evolutionary computation*, 335-342. <https://doi.org/10.1145/2463372.2463411>
- Lessin, D., & Risi, S. (2015). Evolved Virtual Creatures with Soft-Body Muscles: On a Bio-Mimetic Path to Meaningful Morphological Complexity. *GECCO Companion '15: Proceedings of the Companion Publication of the 2015 Annual Conference on Genetic and Evolutionary Computation*, 761-762. <https://doi.org/10.1145/2739482.2764897>
- Marfenin, N. N., & Kosevich, I. A. (2004). Morphogenetic evolution of hydroid colony pattern. *Hydrobiologia*, 530(1-3), 319-327.
- Pilat, M. L., & Jacob, C. (2008). Creature academy: A system for virtual creature evolution. *2008 IEEE Congress on Evolutionary Computation (IEEE World Congress on Computational Intelligence)*, 3289-3297. <https://doi.org/10.1109/CEC.2008.4631243>.
- Pilat, M. L., Ito, T., Suzuki, R., & Arita, T. (2012). Evolution of virtual creature foraging in a physical environment. *International Conference on the Simulation and Synthesis of Living Systems 12*, 423-430. <https://doi.org/10.7551/978-0-262-31050-5-ch056>
- Prusinkiewicz, P., & Lindenmayer, A. (2012). *The algorithmic beauty of plants*. Springer Science & Business Media.
- Ray, T. S. (1993). An evolutionary approach to synthetic biology: Zen and the art of creating life. *Artificial Life*, 1(1-2), 179-209.
- Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2018). *Understanding virtual reality: Interface, application, and design*. Morgan Kaufmann.
- Sims, K. (1994). Evolving virtual creatures. *SIGGRAPH '94: Proceedings of the 21st annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, 15-22. <https://doi.org/10.1145/192161.192167>
- Wooldridge, M. (2009). *An introduction to multiagent systems*. John Wiley & Sons.
- Yoshida, T., Ellner, S. P., Jones, L. E., Bohannan, B. J., Lenski, R. E., & Hairston Jr, N. G. (2007). *Cryptic population dynamics: rapid evolution masks trophic interactions*. *PLOS Biology*, 5(9), e235. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0050235>

CC BY-NC-ND



Relaciones biogeográficas entre los bosques tropicales húmedos de México a partir de sus faunas de mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea)

Salinas-Gutiérrez, José Luis; Luis-Martínez, Moisés Armando; Monteagudo-Sabaté, David
Relaciones biogeográficas entre los bosques tropicales húmedos de México a partir de sus faunas de mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea)

CIENCIA *ergo-sum*, vol. 30, núm. 1, marzo-junio 2023 | e192

Espacio del Divulgador

Universidad Autónoma del Estado de México, México

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



Salinas-Gutiérrez, J. L., Luis-Martínez, M. A. y Monteagudo-Sabaté, D. (2023). Relaciones biogeográficas entre los bosques tropicales húmedos de México a partir de sus faunas de mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea). *CIENCIA ergo-sum*, 30(1). <http://doi.org/10.30878/ces.v30n1a10>

Relaciones biogeográficas entre los bosques tropicales húmedos de México a partir de sus faunas de mariposas (Lepidoptera: Papilionoidea)

Biogeographical relationships between the tropical rainforests of Mexico from their butterfly (Lepidoptera: Papilionoidea) faunas

José Luis Salinas-Gutiérrez

Universidad Nacional Autónoma de México, México

heliopetes@gmail.com

 <http://orcid.org/0000-0002-5269-3027>

Recepción: 18 de julio de 2021

Aprobación: 18 de enero de 2022

Moisés Armando Luis-Martínez

Universidad Nacional Autónoma de México, México

alm@ciencias.unam.mx

 <http://orcid.org/0000-0002-1044-3986>

David Monteagudo-Sabaté*

Universidad Nacional Autónoma de México, México

dmonteagudo@ciencias.unam.mx

 <http://orcid.org/0000-0002-6670-193X>

RESUMEN

Se determinan las relaciones biogeográficas entre áreas aisladas de bosque tropical húmedo de México a partir de sus faunas de mariposas. Los análisis se hicieron a partir de los registros de 676 especies pertenecientes a las familias Papilionidae, Pieridae, Riodinidae, Lycaenidae y Nymphalidae en unidades geográficas de Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Veracruz, San Luis Potosí y Campeche, mediante el uso de algoritmos de parsimonia y similitud. Ambos métodos corroboraron que las unidades mejor estudiadas forman un grupo consistente: Sierra de Juárez-Los Tuxtlas-Chajul-Huichihuayán, mientras que Soconusco representa el área más diferenciada.

PALABRAS CLAVE: distribución geográfica, biogeografía, relaciones de área, parsimonia, similitud, bosque tropical húmedo, Papilionoidea.

ABSTRACT

The aim of this paper is to determine the biogeographical relationships between isolated areas of tropical rainforests in Mexico from their butterfly faunas. The analysis were made from the records of 676 species belonging to the families Papilionidae, Pieridae, Riodinidae, Lycaenidae and Nymphalidae in 12 geographic units in Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Veracruz, San Luis Potosí and Campeche, through the use of parsimony and similarity algorithms. Both methods corroborated that the best studied units form a consistent group: Sierra de Juárez-Los Tuxtlas-Chajul-Huichihuayán, while Soconusco represents the most differentiated area.

KEYWORDS: Geographical distribution, biogeography, area relationships, parsimony, similarity, tropical rainforest, Papilionoidea.

INTRODUCCIÓN

Los insectos son un grupo ampliamente utilizado para estudiar la biodiversidad terrestre. Grimaldi y Engel (2005) citan que hay casi un millón de especies descritas y nombradas, aunque el total puede fluctuar entre los 2.5 y 10 millones, la mayoría todavía por describir y que son habitantes de los trópicos (Stork, 2007). Zhang (2013) menciona 1 070 781 especies descritas, incluyendo 17 203 fósiles. El mayor número de especies se concentra en cuatro órdenes: Coleoptera, Diptera, Hymenoptera y Lepidoptera, que comprenden aproximadamente el 80% de la Clase Insecta (Grimaldi y Engel, 2005; Footitt y Adler, 2009).

AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

dmonteagudo@ciencias.unam.mx

Por su parte, Lepidoptera también ha sido fuente de diversas aproximaciones sobre su diversidad: Heppner (1993) cita 32 superfamilias, 124 familias y 146 000 especies; Pogue (2009) indica que la diversidad del orden es de 155 181 especies con base en el Zoological Record (Lepidoptera), para 1992-2006, además de señalar la descripción de 6 778 nombres nuevos entre 1995 y 2006; Van Nieuwerkerken *et al.* (2011) hacen mención de cuatro subórdenes, 45 superfamilias, 136 familias, 15 578 géneros y 157 424 especies, mientras que Zhang (2013) reconoce 158 570 especies descritas.

Papilionoidea (*sensu stricto*) es el grupo mejor conocido del orden. Robbins y Opler (1997) consideran una diversidad de 17 500 especies de Papilionoidea en el mundo y especifican que es uno de los grupos de insectos mejor estudiados, ya que se conoce cerca del 90% de sus especies. Llorente-Bousquets *et al.* (2014) refieren un total de 7 927 especies descritas para la región neotropical. Lamas (2000) evalúa el conocimiento acerca de los lepidópteros neotropicales en países en América Latina y considera que es bueno en México, donde ha sido registrado aproximadamente el 10% del total mundial de la riqueza de mariposas: 2 179 taxones a nivel específico e infraespecífico de Papilionoidea y Hesperioidea (Luis *et al.*, 2005). Llorente-Bousquets *et al.* (2013) estiman una cifra aproximada más conservadora de 2 000 especies.

El bosque tropical húmedo (BTH), también conocido como selva alta perennifolia o selva alta siempre verde, es uno de los ecosistemas más destacados en el mundo por su alto grado de complejidad y biodiversidad. Wilson (1988) estima que aproximadamente la mitad de las especies que habitan en el planeta viven en este ecosistema, que cubre sólo el 7% de la superficie terrestre. Una definición del BTH es la que incluye una mezcla del clima, composición florística, estructura del bosque y fisonomía de las plantas, con predominio de la riqueza y abundancia de angiospermas (Jaramillo, 2012), que además se localiza en tierras bajas, con una precipitación media anual superior a los 1 800 mm y una temperatura media anual mayor de 18 °C. Aun así, la precipitación es muy variable entre distintos ecosistemas de BTH; en Yaxchilán (México) se registran de 1 455-1 950 mm (Valle, 2000), mientras que en el SE asiático y el Chocó colombiano hay sitios con 10 000 mm (Whitmore, 1993).

En el mundo, el BTH se localiza entre el trópico de Cáncer y el trópico de Capricornio y se restringe a tres principales áreas: América, África (Congo, Madagascar) y Asia (Indonesia, Nueva Guinea), donde ocupa aproximadamente 1 609 750 km² (Newman, 1990). En América, se distribuye desde la porción central este de México, pasando por América Central y gran parte de América del Sur, donde está el área más grande del planeta (Amazonas), que representa aproximadamente el 31% de su extensión mundial.

En México, el BTH cubría en sus orígenes casi el 13% del país (Rzedowski, 1978); no obstante, Granillo (1985) y Toledo (1988) consideran que hoy en día ocupa nada más entre el 10 y 15% de su área original, al haber sido reemplazado por agroecosistemas. Esta reducción ha sido documentada en Los Tuxtlas, Veracruz, con una tasa de deforestación anual de 4.2% (Dirzo y García, 1992) y en la Lacandona, Chiapas, donde esta cobertura disminuye al año el 1.6% (Mendoza y Dirzo, 1999). La distribución potencial del BTH en México presenta el área más norteña de San Luis Potosí en la vertiente del Atlántico, continúa en el norte de Veracruz, e incluye algunas regiones de Hidalgo, Puebla y Oaxaca, la porción norte y noreste de Chiapas y Tabasco, además en parches muy heterogéneos de Campeche y Quintana Roo. En la vertiente del Pacífico se localiza en la porción sur de la Sierra Madre de Chiapas y se distribuye en islas de la región del Istmo de Tehuantepec y la Depresión Central de Chiapas (Rzedowski, 1978). En la actualidad esta formación vegetal se restringe al área de la Lacandona en Chiapas, parches en Tabasco, Campeche y Quintana Roo, la región de Los Tuxtlas en Veracruz y los límites entre Chiapas, Oaxaca y Veracruz.

El estudio y la conservación del BTH son de enorme trascendencia por su alta riqueza biológica y la amenaza que se cierne sobre esta biodiversidad debido a su elevada tasa de deforestación. Aunque en los BTH neotropicales habita el 50% de las especies del planeta, sólo el 2% de su superficie se encuentra protegida (Wilson, 1988), por lo que es urgente la necesidad de conocer las características de la biota que vive en este tipo de bosques.

El orden Lepidoptera mantiene un estrecho vínculo con las angiospermas y aún más con las de los BTH del Neotrópico. Para Lepidoptera se estima una edad de 190 millones de años (Wahlberg *et al.*, 2013) y las angiospermas, grupo dominante en este tipo de bosques, aparecieron aproximadamente hace 140 millones de años (Jaramillo, 2012). Los BTH tienen dos principales eventos en su génesis y florecimiento: la aparición en el Cretácico

de la mayoría de los órdenes de plantas con flores y el surgimiento en el Cenozoico de los primeros vestigios de BTH, coincidente con una gran diversificación de las angiospermas (Jaramillo, 2012). Los lepidópteros también pasaron vicisitudes cruciales durante esos periodos: en el Cretácico ocurrió la divergencia entre las familias y en el Cenozoico hubo gran diversificación en tribus, subtribus y géneros (Wahlberg *et al.*, 2013).

Los estudios con mariposas en los BTH o en áreas que incluyen parches de esta formación en México, se limitan a las últimas cuatro décadas: De la Maza y De la Maza (1985a; 1985b), De la Maza y White (1990), Flores-Contreras y Luna-Reyes (2017), Hoffmann (1933), Luis *et al.* (1991, 1995), Martínez (1994), Maya-Martínez *et al.* (2005), Pozo *et al.* (2003), Raguso y Llorente (1991, 1997), Ross (1964, 1976), Routledge (1977), Salinas-Gutiérrez (1999, 2010), Salinas-Gutiérrez *et al.* (2004, 2006, 2009, 2012) y Villegas (1998).

En una primera síntesis, Salinas-Gutiérrez *et al.* (2004) registraron 683 especies de Papilionoidea en 11 unidades geográficas mexicanas, cifra que representa el 53% de la riqueza para el país; mediante métodos cuantitativos determinan la relevancia del esfuerzo de muestreo y de la ubicación geográfica en la definición de los agrupamientos y también establecen el Soconusco como una isla biogeográfica distinta. Posteriormente, Salinas-Gutiérrez *et al.* (2006) determinaron las relaciones biogeográficas de 12 unidades con base en un análisis de parsimonia de endemismos (PAE) y un análisis de trazos de las familias Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae, con base en 392 especies. Flores-Contreras y Luna-Reyes (2017) estudiaron la distribución de cinco familias de Papilionoidea en Selva Alta en el Golfo de México, a partir de 218 especies características de este tipo de vegetación y concluyen con la separación de esta provincia biogeográfica en dos distritos: Norte y Sur, a partir de la Sierra de Chiconquiaco.

El objetivo de este artículo es determinar las relaciones biogeográficas entre 12 diferentes islas representativas de BTH en México a partir de la diversidad de sus faunas de mariposas, con base en los registros de 676 especies pertenecientes a las familias Papilionidae, Pieridae, Riodinidae, Lycaenidae y Nymphalidae mediante el uso de dos algoritmos.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

1. 1. Información geográfica y taxonómica

La tabla 1 sintetiza la información de las unidades geográficas del estudio, cuya ubicación geográfica se detalla en la figura 1. Para ello se recopilieron los datos existentes de las familias de Lepidoptera mejor conocidas: Papilionidae, Pieridae, Riodinidae, Lycaenidae y Nymphalidae. Es clave mencionar que de algunos trabajos sólo se consideraron las especies con registros en BTH, *v. gr.*, Los Tuxtlas. Para este estudio, se siguió la nomenclatura, clasificación y organización sistemática con base en Llorente-Bousquets *et al.* (2006). El número de especies identificadas para las distintas familias en cada unidad geográfica se muestra en la tabla 2. La mayoría de los registros se encuentran en la base de datos MARIPOSA, del Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la UNAM (Luis *et al.*, 2005).

TABLA 1
Unidades geográficas

Unidad geográfica	Abreviaturas	Coordenadas	Especies	Referencia original
Cerro del Coconá (Tabasco)	CC	17° 34' 53'' N -92° 55' 08'' W	206	Villegas, 1998
Agua Blanca (Tabasco)	AB	17° 29' 06'' N -92° 37' 17'' W	129	Martínez, 1994
Tenosique (Tabasco)	TEN	17° 28' 15'' N -91° 25' 31'' W	130	Routledge, 1977
Chajul (Chiapas)	CHJ	16° 07' 04'' N -90° 55' 27'' W	352	De la Maza y De la Maza (1985a;1985b)
Yaxchilán (Chiapas)	YAX	16° 51' 56'' N -92° 56' 04'' W	213	Luis <i>et al.</i> , 2005

TABLA 1 (continúa)
Unidades geográficas

Unidad geográfica	Abreviaturas	Coordenadas	Especies	Referencia original
Soconusco (Chiapas)	SOC	15° 18' 11'' N -92° 41' 47'' W	143	Hoffmann, 1933
La Gringa (Oaxaca)	LG	17° 06' 12'' N -93° 52' 38'' W	160	Luis <i>et al.</i> , 2005
Chalchijapa (Oaxaca)	CHA	17° 04' 59'' N -94° 43' 24'' W	173	Luis <i>et al.</i> , 2005
Sierra de Juárez (Oaxaca)	SJ	17° 31' 40'' N -96° 26' 52'' W	355	Luis <i>et al.</i> , 1991
Los Tuxtlas (Veracruz)	LT	18° 35' 06'' N -95° 04' 12'' W	479	Ross 1964, 1976; Raguso y Llorente, 1991, 1997; Luis <i>et al.</i> , 1995
Huichihuayán (San Luis Potosí)	HUI	21° 29' 00'' N -98° 58' 05'' W	298	De la Maza y White, 1990
Calakmul (Campeche)	CK	17° 55' 21'' N -89° 24' 37'' W	177	Pozo <i>et al.</i> , 2003, Maya-Martínez <i>et al.</i> , 2005

Fuente: elaboración propia.

TABLA 2
Número de especies registradas para las familias de Papilionoidea

Familias	CC	AB	TEN	CHJ	YAX	SOC	LG	CHA	SJ	LT	HUI	CK
Papilionidae	15	11	14	24	15	9	16	12	29	30	20	18
Pieridae	23	15	21	31	24	20	19	19	41	45	35	20
Riodinidae	18	6	8	64	21	6	0	1	54	74	42	17
Lycaenidae	32	6	5	52	37	5	12	29	35	132	56	27
Nymphalidae	118	91	82	181	116	103	113	112	196	198	145	95
TOTAL	206	129	130	352	213	143	160	173	355	479	298	177

Fuente: elaboración propia.

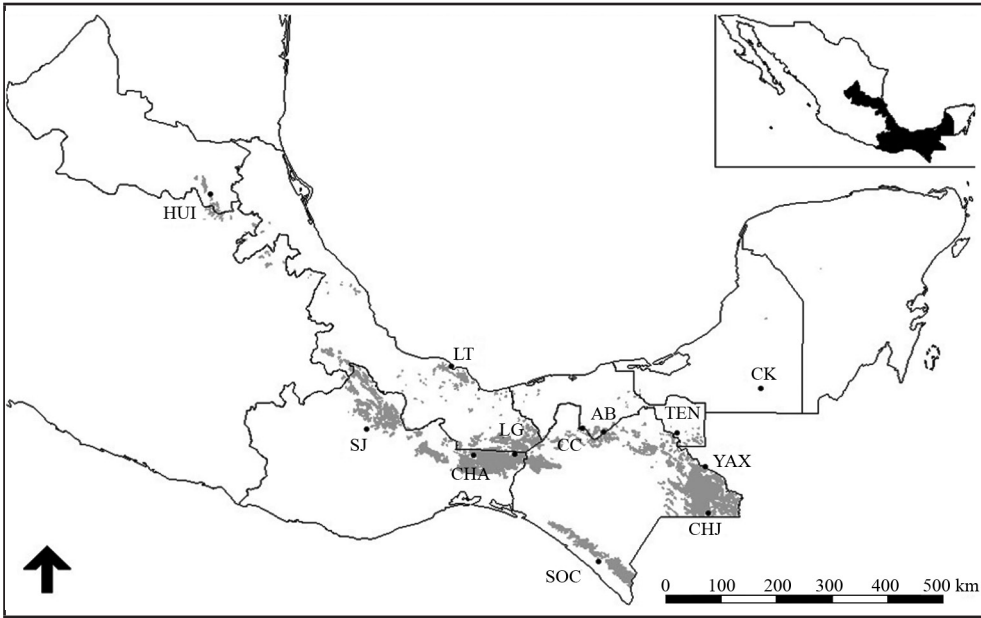


FIGURA 1
Ubicación geográfica de las unidades
Fuente: elaboración propia.

1. 2. Análisis de datos

Los datos se analizaron con base en dos algoritmos distintos, parsimonia y similitud, para reinterpretar las relaciones entre las áreas. El PAE emplea un algoritmo de parsimonia para obtener un cladograma de áreas basado en los taxones que las habitan (Rosen, 1988). Este análisis permite postular una hipótesis de relaciones entre las áreas estudiadas y ha sido utilizado para este fin en numerosas ocasiones (Escalante y Morrone, 2003). Incluye la utilización del algoritmo de parsimonia que interpreta las diferencias en la composición de especies entre unidades geográficas. Para realizar el PAE, se utilizó una matriz de 452 x 13, porque se eliminaron las especies de amplia distribución en las unidades estudiadas y aquellas cuya distribución se restringe a una sola unidad geográfica, pues en estos casos no contribuyen a definir agrupaciones para este análisis, y se añadió una columna de ceros para enraizar el cladograma. Con el programa WinClada ver. 1.00.08, se emplearon las opciones de búsqueda heurística y múltiple TBR + TBR (Nixon, 2002). Por otra parte, el algoritmo de similitud sirvió para identificar las relaciones fenéticas entre las áreas a partir de todas las especies identificadas, por lo que en este caso se aplicó una matriz de 676 x 12 bajo el programa Past 3.0 (Hammer *et al.*, 2001) mediante la utilización del índice de similitud de Jaccard y el método de agrupamiento UPGMA.

2. RESULTADOS

2. 1. Análisis de parsimonia

El análisis de parsimonia concluyó dos cladogramas igualmente parsimoniosos de 1 123 pasos, CI 40 y RI 43 (figura 2). De ambos se describe la opción que presenta mayor semejanza con el fenograma obtenido en el análisis de similitud. Hay tres clados bien definidos: *a*) LG, CHA, *b*) YAX, CK y *c*) CC [CHJ (SJ-HUI, LT)], que guardan mayor relación entre ellos que con los inventarios restantes; el sitio más diferenciado es SOC, correspondiente a otra isla biogeográfica. A continuación se enlistan las especies que contribuyen a definir estos grupos:

- a*) Clado LG-CHA: *Protographium dioxippus lacandones* (H. W. Bates, 1864), *P. e. epidaus* (Doubleday, 1846), *Parides eurimedes mylotes* (H. W. Bates, 1861), *Dismorphia e. eunoe* (Doubleday, 1844), *Eurema albula celata* (R. Felder, 1869), *Camissecla vespasianus* (Butler y H. Druce, 1872), *Strephonota syedra* (Hewitson, 1867), *Dicya carnica* (Hewitson, 1873), *Euselasia e. eubule* (R. Felder, 1869), *Mesosemia gaudiolum* (H. W. Bates, 1865), *Napaea umbra* (Boisduval, 1870), *Lyropteryx lyra cleadas* (H. Druce, 1875), *Pirascia tyriotes* (Godman y Salvin, 1878), *Sarota chrysus* (Stoll, 1781), *Sarota myrtea* (Godman y Salvin, 1886), *Anteros formosus micon* (H. Druce, 1875), *Emesis l. lupina* (Godman y Salvin, 1886), *Calociasma nycteus* (Godman y Salvin, 1886), *Nymphidium a. ascolia* (Hewitson, 1853), *Lycorea halia atergatis* (Doubleday, 1847), *Danaus p. plexippus* (Linnaeus, 1758), *Hypothyris lycaste dionaea* (Hewitson, 1854), *Morpho theseus justitiae* (Salvin y Godman, 1868) y *Cissia pompilia* (C. Felder y R. Felder, 1867).
- b*) Clado YAX-CK: *Protesilaus macrosilaus penthesilaus* (C. Felder y R. Felder, 1865), *Heraclides astyalus pallas* (Gray, 1853), *Thaëides theia* (Hewitson, 1870), *Theritas mavors* (Hübner, 1818), *Rekoa meton* (Cramer, 1779), *Theclopsis mycon* (Godman y Salvin, 1887), *Mesosemia gemina* (J. Maza y R. G. Maza, 1980), *Melanis p. pixe* (Boisduval, 1836), *Calydna sturnula* (Geyer, 1837), *Pseudonymphidia a. agave* (Godman y Salvin, 1886), *Theope bacenis* (Schaus, 1890), *Libytheana carinenta mexicana* (Michener, 1943), *Anetia t. thirza* (Geyer, 1833), *Callithomia hezia wellingi* (R. M. Fox, 1968), *Caligo uranus* (Herrich-Schäffer, 1850), *Dynastor darius stygianus* (Butler, 1872) y *Opsiphanes quiteria quirinus* (Godman y Salvin, 1881).

c) Clado CC [CHJ (SJ-HUI-LT)]: *Parides i. iphidamas* (Fabricius, 1793), *Parides montezuma* (Westwood, 1842), *Abaeis nicippe* (Cramer, 1779), *Atlides halesus* (Cramer, 1777), *Theritas theocritus* (Fabricius, 1793), *Ostrinotes keila* (Hewitson, 1869), *Nesiostrymon calchinia* (Hewitson, 1868), *Isapis agyrtus hera* (Godman y Salvin, 1886), *Danaus eresimus montezuma* (Talbot, 1943), *Ithomia leila* (Hewitson, 1852) y *Oxeoschistus t. tauropolis* (Westwood, 1850).

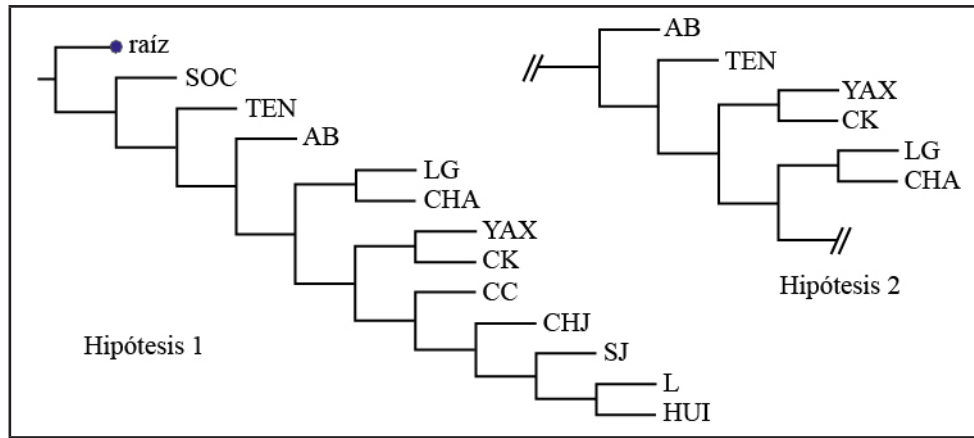


FIGURA 2

Relaciones de área con base en PAE (análisis de parsimonia de endemismos)

Fuente: elaboración propia.

2. 2. Análisis de similitud

Por otra parte, este análisis refleja las relaciones fenéticas entre las unidades geográficas (figura 3). Como resultado, presenta un arreglo diferente de las unidades geográficas; sin embargo, el grupo constante entre ambos algoritmos, de parsimonia y de similitud, es LG-CHA, y una rama que se asemeja al grupo CHJ-SJ-SLP-LT, aunque el arreglo topográfico es distinto HUI [CHJ (SJ, LT)]. Mientras, SOC sigue diferenciándose de las demás unidades y se corrobora la idea de que esta unidad geográfica es una isla biogeográfica en la vertiente del pacífico.

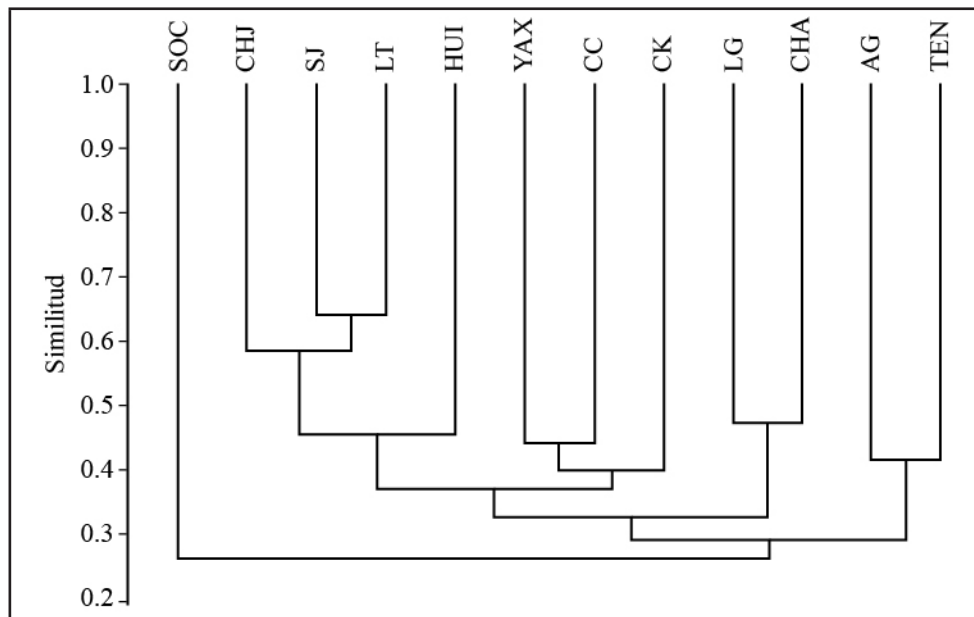


FIGURA 3

Relaciones de área con base en el algoritmo de similitud de Jaccard

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

a) Análisis de parsimonia

El análisis de parsimonia de endemismos (PAE) define los agrupamientos con base en la coincidencia de las distribuciones de los taxones. El grupo más definido CC [CHJ (SJ-HUI, LT)] está integrado por localidades muy bien muestreadas, lo cual influye en la distribución de taxones poco comunes, pero que ellas mismas comparten; sin embargo, es posible advertir que estas unidades se encuentran conformando un clado externo, mientras que YAX, CK muestran un clado de acuerdo con su afinidad geográfica en el área más oriental estudiada y LG, CHA presentan distribuciones compartidas en la región de Uxpanapa. El clado LG, CHA (YAX, CK), CC [CHJ (SJ-HUI, LT)], *Heraclides anchisiades idaeus* (Fabricius, 1793), *Lieinix nemesis atthis* (Doubleday, 1842), *Mesosemia lamachus* (Hewitson, 1857), *Ancyluris i. inca* (Saunders, 1850), *Calephelis velutina* (Godman y Salvin, 1878), *Lasaia sessilis* (Schaus, 1890), *Sarota g. gamelia* (Godman y Salvin, 1886), *Anteros c. carausius* (Westwood, 1851), *Emesis ocyptore aethalia* (H. W. Bates, 1868), se concreta por la distribución de especies comunes para este tipo de vegetación particular. SOC es una isla biogeográfica, además de ser la localidad más sureña, y al mismo tiempo representa un área distinta.

b) Análisis de similitud

El análisis de similitud manifiesta la proporción de especies compartidas entre las distintas unidades. Se forman grupos bien definidos. La fauna más alejada y diferente del resto se da en este caso de acuerdo con el inventario de la vertiente del pacífico y que además es una isla biogeográfica muy diferente del resto de las unidades, SOC. A continuación, se constituyen los grupos de LG-CHA y AB-TEN, cercanos geográficamente y con faunas que tienen pocas especies registradas. Después, se diferencia el grupo CK (CC, YAX)) y por último se constituye un bloque bien definido HUI [CHJ (SJ, LT)], con faunas bien conocidas. Las relaciones definidas en este análisis son distintas de las delimitadas por el caso anterior, dado que la conformación de los grupos implica concepciones diferentes, coincidencia de distribuciones en PAE y compartición de especies en el análisis de similitud.

PROSPECTIVA Y CONSIDERACIONES FINALES

Una de las aplicaciones más importantes de la biogeografía actual es en el ámbito de la conservación (Whittaker *et al.*, 2005). La relativamente reciente subdisciplina conocida como biogeografía de la conservación (Ladle y Whittaker, 2011) se define como la aplicación de los principios, teorías y análisis biogeográficos a los problemas de conservación de la biodiversidad.

Morón y Valenzuela (1993) mencionan que el buen conocimiento de las mariposas, a diferencia de otros insectos, permite su utilización como indicador de diversidad en el ámbito local, regional y nacional, con aproximaciones que van más allá del número de especies. Estas consideraciones hacen de los Papilionoidea un taxón modelo para estudios no sólo de biodiversidad sino también de conservación (Llorente *et al.*, 1993; 1996). Además, en México, este grupo se estudia desde diversos enfoques, por ejemplo, ecológicos, faunísticos y taxonómicos. Aunque Papilionoidea es un grupo muy estudiado, el conocimiento de las mariposas es incompleto y se necesita más trabajo de recolecta en este tipo de bosque.

Es fundamental continuar con el estudio de las lepidopterofaunas del BTH mexicano y ampliarlo a todas las áreas en las que encontramos esta comunidad vegetal para identificar las relaciones biogeográficas entre estas áreas e incidir en las prioridades de conservación antes de que la extensión de las actividades antrópicas, como el avance de los sistemas agrícolas, reduzcan a su mínima expresión uno de los ecosistemas más diversos e importantes del mundo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Mauro Omar Vences Blanco y Martha Salinas Gutiérrez, quienes amablemente colaboraron con una revisión crítica del manuscrito y contribuyeron con varias propuestas para una mejor versión, así como también a la invaluable ayuda de Roxana Isabel Vergara Reyes y Lizeth Alonso Moreno y a los acertados comentarios de los árbitros anónimos.

REFERENCIAS

- De la Maza, R. G., y White, A. (1990). Rhopalocera de la Huasteca Potosina, su distribución, composición, origen y evolución. *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 13(2), 31-88.
- De la Maza, J. E. y De la Maza, R. E. (1985a). La fauna de mariposas de Boca de Chajul, Chiapas, México (Rhopalocera). Parte I. *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 9, 23-44.
- De la Maza, J. E. y De la Maza, R. E. (1985b). La fauna de mariposas de Boca de Chajul, Chiapas, México (Rhopalocera). Parte II. *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 10, 1-17.
- Dirzo, R., & García, M. C. (1992). Rates of deforestation in Los Tuxtlas, a neotropical area in southeast Mexico. *Conservation Biology*, 6(1), 84-89.
- Escalante, T. y J. J. Morrone. (2003). ¿Para qué sirve el análisis de parsimonia de endemismos?, en J. J. Morrone y J. Llorente (eds.). *Una perspectiva latinoamericana de la biogeografía* (pp. 167-172). México: UNAM.
- Flores-Contreras, I. y Luna-Reyes, M. (2017). Diversidad y distribución de cinco familias de Papilionoidea (Lepidoptera) de las selvas altas en la provincia biogeográfica del Golfo de México. *Acta Zoológica Mexicana*, 33(2), 211-230.
- Footitt, R. G., & Adler, P. H. (eds). (2009). *Insect Biodiversity: Science and Society*. West Sussex: Wiley-Blackwell.
- Granillo, V. S. (1985). Uso y abuso de la selva. *Información Científica y Tecnológica*, 7(3), 35-38.
- Grimaldi, D., & Engel, M. S. (2005). *Evolution on the Insects*. Cambridge University Press.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 9. Retrieved from http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Heppner, J. B. (1993). Keys to families of Lepidoptera. *Tropical Lepidoptera*, 4(3), 1-28.
- Hoffmann, C. (1933). La fauna de lepidópteros del Distrito del Soconusco (Chiapas). Un estudio zoogeográfico. *Anales del Instituto de Biología (serie zoología)*, 4(3-4), 207-307.
- Jaramillo, C. (2012). Historia geológica del bosque húmedo neotropical. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 36(138), 57-77.
- Ladle, R., & Whittaker, R. (eds). (2011). *Conservation Biogeography*. Chichester: Wiley.
- Lamas, G. (2000). Estado actual del conocimiento de la sistemática de los lepidópteros, con especial referencia a la región Neotropical, en F. Martín-Piera, J. J. Morrone y A. Melic (eds.). *Hacia un Proyecto CYTED para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica: PrIBES-2000* (pp. 253-260). Zaragoza: SEA.
- Llorente-Bousquets, J., I. Vargas-Fernández, Luis-Martínez, A., Trujano-Ortega, M., Hernández-Mejía, B. C. y Warren, A. D. (2014). Biodiversidad de Lepidoptera en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 8, 353-371
- Llorente-Bousquets, J., Vargas-Fernández, I., Luis-Martínez, A., Trujano-Ortega, M., Hernández-Mejía, B. C. y Warren, A. D. (2013). Biodiversidad de Lepidoptera en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. <https://doi.org/10.7550/rmb.31830>

- Llorente-Bousquets, J., A. Luis-Martínez, y Vargas, I. (2006). Apéndice general de Papilionoidea: Lista sistemática, distribución estatal y provincias biogeográficas, en J. J. Morrone y J. Llorente-Bousquets (eds.). *Componentes bióticos principales de la entomofauna mexicana* (pp. 733-797). México: Las Prensas de Ciencias.
- Llorente, J., A. Luis, Vargas, I., & Soberón, V. (1996). Papilionoidea (Lepidoptera), en J. Llorente, J. García y E. Soriano (Eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento* (pp. 531-548). México: UNAM-CONABIO.
- Llorente, J., Luis, A., Vargas, I. y Soberón, J. (1993). Biodiversidad de las mariposas: su conocimiento y conservación en México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 44, 313-324.
- Luis, A., Llorente J. y Vargas, I. (2005). Una megabase de datos de mariposas de México y la regionalización biogeográfica, en J. Llorente y J. J. Morrone (eds.). *Regionalización biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines: Primeras Jornadas Biogeográficas RIBES* (pp. 269-294). México: UNAM.
- Luis, A., I. Vargas y J. Llorente. (1995). Síntesis de los Papilionoidea (Lepidoptera: Rhopalocera) del Estado de Veracruz. *Folia Entomologica Mexicana*, 93, 91-133.
- Luis, A., Vargas I. y Llorente. J. (1991). Lepidopterofauna de Oaxaca I: distribución y fenología de los Papilionoidea de la Sierra de Juárez. *Publicaciones Especiales del Museo de Zoología*, 3, 1-119.
- Martínez, G. L. (1994). *Inventario de la división Rhopalocera (Lepidoptera: Frenatae) del parque estatal de Agua Blanca, Tabasco* (tesis). Villahermosa: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Maya-Martínez, A., Pozo de la Tijera, C. y May-Uc, E. (2005). Las mariposas (Rhopalocera: Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae) de la selva alta subperennifolia de la región de Calakmul, México, con nuevos registros. *Folia Entomológica Mexicana*, 44(2), 123-143.
- Mendoza, E., & R. Dirzo. (1999). Deforestation in Lacandonia (Southeast Mexico): Evidence for the declaration of the northernmost tropical hot-spot. *Biodiversity and Conservation*, 8(12), 1621-1641.
- Morón, M. A. y Valenzuela J. E. (1993). Estimación de la biodiversidad de insectos en México; análisis de un caso. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 44, 303-312.
- Newman, A. (1990). *Tropical Rainforest*. New York.
- Nixon, K. C. (2002). *WinClada*, version 1.00.08. NY: Ithaca.
- Pogue, M. G. (2009). Biodiversity of Lepidoptera, en R. G. Footitt & P. H. Adler (eds.). *Insect biodiversity: science and society* (pp. 325-355). West Sussex: Wiley-Blackwell.
- Pozo, C., Luis-Martínez, A., Uc-Tescum, S., Salas-Suárez, N., & Maya-Martínez, A. (2003). Butterflies (Papilionoidea and Hesperioidea) of Calakmul, Campeche, México. *The Southwestern Naturalist*, 48(4), 505-525.
- Raguso, R. A., & J. Llorente. (1991). A comparative analysis of the butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea) of the Tuxtla mountains, Veracruz, México. *Journal Research of Lepidoptera*, 29, 105-133.
- Raguso, R. A., y Llorente, J. (1997). Las mariposas de la estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz, de la UNAM, en E. González, R. Dirzo & R. C. Vogt (eds.). *Historia Natural de la Región de Los Tuxtlas* (pp. 257-291). México: UNAM.
- Robbins, R. K., & Opler, P. A. (1997). Butterfly diversity and a preliminary comparison with bird and mammal diversity. In D. E. Wilson, M. L. Reaka-Kudla & E. O. Wilson (eds.). *Biodiversity II, Understanding and Protecting Our Biological Resources* (pp. 69-82). Washington: Joseph Henry Press.
- Ross, G. N. (1964). *A distributional study of the butterflies of the Sierra de Tuxtla in Veracruz, México* (PhD Dissertation). Louisiana: Louisiana State University.
- Ross, G. N. (1976). An ecological study of the butterflies of the Sierra de Tuxtla, Veracruz, México. *Journal of Research on the Lepidoptera*, 15(1).

- Rosen, B. R. (1988). From fossils to earth history: Applied historical biogeography. *Analytical biogeography* (pp. 437-481). London: Chapman.
- Routledge, C. E. (1977). El suborden Rhopalocera (Lepidoptera) del estado de Tabasco. Su lista, frecuencia, diversidad y distribución. *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, 3(2), 57-73.
- Rzedowski, J. (1978). *La vegetación de México*. México: Editorial Limusa.
- Salinas-Gutiérrez, J. L. (2010). *Biogeografía de mariposas (Rhopalocera: Papilionoidea) del bosque tropical perennifolio de México, Guatemala y Belice* (tesis de doctorado). Chetumal: El Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR.
- Salinas-Gutiérrez, J. L. (1999). *Análisis de la diversidad de las mariposas en las selvas altas de la vertiente atlántica de México* (tesis de licenciatura). México: UNAM.
- Salinas-Gutiérrez, J. L., Llorente-Bousquets, J., Méndez, C., Barrios, M. y Pozo, C. (2012). Introducción a los Papilionoidea (Papilionidae, Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae y Nymphalidae) de Guatemala, en E. B. Cano y J. C. Schuster (eds.). *Biodiversidad de Guatemala, Volumen II* (pp. 155-173). Guatemala: Universidad del Valle de Guatemala, Museo de Historia Natural de la Universidad de San Carlos.
- Salinas-Gutiérrez, J. L., Méndez, C., Barrios, M., Pozo C. y Llorente J. (2009). Hacia una síntesis de los Papilionoidea (Insecta: Lepidoptera) de Guatemala y una reseña histórica. *Caldasia*, 31(2), 407-440.
- Salinas-Gutiérrez, J. L., Pozo C. y Luis-Martínez A. (2006). Relaciones biogeográficas de Papilionidae, Pieridae y Nymphalidae (Rhopalocera: Papilionoidea) en el bosque tropical perennifolio de México. *Entomotropica*, 21(3), 145-152.
- Salinas-Gutiérrez, J. L., Luis-Martínez, A., & Llorente-Bousquets, J. (2004). Papilionoidea of the evergreen tropical forest of México. *Journal of the Lepidopterist's Society*, 58(3), 125-142.
- Stork, N. E. (2007). World of insects. *Nature*, 448, 657-658.
- Toledo, V. M. (1988). La diversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo*, 14(81), 17-30.
- Van Nieukerken, E. J., Kaila, L., Kitching, I. J., Kristensen, N. P., Lees, D. C., Minet, J., Mitter, C., Mutanen, M., Regier, J. C.,... & Zwick, A. (2011). Order Lepidoptera Linnaeus, 1758, en Zhang Z.-Q. (ed.). Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa*, 3148, 212-221.
- Valle, D. A. (2000). *Análisis estructural de una hectárea de selva alta perennifolia en el monumento natural Yaxchilán (Chiapas), México* (tesis de licenciatura). México: UNAM.
- Villegas, I. S. (1998). *Inventario de los Papilionoidea (Insecta: Lepidoptera) del Monumento Natural Cerro del Coconá, Teapa, Tabasco y algunos aspectos de su fenología* (tesis profesional). Villahermosa: Juárez Autónoma de Tabasco.
- Wahlberg, N., Wheat, C. W., & Peña, C. (2013). Timing and patterns in the taxonomic diversification of Lepidoptera (Butterflies and Moths). *PLoS One*, 8(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080875>
- Whittaker, R., Araújo, M., Jepson, P., Ladle, R., Watson, J. & Willis, K. (2005). Conservation Biogeography: assessment and prospect. *Diversity and distributions*, 11(1), 3-23.
- Whitmore, T. C. (1993). *Tropische Regenwälder: Eine Einführung*. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg-Berlin-New York.
- Wilson, E. O. (1988). The current state of biological diversity. In E.O. Wilson (ed). *Biodiversity* (pp. 3-18). Washington, D.C.: National Academy Press.
- Zhang, Z. Q. (2013). Phylum Arthropoda. *Zootaxa*, 3703(1), 17-26.

CC BY-NC-ND



Ciencia abierta: iniciativas para mejorar la investigación en Latinoamérica

Laguna-Camacho, Antonio

Ciencia abierta: iniciativas para mejorar la investigación en Latinoamérica

CIENCIA *ergo-sum*, vol. 30, núm. 1, marzo-junio 2023 | e193

Ensayo

Universidad Autónoma del Estado de México, México

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



Laguna-Camacho, A. y (2023). Ciencia abierta: iniciativas para mejorar la investigación en Latinoamérica. *CIENCIA ergo-sum*, 30(1). <http://doi.org/10.30878/ces.v30n1a11>

Ciencia abierta: iniciativas para mejorar la investigación en Latinoamérica

Open science: initiatives to improve research in Latin America

Antonio Laguna-Camacho*

Universidad Autónoma del Estado de México, México

alagunaca@uaemex.mx

 <http://orcid.org/0000-0003-4326-472X>

Recepción: 15 de junio de 2021

Aprobación: 7 de septiembre de 2021

RESUMEN

Se brinda una introducción a la ciencia abierta por medio de la revisión de sus aspectos básicos. En particular, se presenta la crisis de replicación en investigación y ejemplos de prácticas cuestionables que generan resultados falsos positivos. Se presentan también iniciativas de ciencia abierta para mejorar la reproducibilidad y confiabilidad del saber científico. Se discute además el impacto de la adopción de los principios de ciencia abierta en elevar los estándares para publicar reportes científicos, así como retos para transformar el sistema en el que se desarrolla la investigación. En general, se busca una reflexión para acercar la comunidad académica en Latinoamérica al movimiento de ciencia abierta y se comparten recursos para que el lector interesado pueda profundizar e involucrarse.

PALABRAS CLAVE: crisis de replicación, ciencia abierta, Latinoamérica.

ABSTRACT

This paper provides an introduction to open science by reviewing its basic aspects. In particular, it presents the replication crisis in research and examples of questionable practices that generate false positive results. Open science initiatives are also presented to improve the reproducibility and reliability of scientific knowledge. The impact of adopting open science principles on raising standards for publishing scientific reports is also discussed, as well as challenges in transforming the research system. Overall, the paper aims to encourage reflection among the academic community in Latin America on the open science movement, and shares resources for interested readers to deepen their understanding and get involved.

KEYWORDS: replication crisis, Open Science, Latin America.

INTRODUCCIÓN

La ciencia es una actividad relevante para generar conocimiento que contribuya al desarrollo y bienestar social, por eso es que los gobiernos destinan presupuesto para apoyo de la investigación (CPEUM, 2021). Idealmente, tal saber científico puede informar acciones para resolver problemas sociales (Grundmann y Stehr, 2012).

Aun así, el impulso a la investigación en Latinoamérica dista mucho del encontrado en otras regiones del planeta. Por ejemplo, de los participantes en estudios científicos en el área de psicología, más del 70% provienen de Estados Unidos y Europa y, en contraste, sólo 1% provienen de Latinoamérica (Onie, 2020), tales porcentajes dan una idea de la gran brecha que existe. Los recursos son también mucho más limitados en Latinoamérica, por lo que, para compensar esta desventaja, la investigación conducida debiera ser muy eficiente. Sin embargo, el rezago académico desfavorece la calidad de la ciencia generada (Ciocca y Delgado, 2017).

Para entender mejor las fallas en la investigación y desarrollar estrategias de afrontamiento, en este artículo se considera una evaluación desde la perspectiva científica. La metaciencia es una disciplina que tiene por objeto

AUTOR PARA CORRESPONDENCIA

alagunaca@uaemex.mx

de estudio la misma ciencia, esto incluye el escrutinio de las prácticas de investigación y la evidencia científica. La comunicación de la investigación es a través de artículos publicados en revistas científicas después de su revisión por pares. Los hallazgos de un estudio debieran replicarse siguiendo el método descrito en el artículo. Sin embargo, el fracaso en replicar los resultados encontrados en publicaciones científicas indica problemas generalizados en la forma en que se conducen y reportan los estudios (Anvari y Lakens, 2018). Por ejemplo, una colaboración internacional repitió 100 estudios de los cuales sólo en 36% los hallazgos fueron replicados (Open Science Collaboration, 2015). Este tipo de inconsistencias encontradas en la evidencia reportada ha detonado la así llamada *crisis de replicación* en investigación (Nelson *et al.*, 2018).

La lista de casos que han alertado sobre serios problemas en los reportes científicos es larga. Por ejemplo, el profesor Daryl Bem (2011) logró publicar resultados donde recordar una lista de palabras mejoraba cuando se repasaban las palabras después de tal recordatorio, pese a que un evento futuro no puede alterar el pasado. Cuando diferentes investigadores repitieron el experimento, los resultados no se replicaron (Galak *et al.*, 2012; Ritchie *et al.*, 2012). Metacientíficos (investigadores de la ciencia) señalan entre posibles explicaciones para los implausibles hallazgos recolectar datos de participantes hasta obtener el resultado buscado con una probabilidad estadísticamente significativa (Schimmack, 2018).

Otro caso fue el del investigador en conducta alimentaria Brian Wansink, quien en su blog comentó sobre su forma de buscar resultados en datos de un estudio fallido y de ello resultaron cuatro publicaciones. Esto llamó la atención de metacientíficos, quienes encontraron en tales artículos un gran número de inconsistencias y errores (Anaya *et al.*, 2017). Escrutinio adicional a la investigación del profesor Wansink ha llevado a retracción de al menos dieciocho de sus publicaciones y al dictamen de incurrir en mala conducta académica (Munafò *et al.*, 2018).

Peor es el caso de fraude científico de Diererik Stapel, un investigador en psicología de la Universidad de Tilburg quien admitió la fabricación de datos y resultados en múltiples reportes de investigación (Carey, 2011), por lo que cincuenta y cinco de sus artículos fueron retractados y se dio cese a su posición académica.

Estos casos un tanto extremos fueron sólo el inicio para hacer una introspección a la manera en la que se ha conducido convencionalmente la investigación. En particular, se ha encontrado una falta de transparencia en los reportes científicos (Baker, 2016). Esto hace poco posible la evaluación del desarrollo de un estudio porque diversos aspectos son subreportados y porque los datos recolectados no se encuentran disponibles para verificar sus resultados (Wicherts *et al.*, 2006). Además, hay evidencia de que diversas prácticas de investigación que comprometen la veracidad del conocimiento científico son altamente prevalentes (John *et al.*, 2012). Por esto, hay una gran preocupación acerca de la validez de los hallazgos reportados en una gran proporción de las publicaciones científicas (Ioannidis, 2005).

Como respuesta a esto, en años recientes surgió el movimiento de *ciencia abierta* (Open Science) integrado por una comunidad internacional que llama a mejorar la ciencia. El movimiento se ha extendido con rapidez en Europa y Norteamérica. Pese a esto, la actividad en Latinoamérica en los temas de ciencia abierta ha sido menor, en particular entorno a la práctica científica (De Filippo y D'Onofrio, 2019). Para contribuir a cerrar esta brecha, se describen a continuación aspectos básicos que se han abordado en ciencia abierta.

1. PRÁCTICAS CUESTIONABLES DE INVESTIGACIÓN

Son muchas las prácticas de investigación que entran en un complicado espectro para identificar si su uso es o no correcto (Neuroskeptic, 2012), pero que en conjunto contribuyen a elevar la tasa de resultados falsos positivos en la literatura científica. La figura 1 muestra ejemplos de estas prácticas que se busca discontinuar, las cuales se describen a continuación.

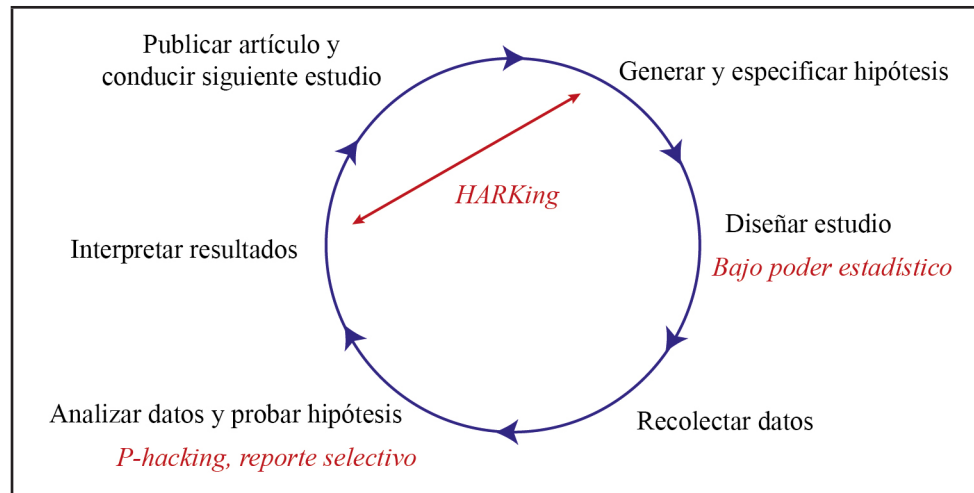


FIGURA 1

Prácticas de investigación que alteran el método científico y generan resultados falsos positivos (errores tipo I)

Fuente: elaboración propia con base en Munafò *et al.* (2017: 2)
 Nota: ejemplos de prácticas cuestionables de investigación (en rojo).

1. 1. Bajo poder estadístico

Entre los aspectos del diseño metodológico, sobresale el poder estadístico por su relevancia en determinar la certeza de una relación entre variables. Al probar una hipótesis, un poder estadístico de 80% indica 20% de posibilidad de que un resultado positivo sea falso. Muestras pequeñas de participantes disminuyen considerablemente el poder estadístico e incrementan por tanto la tasa de resultados falsos positivos (Button *et al.*, 2013; Simmons *et al.*, 2011). Un efecto estadístico pequeño o una débil relación entre variables disminuye también el poder estadístico, lo que incrementa igual la posibilidad de resultados falsos positivos (Simmons *et al.*, 2011; Simonsohn *et al.*, 2014). En consecuencia, la presencia de resultados falsos positivos sería común en estudios con muestra pequeña y bajo efecto estadístico.

1. 2. Reporte selectivo

Idealmente, un estudio debe adherirse a un protocolo de investigación que establece *ad hoc* la hipótesis por probar. Sin embargo, el desarrollo de una investigación o sus resultados no siempre son los esperados. Esto lleva a que, una vez recolectados los datos, se conforme el reporte de un estudio hacia resultados positivos basados en una relación de variables diferente a la hipotetizada desde un inicio. Esto se conoce como *HARKing*, acrónimo en inglés que significa “hipotetizar después de conocer los resultados” (*hypothesizing after the results are known*) (Kerr, 1998). En encuestas sobre prácticas científicas una mayoría de los investigadores admite haber incurrido en algún tipo de reporte selectivo (John *et al.*, 2012). Por otra parte, mucha de la investigación que presenta resultados nulos no es publicada (Scheel *et al.*, 2021), lo cual aumenta el sesgo hacia resultados positivos.

1. 3. *P-hacking*

P-hacking es una práctica que se refiere a buscar en los datos de un estudio relaciones de variables que alcancen la convencional significancia estadística de una probabilidad menor a 0.05 (Hawkes, 2018). Para esto, se incurre en diversas tácticas como incluir/remover de manera aislada datos de participantes, cambiar las

variables principales o reportarlas de forma parcial, probar con diversos análisis estadísticos, etc. Este tipo de manipulaciones incrementan la posibilidad de encontrar resultados falsos positivos. El “minar” así una base de datos genera por azar asociaciones con $p < 0.05$ entre variables en realidad no relacionadas (Nelson *et al.*, 2018). Por ejemplo, simulaciones muestran que alterar las variables originales del estudio hacia las que tengan un resultado positivo contribuye significativamente a falsos positivos (Simmons *et al.*, 2011). Más aún, el valor de probabilidad en la relación de variables de un subconjunto de datos es incierto al no ajustarse al conjunto completo de datos (Gelman y Loken, 2014).

2. INICIATIVAS DE CIENCIA ABIERTA

La ciencia abierta incluye diversas propuestas orientadas a prevenir prácticas cuestionables de investigación. Esto no cambia el proceso de investigación; sin embargo, integra novedosos desarrollos teóricos y metodológicos para corregir la generación de saber científico. A continuación, se describen ejemplos de prácticas para aumentar la reproducibilidad y confiabilidad de la evidencia científica e impulsar su adopción entre académicos. Además, en la tabla 1 se listan ejemplos de iniciativas que están dinamizando la ciencia abierta en la comunidad científica.

2. 1. Prerregistación y reportes registrados

Aunque por lo general en los artículos se incluye la declaración de que un comité de ética revisó y aprobó el protocolo, el plan original del estudio no es hecho público o incluido como anexo de la publicación. Esto permite que el estudio reportado difiera del plan original y de que los autores consciente o inconscientemente hayan incurrido en prácticas cuestionables. La prerregistación se refiere a publicar el protocolo o plan de investigación antes de comenzar la recolección de datos (por medio del llamado *protocolo prerregistrado* con un registro de la fecha en que este se publicó) (Munafò *et al.*, 2017). Así, se puede verificar que la conducción del estudio se haya adherido al protocolo, y de esta forma prevenir el *P-hacking* y el reporte selectivo.

Una mejor propuesta son los “reportes registrados” (*registered reports*) (Munafò *et al.*, 2017), un nuevo tipo de publicación en revistas científicas en el que el protocolo es revisado por pares y si es aprobado hay en principio una aceptación de publicación antes de iniciar la recolección de datos. Al terminar el estudio, después de un periodo definido, el manuscrito completo se revisa de nuevo y si es aprobado se publica más allá de si los resultados fueron positivos o nulos. Esta modalidad de publicación es de mayor rigor científico tanto para escrutar aspectos clave del protocolo antes de que comience el estudio como para limitar los grados de libertad o flexibilidad en probar la hipótesis propuesta con la metodología preespecificada. Por ejemplo, un requerimiento para los reportes registrados es la determinación previa del poder estadístico a fin de dar confiabilidad a los resultados del estudio, *i. e.* que el estudio tenga una muestra suficiente para identificar el efecto propuesto de una variable sobre otra.

2. 2. Transparencia en la información, materiales y datos del estudio

La práctica recomendada es compartir la información que permita verificar el estudio presentado y sus resultados. Esto incluye, por ejemplo, el uso de guías predefinidas para presentar un reporte de investigación, las cuales faciliten a los revisores la evaluación de aspectos claves sobre el racional del estudio, método y resultados (Aczel *et al.*, 2020; Altman y Moher, 2013). Incluye también acceso abierto a materiales y a los datos completos del estudio (Goodman *et al.*, 2016). Pese a que los datos son la base que sustenta los resultados de la investigación no es una práctica establecida que estos acompañen los artículos científicos. Esto es central para que cualquier persona pueda reproducir los resultados del estudio y ver que lo que se encuentra coincide con lo que se reporta.

2. 3. Enseñanza desde las aulas en universidades

Una actividad exitosa para llevar la ciencia abierta a las universidades han sido los *journal clubs*, en los que en cada encuentro se discute la lectura común de un artículo. Un ejemplo es ReproducibiliTea con presencia en más de cien universidades alrededor del mundo (Orben, 2019). El lanzamiento de un grupo ReproducibiliTea en una universidad requiere de un organizador, de seleccionar un artículo científico, de programar la hora y lugar de una reunión presencial o virtual y de invitar a la gente a que asista. Los temas de las sesiones tienden a enfocarse en aspectos diversos de ciencia abierta. Llevar a cabo estas reuniones de forma periódica contribuye al entrenamiento de estudiantes e investigadores en etapas tempranas de su carrera, y a la actualización continua de académicos más establecidos, lo cual en adición brinda la ventaja potencial de mejorar proyectos de investigación en los que participen. En estas reuniones se observa en los participantes un espíritu de entusiasmo por involucrarse y mejorar la ciencia. La comunidad de ciencia abierta igual realiza diversas presentaciones en línea que enriquecen la experiencia en eventos internacionales y la formación científica.

TABLA 1
Recursos sobre iniciativas del movimiento de ciencia abierta

Iniciativa	Descripción	Sitio web y/o red social
<i>Open Science Center</i>	Es una plataforma donde sin costo los investigadores pueden preregistrar sus proyectos y subir los archivos de los materiales y bases de datos de sus estudios para hacerlos disponibles a cualquier persona que quisiera revisar la información	https://osf.io
<i>UK Reproducibility Network</i>	Es un consorcio para examinar los factores que contribuyen a una investigación sólida, brindar capacitación y difundir las mejores prácticas	https://www.ukrn.org https://twitter.com/ukrepro
<i>Framework for Open and Reproducible Research Training (FORRT)</i>	Iniciativa que integra los principios de la ciencia abierta y reproducible en la educación superior y concientiza sobre sus implicaciones pedagógicas	https://forrt.org https://twitter.com/FORRTproject
<i>ReproducibiliTea</i>	Es una iniciativa que ayuda a los investigadores a crear <i>journal clubs</i> de ciencia abierta en sus universidades para discutir diversos temas, artículos e ideas sobre cómo mejorar la ciencia, la reproducibilidad y el movimiento Open Science	https://reproducibilitea.org https://twitter.com/ReproducibiliT https://twitter.com/Rpt_MX (journal club en México)
<i>Riot Science Club</i>	Es una serie de seminarios que crea conciencia y brinda capacitación en prácticas científicas reproducibles, interpretables, abiertas y transparentes	http://riotscience.co.uk https://twitter.com/riotscienceclub https://www.youtube.com/c/RI-OTScienceClub
<i>Everything Hertz</i>	Es un <i>podcast</i> sobre metodología y vida científica con lenguaje explícito.	http://everythinghertz.com https://twitter.com/hertzpodcast
<i>Association for Interdisciplinary Meta-research and Open Science (AIMOS)</i>	Es una iniciativa que busca avanzar en el campo interdisciplinario de la metainvestigación reuniendo y apoyando a investigadores en este campo	https://aimos.community/ https://twitter.com/aimos_inc
<i>Society for Open, Reliable, and Transparent Ecology and Evolutionary Biology (SORTEE)</i>	Es una organización de servicio que reúne a investigadores que trabajan para mejorar la confiabilidad y la transparencia a través de cambios culturales e institucionales en ecología, biología evolutiva y campos relacionados definidos. Cualquier persona interesada en mejorar la investigación en estas disciplinas puede unirse, sea cual sea su experiencia. La sociedad es internacional en alcance, membresía y objetivos	https://www.sortee.org/ https://twitter.com/sortecoevo
<i>Brazilian Reproducibility Initiative</i>	Es una iniciativa multicéntrica para estimar la reproducibilidad de la ciencia biomédica brasileña	https://www.reprodutibilidade.bio.br

Fuente: elaboración propia.

PROSPECTIVA

El movimiento de ciencia abierta ha surgido en respuesta a la crisis de replicación y ha venido desarrollando propuestas constructivas en dar transparencia a la investigación. La evidente importancia de la confiabilidad de los reportes científicos ha llevado a prestigiadas revistas como *Nature* a incorporar reportes registrados e incluir en sus requisitos de publicación aspectos de rigor científico y transparencia (Editor Nature Human Behaviour, 2017; Editor Nature Communications, 2020). Asimismo, muchos investigadores ya comienzan a adoptar principios de ciencia abierta como la preregistración y a incorporar en sus artículos las ligas de internet para consultar los materiales o datos del estudio.

El impacto de estas reformas en la manera de reportar la investigación generada es sin duda favorable para el progreso científico. Por ejemplo, al comparar el número de resultados positivos, se encuentra que, mientras en los reportes convencionales la prevalencia fue mayor al 95%, en los reportes registrados la prevalencia fue cerca del 50% (Scheel *et al.*, 2021). Esto muestra que los reportes registrados hacen una diferencia significativa en disminuir resultados falsos positivos y en contribuir a obtener evidencia más confiable.

En diversas disciplinas científicas las prácticas cuestionables de investigación han sido prevalentes por muchos años, lo cual afecta la base teórica que ha informado subóptimamente las hipótesis de investigaciones subsecuentes. Por tanto, otra recomendación ha sido la de revisar los conceptos previos y poner mayor énfasis en desarrollar evaluaciones y mediciones más precisas para teorías más sólidas y realistas (Scheel *et al.*, 2020).

Al mismo tiempo, los investigadores continúan inmersos en un ambiente competitivo donde el desarrollo de sus carreras y la obtención de estímulos económicos depende en parte de publicar prolíficamente (Begley *et al.*, 2015). Este escenario favorece la incidencia de prácticas cuestionables de investigación que enfatizan más el número de publicaciones que su calidad (Bruton *et al.*, 2020; Stürmer *et al.*, 2017). Así pues, es posible que esta estructura de estímulos por publicar afecte en particular la generación de conocimiento científico en Latinoamérica donde los recursos son limitados. Se ha observado, por ejemplo, una mayor prevalencia de ciertas tácticas de reporte selectivo en investigadores latinoamericanos que norteamericanos o europeos (Rabelo *et al.*, 2019), aunque se requiere todavía de más estudios para caracterizar mejor estas diferencias.

La educación en universidades sobre temas de ciencia abierta quizá sea necesaria para que las nuevas generaciones transformen el sistema en el que se desarrolla la ciencia. Una intervención educativa sobre prácticas cuestionables de investigación en estudiantes de posgrado influyó en su actitud a favor de cambios que mitiguen el efecto perjudicial de tales prácticas sobre el conocimiento científico (Sacco y Brown, 2019). En la actualidad, son todavía pocas las iniciativas para lograr el cambio cultural en el sistema académico al que apunta el movimiento de ciencia abierta (Norris y O'Connor, 2019).

CONCLUSIÓN

Este artículo hace extensiva la ciencia abierta a académicos de Latinoamérica con el fin de lograr una reflexión que eventualmente contribuya al progreso científico de esta región. Se encuentran disponibles tutoriales adicionales para académicos interesados en adentrarse más a la práctica de la ciencia abierta (Crüwell *et al.*, 2019; Kathawalla *et al.*, 2021; Robson *et al.* 2021).

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al árbitro anónimo por enriquecer con sus gentiles observaciones la estructura y contenidos del artículo. Aprecio también el brillante trabajo que la gente de ciencia abierta comparte en iniciativas como las referidas en la tabla 1.

REFERENCIAS

- Aczel, B., Szasz, B., Sarafoglou, A., Kekecs, Z., Kucharský, Š., Benjamin, D., Chambers, C. D., Fisher, A., Gelman, A.,... Wagenmakers, E. J. (2020). A consensus-based transparency checklist. *Nature Human Behaviour*, 4(1), 4-6. <https://doi.org/10.1038/s41562-019-0772-6>
- Altman, D. G., & Moher, D. (2013). Declaration of transparency for each research article. *BMJ*, 347. <https://doi.org/10.1136/bmj.f4796>
- Anaya, J., van der Zee, T., & Brown, N. (2017). Statistical infarction: a postmortem of the cornell food and brand lab pizza publications. *PeerJ Preprints*, 5. <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.3025v1>
- Anvari, F., & Lakens, L. (2018). The replicability crisis and public trust in psychological science. *Comprehensive Results in Social Psychology*, 3, 266-286. <https://doi.org/10.1080/23743603.2019.1684822>
- Begley, C. G., Buchan, A. M., & Dirnagl, U. (2015). Robust research: Institutions must do their part for reproducibility. *Nature*, 525(7567), 25-27. <https://doi.org/10.1038/525025a>
- Baker, M. (2016). 1,500 scientists lift the lid on reproducibility. *Nature*, 533(7604), 452-454. <https://doi.org/10.1038/533452a>
- Bem, D. J. (2011). Feeling the future: Experimental evidence for anomalous retroactive influences on cognition and affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 100, 407-425. <https://doi.org/10.1037/a0021524>
- Button, K. S., Ioannidis, J. P., Mokrysz, C., Nosek, B. A., Flint, J., Robinson, E. S., & Munafò, M. R. (2013). Power failure: why small sample size undermines the reliability of neuroscience. *Nature Reviews. Neuroscience*, 14(5), 365-376. <https://doi.org/10.1038/nrn3475>
- Bruton, S. V., Medlin, M., Brown, M., & Sacco, D. F. (2020). Personal motivations and systemic incentives: scientists on questionable research practices. *Science and Engineering Ethics*, 26(3), 1531-1547. <https://doi.org/10.1007/s11948-020-00182-9>
- Carey, B. (2011, Noviembre). Fraud case seen as a red flag for psychology research. *The New York Times*. Retrieved from <https://www.nytimes.com/2011/11/03/health/research/noted-dutch-psychologist-stapel-accused-of-research-fraud.html>
- Ciocca, D. R., & Delgado, G. (2017). The reality of scientific research in Latin America; an insider's perspective. *Cell Stress & Chaperones*, 22(6), 847-852. <https://doi.org/10.1007/s12192-017-0815-8>
- CPEUM (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (2021). *Artículo 3º*. Fracción V Fracción Reformada DOF 12-06-2019.
- Crüwell, S., van Doorn, J., Etz, A., Makel, M. C., Moshontz, H., Niebaum, J. C., Orben, A., Parsons, S., & Schulte-Mecklenbeck, M. (2019). Seven easy steps to open science. *Zeitschrift Für Psychologie*, 227(4), 237-248. <https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000387>
- De Filippo, D. y D'Onofrio, M.G. (2019). Alcances y limitaciones de la ciencia abierta en Latinoamérica: análisis de las políticas públicas y publicaciones científicas de la región. *Hipertext.net*, 19, 32-48. <https://doi.org/10.31009/hipertext.net.2019.i19.03>
- Editor Nature Communications. (2020). Registered Reports offer recognition for rigour. *Nature Communications*, 11, 3443. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17294-2>
- Editor Nature Human Behaviour. (2017). Promoting reproducibility with registered reports. *Nature Human Behavior*, 1. <https://doi.org/10.1038/s41562-016-0034>
- Galak, J., LeBoeuf, R. A., Nelson, L. D., & Simmons, J. P. (2012). Correcting the past: failures to replicate ψ . *Journal of Personality and Social Psychology*, 103(6), 933-948. <https://doi.org/10.1037/a0029709>

- Gelman, A., & Loken, E. (2014). The statistical crisis in science. *American Scientist*, 102(6), 460-465. <https://doi.org/10.1511/2014.111.460>
- Goodman, S. N., Fanelli, D., & Ioannidis, J. P. (2016). What does research reproducibility mean? *Science Translational Medicine*, 8(341). <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.aaf5027>
- Grundmann, R., & Stehr, N. (2012). *The power of scientific knowledge: from research to public policy*. Cambridge University Press.
- Hawkes, N. (2018). Sixty seconds on... P-hacking. *BMJ*, 362. <https://doi.org/10.1136/bmj.k4039>
- John, L. K., Loewenstein, G., & Prelec, D. (2012). Measuring the prevalence of questionable research practices with incentives for truth telling. *Psychological Science*, 23(5), 524-532. <https://doi.org/10.1177/0956797611430953>
- Kerr, N. L. (1998). HARKing: hypothesizing after the results are known. *Personality and Social Psychology Review*, 2(3), 196-217. https://doi.org/10.1207/s15327957pspr0203_4
- Kathawalla, U.-K., Silverstein, P., & Syed, M. (2021). Easing Into Open Science: A Guide for Graduate Students and Their Advisors. *Collabra: Psychology*, 7(18684). <https://doi.org/10.1525/collabra.18684>
- Ioannidis, J. P. A. (2005). Why most published research findings are false. *PLOS Medicine*, 2(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0020124>
- Munafò, M. R., Hollands, G. J., & Marteau, T. M. (2018). Open science prevents mindless science. *BMJ*, 363, k4309. <https://doi.org/10.1136/bmj.k4309>
- Munafò, M., Nosek, B., Bishop, D.,... Ioannidis, J. P. A (2017). A manifesto for reproducible science. *Nature Humane Behavior*, 1. <https://doi.org/10.1038/s41562-016-0021>
- Nelson, L. D., Simmons, J., & Simonsohn, U. (2018). Psychology's Renaissance. *Annual Review of Psychology*, 69, 511-534. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-122216-011836>
- Neuroskeptic. (2012). The nine circles of scientific hell. *Perspectives on Psychological Science*, 7(6), 643-644. <https://doi.org/10.1177/1745691612459519>
- Norris, E., & O'Connor, D. B. (2019). Behaviour Change for Open Science. *PsyArXiv Preprints*. <https://doi.org/10.31234/osf.io/tch4w>
- Onie, S. (2020). Redesign open science for Asia, Africa and Latin America. *Nature*, 587(7832), 35-37. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-03052-3>
- Open Science Collaboration. (2015). Estimating the reproducibility of psychological science. *Science*, 349(6251). <https://doi.org/10.1126/science.aac4716>
- Orben, A. (2019). A journal club to fix science. *Nature*, 573(7775). <https://doi.org/10.1038/d41586-019-02842-8>
- Rabelo, A., Farias, J., Sarmet, M. M., Joaquim, T., Hoersting, R. C., Victorino, L., Modesto, J., & Pilati, R. (2020). Questionable research practices among Brazilian psychological researchers: results from a replication study and an international comparison. *International Journal of Psychology*, 55(4), 674-683. <https://doi.org/10.1002/ijop.12632>
- Ritchie, S. J., Wiseman, R., & French, C. C. (2012). Failing the future: three unsuccessful attempts to replicate Bem's 'retroactive facilitation of recall' effect. *PLOS ONE*, 7(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0033423>
- Robson, S. G., Baum, M. A., Beaudry, J. L., Beitner, J., Brohmer, H., Chin, J.,... Tangen, J. M. (2021). *Nudging Open Science*. <https://doi.org/10.31234/osf.io/zn7vt>
- Sacco, D. F., & Brown, M. (2019). Assessing the efficacy of a training intervention to reduce acceptance of questionable research practices in psychology graduate students. *Journal of Empirical Research on Human Research Ethics*, 14(3), 209-218. <https://doi.org/10.1177/1556264619840525>

- Scheel, A. M., Schijen, M. R. M. J., & Lakens, D. (2021). An excess of positive results: comparing the standard psychology literature with registered reports. *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*. <https://doi.org/10.1177/25152459211007467>
- Scheel, A. M., Tiokhin, L., Isager, P. M., & Lakens, D. (2020). Why hypothesis testers should spend less time testing hypotheses. *Perspectives on Psychological Science*. <https://doi.org/10.1177/1745691620966795>
- Schimmack UR (2018, Enero). Why the Journal of Personality and Social Psychology should retract article DOI: 10.1037/a0021524 “Feeling the future: Experimental evidence for anomalous retroactive influences on cognition and affect” by Daryl J. Bem. *Replicability Index*. Retrieved from <https://replicationindex.com/2018/01/05/bem-retraction/>
- Simmons, J. P., Nelson, L. D., & Simonsohn, U. (2011). False-positive psychology: undisclosed flexibility in data collection and analysis allows presenting anything as significant. *Psychological Science*, 22(11), 1359-1366. <https://doi.org/10.1177/0956797611417632>
- Simonsohn, U., Nelson, L. D., & Simmons, J. P. (2014). P-curve and effect size: correcting for publication bias using only significant results. *Perspectives on Psychological Science*, 9(6), 666-681. <https://doi.org/10.1177/1745691614553988>
- Stürmer, S., Oeberst, A., Trötschel, R., & Decker, O. (2017). Early-career researchers’ perceptions of the prevalence of questionable research practices, potential causes, and open science. *Social Psychology*, 48(6), 365-371. <https://doi.org/10.1027/1864-9335/a000324>
- Wicherts, J. M., Borsboom, D., Kats, J., & Molenaar, D. (2006). The poor availability of psychological research data for reanalysis. *The American Psychologist*, 61(7), 726-728. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.61.7.726>

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](#)



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
CONACYT DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

